

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	Ing. FEDERICO DURASTANTI 	Ing. ALESSANDRO LAURIA Responsabile integrazione tra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

TIPO DI ELABORATO:
 DI DETTAGLIO
 DI MODIFICA TECNICA

**ITINERARIO NAPOLI-BARI
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE
 ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI
 RILEVATI E TRINCEE**

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli

Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo

	APPALTATORE	VALIDO PER COSTRUZIONE – IL DIRETTORE LAVORI	SCALA:
	Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Ing. Alessio Forestieri 18-09-2023		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	1	K	0	1	C	Z	Z	C	L	T	R	1	5	0	5	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Latini	18-09-2023	F.Durastanti	18-09-2023	A.Lauria	18-09-2023	F.Durastanti
								FIRMATO DIGITALMENTE DA: ORDINE INGEGNERI TERNI N. 4844
								18-09-2023

File: : IF1K.0.1.C.ZZ.CL.TR.15.0.5.002.A.docx

n. Elab.:

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>2 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	2 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	2 di 77								

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	7
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1	CALCESTRUZZO	8
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA	8
3.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	9
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	10
5	CRITERI PROGETTUALI	11
5.1	VITA NOMINALE	11
5.2	CLASSE D'USO	11
5.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	11
6	PARATIA DI PALI	12
6.1	STATICA DELLE TERRE E DELL'ACQUA	12
6.2	PESO PROPRIO	13
6.3	AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DELLA PARATIA	13
6.4	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	14
6.4.1	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	14
6.4.2	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	14
6.4.3	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA	15
6.4.4	SPETTRI DI RISPOSTA SLV	16
6.5	ANALISI PSEUDOSTATICA	19
6.5.1	CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA PARATIA	20
6.5.2	CALCOLO DELLA SPINTA SISMICA	20
6.6	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI	22
6.7	CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE	25
6.7.1	CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	26
6.7.2	VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE	26
6.7.3	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO	26
6.8	VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO	26
6.9	METODO DI ANALISI - CALCOLO PARATIA	26
6.10	FASI DI CALCOLO	30
6.11	STATO LIMITE ULTIMO STR E SIS	35
6.12	STATO LIMITE DI ESERCIZIO	39

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>3 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	3 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	3 di 77								

6.13	SPOSTAMENTI	40
6.14	SOLLECITAZIONI MASSIME	41
6.15	VERIFICHE STRUTTURALI	41
6.15.1	SEZIONE DI VERIFICA	41
6.16	VERIFICHE GEOTECNICHE	45
6.16.1	VERIFICA DELLA SPINTA PASSIVA MOBILITATA	45
6.16.2	RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO	45
7	MURO DI SOSTEGNO	48
7.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	48
7.2	METODO DI CALCOLO	51
7.2.1	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE	51
7.2.2	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE	53
7.2.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	54
7.2.4	VERIFICHE STRUTTURALI	54
7.3	ANALISI E VERIFICA MURO	55
7.3.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	57
7.3.2	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE	68
7.3.3	VERIFICHE STRUTTURALI SLU	69
7.3.4	VERIFICHE A FESSURAZIONE SLE	74
7.3.5	VERIFICHE TENSIONALI SLE	75
8	INCIDENZE	76
9	ALLEGATO 1	77

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>4 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	4 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	4 di 77								

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche delle opere della TR15 atte alla realizzazione dei plinti della TE per la linea storica Roma-Napoli nel tratto di trincea esistente ubicato oltre il cavalcaferrovia della SP 335, interventi nell'ambito dell'intervento di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario Napoli-Bari, costituito dalla tratta Canello-Frasso Telesino e dalla Variante alla Linea Roma-Napoli Via Cassino nel Comune di Maddaloni.

Nel passaggio al PED la soluzione progettuale è stata variata in quanto, a seguito dei sopralluoghi e verifiche in sito anche durante l'esecuzione dei lavori di completamento della variante alla LS Roma-Napoli, ha fatto emergere diverse difficoltà operative, aggiuntive rispetto alle previsioni del progetto esecutivo quali:

- modifiche dello stato dei luoghi rispetto alle previsioni di PE. Le prime nicchie (ubicate lato Napoli) non possono essere più realizzate a seguito del rifacimento e riposizionamento delle fondazioni delle spalle dell'adiacente Ponte Vapore, eseguito da altro appalto nell'anno 2021, che ha previsto l'allargamento della sede stradale in funzione al traffico locale;
- la linea esistente di collegamento Canello-Caserta è fortemente trafficata da treni a lunga percorrenza e treni merci e le interruzioni risulterebbero ridotte sia per il numero sia per la durata, rendendo di fatto molto complicata e lunga la realizzazione delle opere previste.

Per tale motivo è stata rivisitata la soluzione progettuale andando a superare le criticità evidenziate sia per evitare la soggezione all'esercizio ferroviario che per evitare l'occupazione di aree private di pertinenza di fabbricati.

In tale soluzione proposta è stata studiata una nuova disposizione della cadenza dei pali TE con la contestuale rimodulazione delle campate. Inoltre l'esecuzione delle opere è quasi esclusivamente eseguita al di fuori della trincea esistente evitando il ricorso alle interruzioni di esercizio.

In particolare le nicchie che accolgono i nuovi portali e le "coppiette" dei pali TE nel tratto del nuovo "sezionamento" sono realizzate andando a demolire localmente il muro esistente e ricostruendo una parete di chiusura con conseguente risvolto per riprendere il muro esistente; per far questo è prevista la realizzazione di paratie di pali a tergo delle future nicchie e la successiva esecuzione di scavi per le rampe di cantiere che permettono di accedere nel tratto immediatamente dietro all'opera esistente permettendone il taglio e la demolizione agendo al di fuori della sede ferroviaria. Successivamente viene realizzata la fondazione dei pali e portali TE e il muro di sostegno costituente la nicchia.

Per maggiori dettagli si rimanda ai relativi elaborati grafici di cui a seguire si riportano degli stralci.

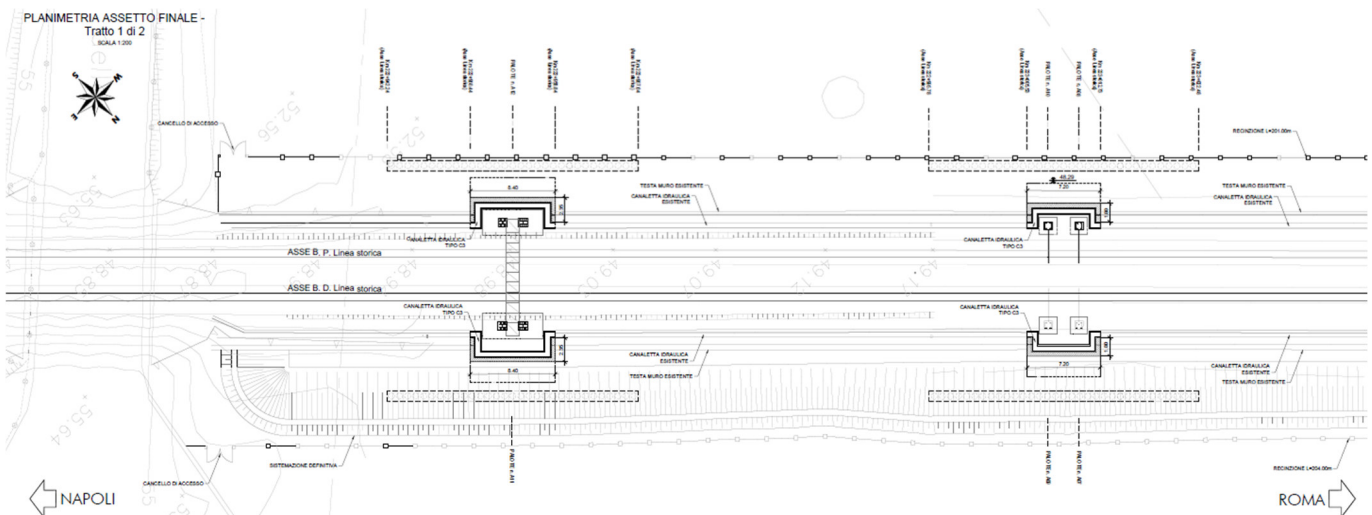


Figura 1 – Planimetria di progetto lato Napoli

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	5 di 77

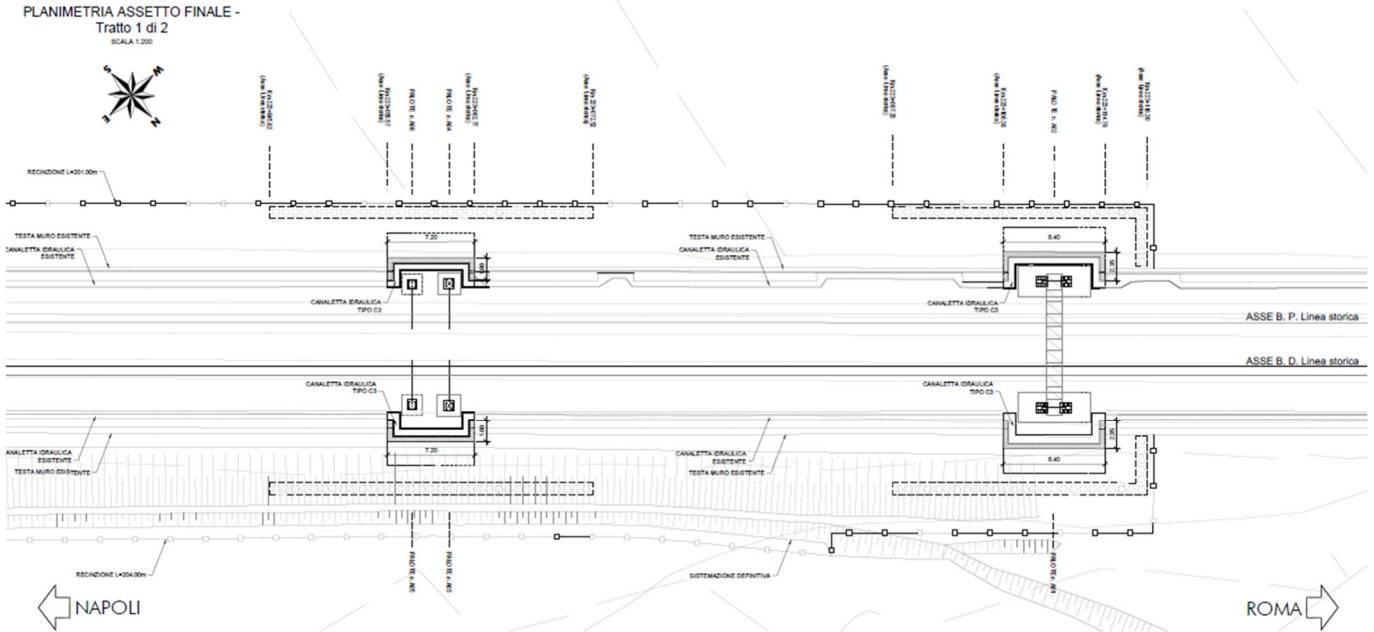


Figura 2 – Planimetria di progetto lato Roma

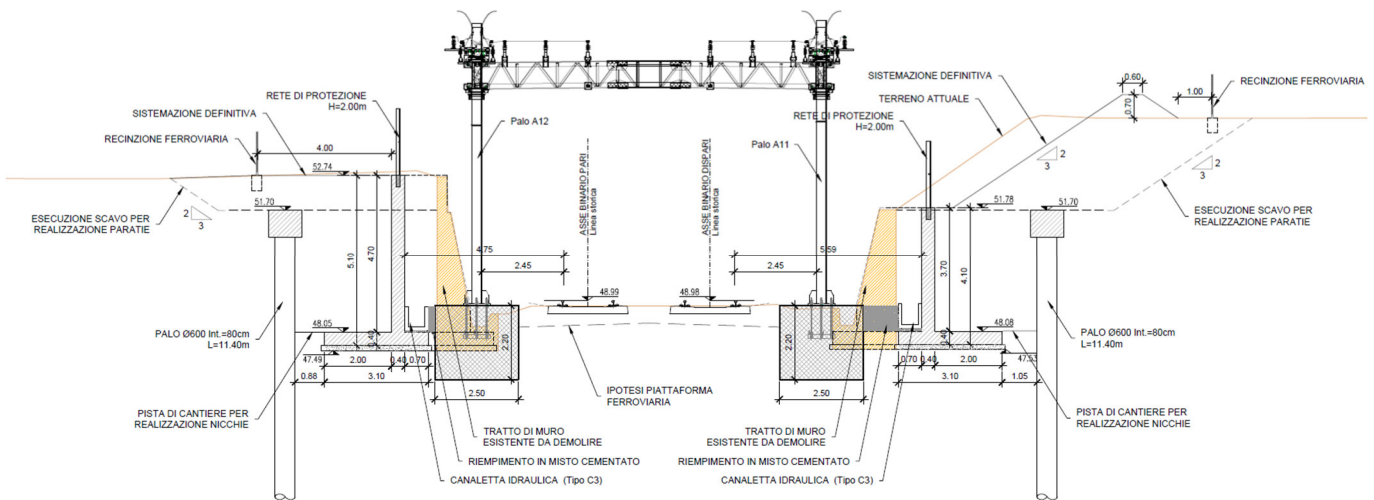


Figura 3 – Sezione tipo in corrispondenza delle nicchie con portali

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	6 di 77

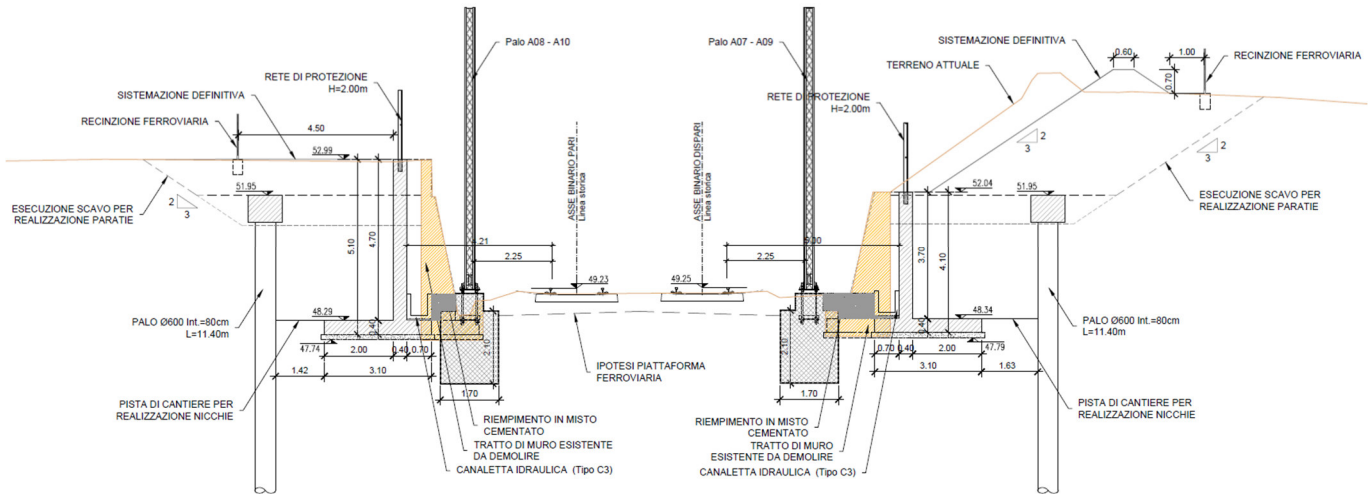


Figura 4 – Sezione tipo in corrispondenza delle nicchie per pali TE singoli

In particolare è stata assunta una sezione di calcolo per il calcolo della paratia caratterizzata da:

$L_p =$ lunghezza del palo (m) – 11.40

$d_p/s =$ diametro e interasse (m) – 0.60/0.80

$H_{scavo} =$ altezza di scavo dall'estradosso del cordolo (m) – 4.05

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>7 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	7 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	7 di 77								

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

2.1 Normative di riferimento

Di seguito si riportano i riferimenti delle normative prese in considerazione per lo sviluppo delle analisi e delle verifiche in oggetto:

- LEGGE n. 1086 05.11.1971: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- DM 06.05.2008 – Integrazione al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011- Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A del 21.12.2011 Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A del 21.12.2011 Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra;
- 1299/2014/UE Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea (18/11/2014);
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>8 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	8 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	8 di 77								

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Pali

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C25/30

R_{ck} = resistenza cubica = 30.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 24.90 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 32.90 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 * f_{ck}^{(2/3)}$ = 2.55 N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 * f_{ctm}$ = 3.06 N/mm²

f_{cfk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 * f_{cfm}$ = 2.14 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = $22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 31447 N/mm²

Copriferro = 60 mm

Cordoli di collegamento

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C30/37

R_{ck} = resistenza cubica = 37.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 30.71 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 38.71 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 * f_{ck}^{(2/3)}$ = 2.94 N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 * f_{ctm}$ = 3.53 N/mm²

f_{cfk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 * f_{cfm}$ = 2.47 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = $22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33091 N/mm²

Copriferro = 40 mm

3.2 Acciaio di Armatura

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

$f_{y\ nom}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

$f_{t\ nom}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

$f_{yk\ min}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

$f_{tk\ min}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

$(f_t/f_y)_{k\ min}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k\ max}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y\ nom})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>9 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	9 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	9 di 77								

$(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

3.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Tipo = S355

$f_{y \text{ nom}}$ = tensione nominale di snervamento = 355 N/mm²

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 210000 N/mm²

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>10 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	10 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	10 di 77								

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito per estrapolazione rispetto a quanto riportato nella relazione geologica per la Roma-Napoli in corrispondenza della TR15, di cui si riportano di seguito le tabelle con stratigrafia e parametri dei terreni in sito.

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione
1	0.0	2 ÷ 3	Piroclastiti superficiali (CCU)
2	2 ÷ 3	9÷12	Tufo litoide giallo (TGCI)
3	9÷12	55	Tufo grigio campano in facies sciolta (TGCs)
QUOTA DELLA FALDA: 25 m s.l.m.			
CLASSE DI SUOLO: B			

Le caratteristiche di resistenza e deformabilità assunte nei modelli di calcolo sono riportate nella tabella sottostante.

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3
	CCU	TGCI	TGCs
γ_t (kN/m ³)	16	12÷14	14
GSI	-	35	-
σ_c (MPa)	-	2	-
ϕ' (°)	26	35	32÷36
c' (kPa)	0	20	0
E_{op} (MPa)	10÷20	100÷150	40÷70
k (m/s)	5×10^{-6}	1×10^{-6}	5×10^{-5}

Per i calcoli in questione si sono fatte a favore di sicurezza le seguenti ipotesi:

Unità litologiche da p.c.	da m s.l.m.	a m s.l.m.	γ kN/m ³	Φ'_k (°)	c'_k kPa	E_{op} MPa
CCU	PC	3.0	16.0	26.0	0.0	15.0
TGCI	3.0	12.0	14.0	35.0	20.0	125.0
TGCs	12.0	-	14.0	34.0	0.0	55.0

Tabella 1 - Stratigrafia geotecnica di riferimento.

La falda è posta a circa -25.0 m da piano campagna.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>11 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	11 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	11 di 77								

5 CRITERI PROGETTUALI

5.1 Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione :

2) *Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*

La vita nominale è pertanto pari a 75 anni.

5.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

Classe III: *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50.

5.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u .

Pertanto $V_R = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>12 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	12 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	12 di 77								

6 PARATIA DI PALI

La presente paratia è realizzata in adiacenza al binario della Linea Storica in esercizio.

L'opera è costituita da una paratia di pali di diametro 600 mm e interasse 0.80 m armati di lunghezza $L = 11.40$ m. Lo sbalzo massimo dall'intradosso del cordolo è pari a 3.25 m.

6.1 Statica delle terre e dell'acqua

La spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra il terreno e la struttura deformabile, a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_A e il coefficiente di spinta passiva K_P .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace φ' , e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_{0NC} \cdot (OCR)^m$$

Dove

$$K_{0NC} = 1 - \sin \varphi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($OCR=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

$$K_A = \tan^2(45 - \varphi'/2)$$

$$K_P = \tan^2(45 + \varphi'/2)$$

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software Paratie impiega per K_A e K_P la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Formulazione di Coulomb per k_A :

$$k_A = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

φ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	13 di 77

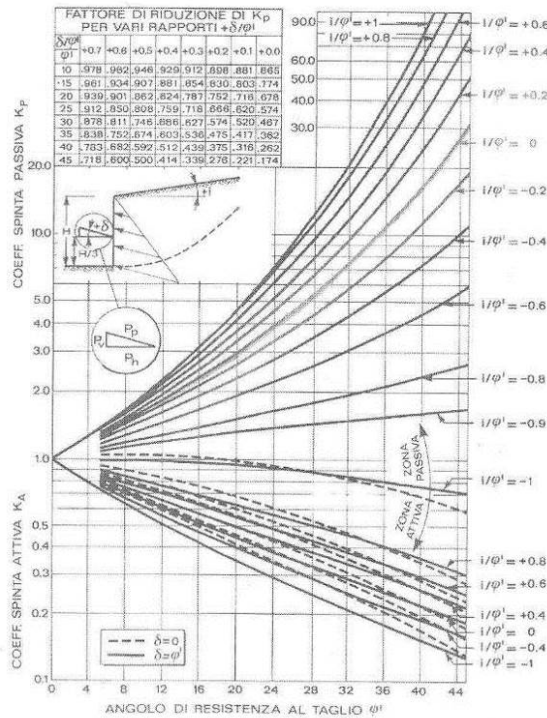


Figura 5 – Formulazione di Caquot – Kerisel per K_p che considera superfici di rottura curvilinee.

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga rispettivamente in spinta attiva o passiva.

c' è la coesione drenata del terreno.

6.2 Peso proprio

Il peso proprio del palo è pari a:

- $P = \pi \cdot 0.6^2 / 4 \cdot 25.0 = 7.07 \text{ kN/m}$ per il modello 1 (pali $\phi 600\text{mm}$)

Il peso proprio del cordolo sarà dato dall'area del cordolo per il peso specifico del calcestruzzo.

6.3 Azione del sovraccarico a tergo della paratia

In fase di scavo provvisorio e in fase di esercizio, si adotta un sovraccarico pari a 10 kPa dovuto ai mezzi di cantiere in fase provvisoria e ad eventuali mezzi agricoli in fase definitiva.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>14 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	14 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	14 di 77								

6.4 Valutazione dell'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = -\frac{C_u \cdot V_N}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

	STATO LIMITE	P_{V_R} : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

Tabella 2 - Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato.

6.4.1 Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008. I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria B**.

6.4.2 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3 - Classificazione topografie superficiali.

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come T1.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>15 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	15 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	15 di 77								

6.4.3 Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_c in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle che sono riportate di seguito.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Tabella 4 - Tabella delle espressioni per S_S e C_C .

Categoria Topografica	Ubicazione dell'intervento dell'opera	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 5 - Tabella valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T .

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>16 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	16 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	16 di 77								

6.4.4 Spettri di risposta SLV

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE LATITUDINE

14.39413 41.02774

Ricerca per comune

REGIONE PROVINCIA COMUNE


Campania Caserta Maddaloni

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

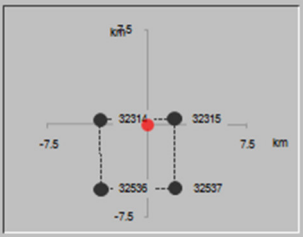
Interpolazione

superficie rigata

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV info

Rispostasismica locale

Categoria di sottosuolo B info $S_B = 1.200$ $C_C = 1.321$ info

Categoria topografica T1 info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_c 1 Regol. in altezza no info

Compon. verticale

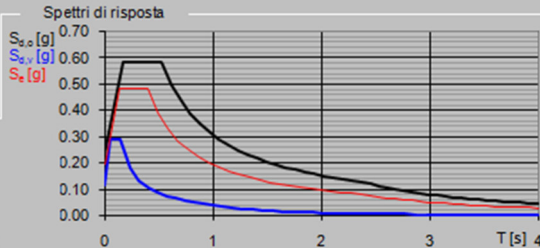
Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

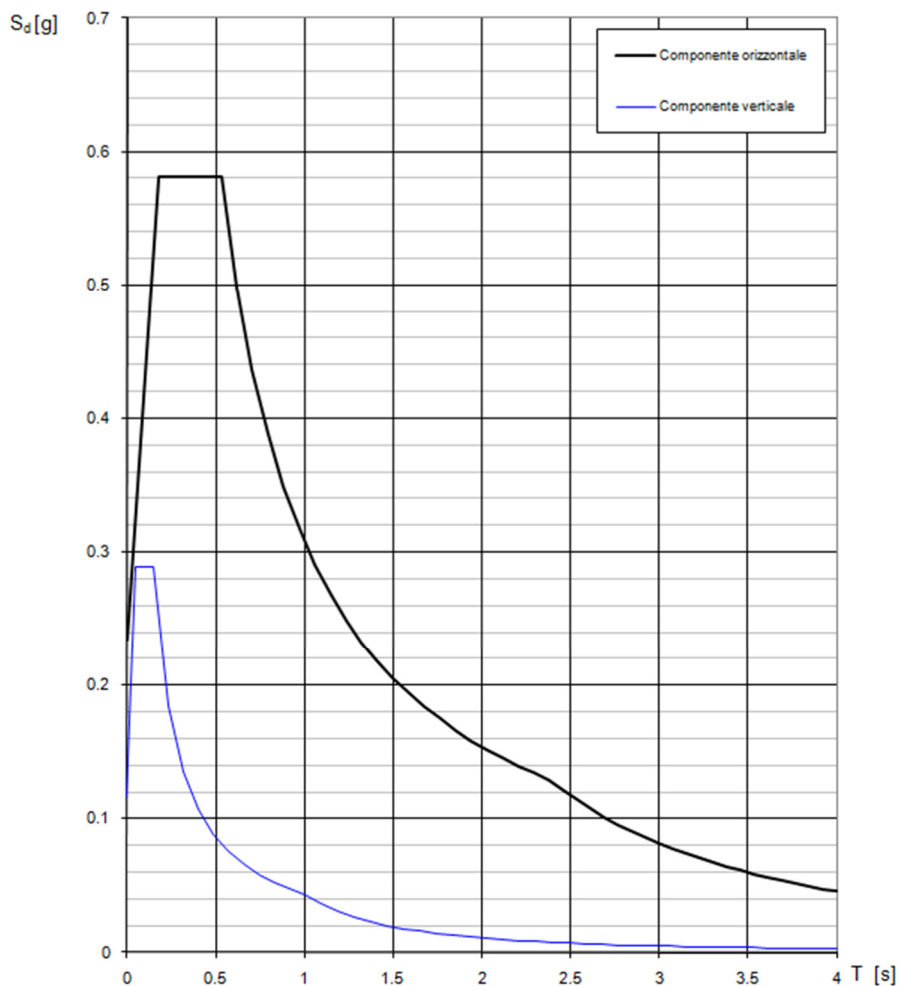
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	17 di 77

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_z	0.195 g
F_z	2.483
T_c	0.401 s
S_z	1.200
C_c	1.321
S_r	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_a	0.176 s
T_c	0.529 s
T_b	2.380 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_z \cdot S_r \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_b = 4,0 \cdot a_z / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_b \quad S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_b \quad S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_b \leq T \quad S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_b}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.234
T_a	0.176	0.581
T_c	0.529	0.581
	0.617	0.498
	0.705	0.436
	0.794	0.388
	0.882	0.349
	0.970	0.317
	1.058	0.291
	1.146	0.268
	1.234	0.249
	1.323	0.233
	1.411	0.218
	1.499	0.205
	1.587	0.194
	1.675	0.184
	1.763	0.174
	1.851	0.166
	1.940	0.159
	2.028	0.152
	2.116	0.145
	2.204	0.140
	2.292	0.134
T_b	2.380	0.129
	2.457	0.121
	2.535	0.114
	2.612	0.107
	2.689	0.101
	2.766	0.096
	2.843	0.091
	2.920	0.086
	2.997	0.081
	3.074	0.077
	3.152	0.074
	3.229	0.070
	3.306	0.067
	3.383	0.064
	3.460	0.061
	3.537	0.059
	3.614	0.056
	3.691	0.054
	3.769	0.052
	3.846	0.050
	3.923	0.048
	4.000	0.046

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>19 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	19 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	19 di 77								

6.5 Analisi pseudostatica

In condizioni sismiche, nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, possono essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.3.1 delle NTC 2008 e di seguito riportate:

$$a_H = k_H \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

$$a_v = 0$$

essendo

α = coefficiente di deformabilità (si veda figura seguente);

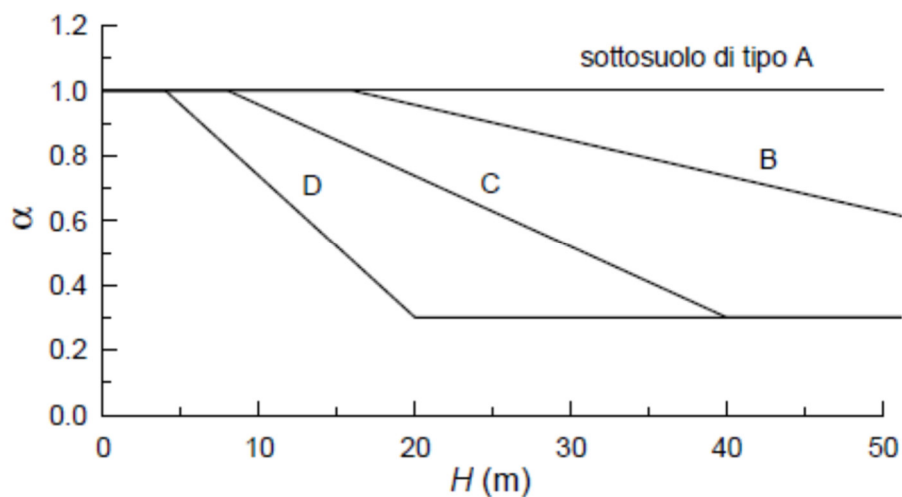


Figura 6 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

β = coefficiente di spostamento (si veda figura seguente); dove $u_s \leq 0.005H$ rappresenta il massimo spostamento che l'opera può tollerare senza perdite di resistenza.

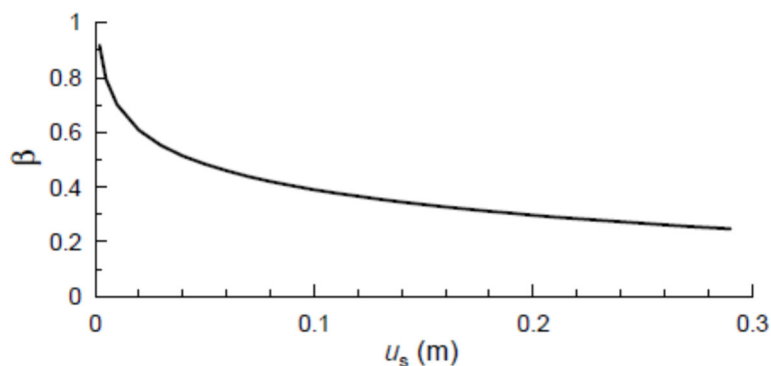


Figura 7 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ $\alpha \cdot \beta \leq 0.2 \cdot a_{max}/g$ deve assumersi $k_H = 0.2 \cdot a_{max}/g$.

I parametri che caratterizzano l'azione sismica sono riportati nella tabella seguente:

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>20 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	20 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	20 di 77								

Stato Limite	SLV
$a_{max} (g) = S_s * S_T * a_g / g$	0.234
Categoria del suolo	B

MODELLO DI CALCOLO	
Altezza paratia H (m)	11.4+0.8
Coefficiente di deformabilità α	1.0
Coefficiente di spostamento β	0.4295
$k_H = \alpha * \beta * a_{max} (g)$	0.100
$a_v =$	-

Tabella 6 - Verifica paratia - Parametri azione sismica.

6.5.1 Calcolo inerzia sismica sulla paratia

L'inerzia sismica della paratia è calcolata dal programma in automatico, attraverso la relazione:

$$F_h = a_H * W$$

6.5.2 Calcolo della spinta sismica

Nei modelli di calcolo si considera la spinta derivante dall'oscillazione del cuneo di terreno spingente con l'applicazione del diagramma triangolare di pressioni, tipico delle opere di sostegno, avente la risultante a 1/3 dell'altezza. La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
- L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Il coefficiente $K_{A/P}$ viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>21 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	21 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	21 di 77								

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

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

$\beta \leq \phi - \theta :$

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

$\beta > \phi - \theta :$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>22 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	22 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	22 di 77								

6.6 Verifiche agli stati limiti

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2008 al par.2.5.3:

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

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

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R , nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni, sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio.
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Tali verifiche sono state effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)
- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO)

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limite ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>23 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	23 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	23 di 77								

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1K</td> <td style="text-align: center;">01 C ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">TR1505 002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">24 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	24 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	24 di 77								

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Si ottengono le seguenti combinazioni di carico per le verifiche:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>25 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	25 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	25 di 77								

	A1+M1+R1
Peso proprio	1.00/1.35
Spinta terreno	1.35
Sovraccarico a tergo della paratia	1.50

	A2+M2+R2
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	1.30

	SISMA A0+M1+R1
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.20
Vento	0.00
Inerzia orizzontal + spinta sismica terreno	1.00

	SISMA A0+M2+R2
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.20
Vento	0.00
Inerzia orizzontale + spinta sismica terreno	1.00

	SLE - RARA a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	1.00

	SLE - FREQ a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.50

	SLE – QP a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.00

Tabella 7 - Coefficienti moltiplicativi delle condizioni di carico elementari.

6.7 Criteri di verifica strutturale

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>26 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	26 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	26 di 77								

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali condotte nel progetto.

6.7.1 Criteri di verifica delle sezioni in c.a.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

6.7.2 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione vengono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

6.7.3 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM14/01/2008.

6.8 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

stato limite delle tensioni in esercizio;

stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

$\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ per combinazione di carico caratteristica (rara);

$\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ per combinazione di carico quasi permanente;

$\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano aggressive e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai seguenti valori nominali:

$w_1 < 0.2 \text{ mm}$ per condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, in particolare per le zone a permanente contatto con il terreno (combinazione rara).

6.9 Metodo di analisi - calcolo paratia

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE PLUS prodotto dalla "CeAs" – Milano – ITA.

Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e di eventuali azioni concentrate sono stati esaminati con l'ausilio del programma di calcolo per l'analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE PLUS.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l'accento sull'aspetto dell'interazione "locale" fra parete e terreno.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>27 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	27 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	27 di 77								

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l'effettivo comportamento dell'opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

- -Analisi classica = viene eseguita una analisi all'equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un'analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall'Utente.
- -Analisi non lineare secondo un modello "a molle" elasto plastiche" per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

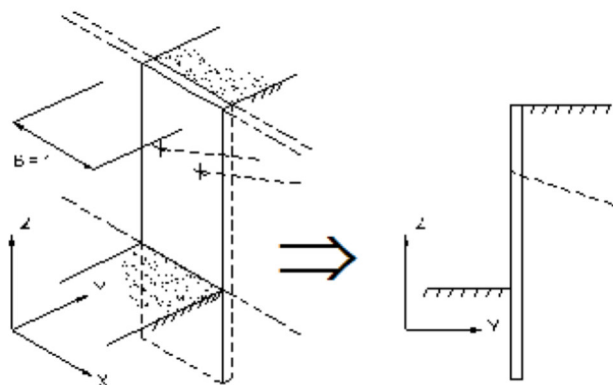
si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);

la parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;

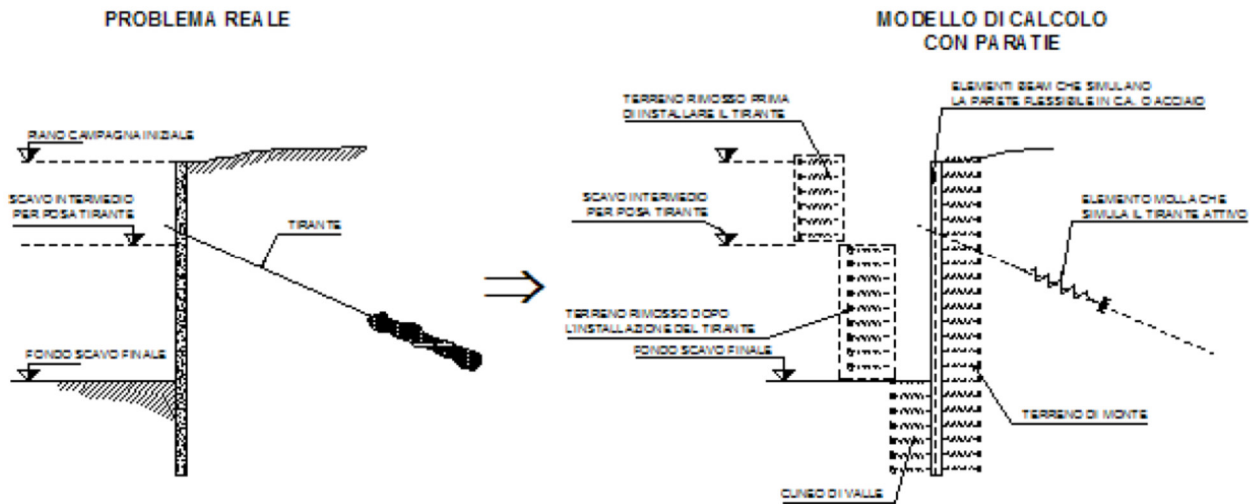
i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE PLUS è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.



La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "TRAVE SU SUOLO ELASTICO". Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>28 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	28 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	28 di 77								



Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidezza flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidezza K della "molla" viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$

dove

- a è un fattore di scala posto pari a 1
- E_s è il modulo di Young del terreno
- t è l'interasse della molla
- L è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro

Il valore di L è differente in funzione del lato della paratia considerato (monte o valle):

$$L_M = \frac{2}{3} \cdot H' \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$$

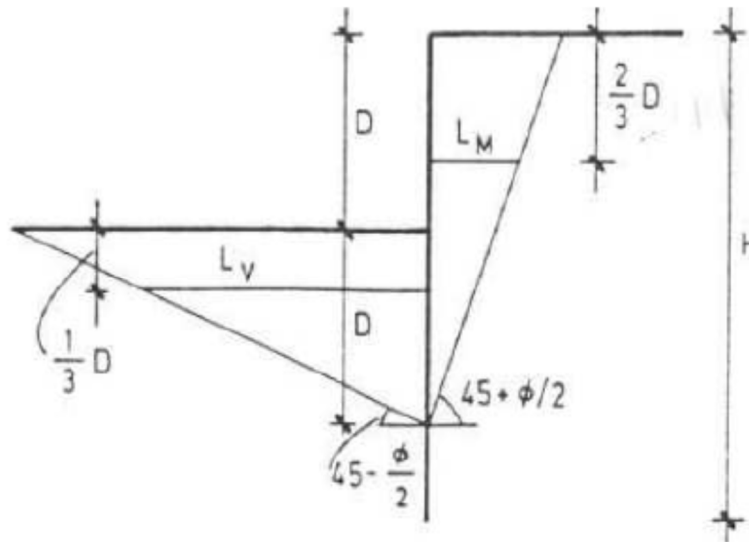
$$L_V = \frac{2}{3} \cdot (H' - D) \cdot \tan(45^\circ + \phi/2)$$

dove

- D è la profondità di scavo
- H è l'altezza totale del paramento
- H' è definito come $\min(2D, H)$

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di L_M e L_V :

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>29 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	29 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	29 di 77								



La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate e/o puntonate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati, ecc.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996)).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

Ne consegue che con questo strumento non possono essere valutati cedimenti o innalzamenti verticali del terreno in vicinanza dello scavo.

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

I contrasti sono schematizzati mediante elementi finiti che divengono attivi a partire dal momento in cui vengono inseriti. L'inserimento di tali elementi provoca nel modello due effetti:

l'insorgenza di una forza nel nodo di applicazione, corrispondente alla forza di coazione eventualmente imposta e la modifica delle rigidità globale della struttura (matrice di rigidità assemblata) attraverso l'aggiunta di un contributo pari alla rigidità del contrasto.

Quando, nelle fasi successive, in corrispondenza del nodo ove il contrasto è connesso viene a modificarsi lo spostamento, lo stato di sollecitazione nel tirante/puntone subirà incrementi pari all'incremento di spostamento moltiplicato per la rigidità. Nelle equazioni di equilibrio si tiene ovviamente conto delle variazioni di sforzo nei contrasti.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>30 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	30 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	30 di 77								

6.10 Fasi di calcolo

Si riportano nel seguito le fasi di calcolo analizzate.

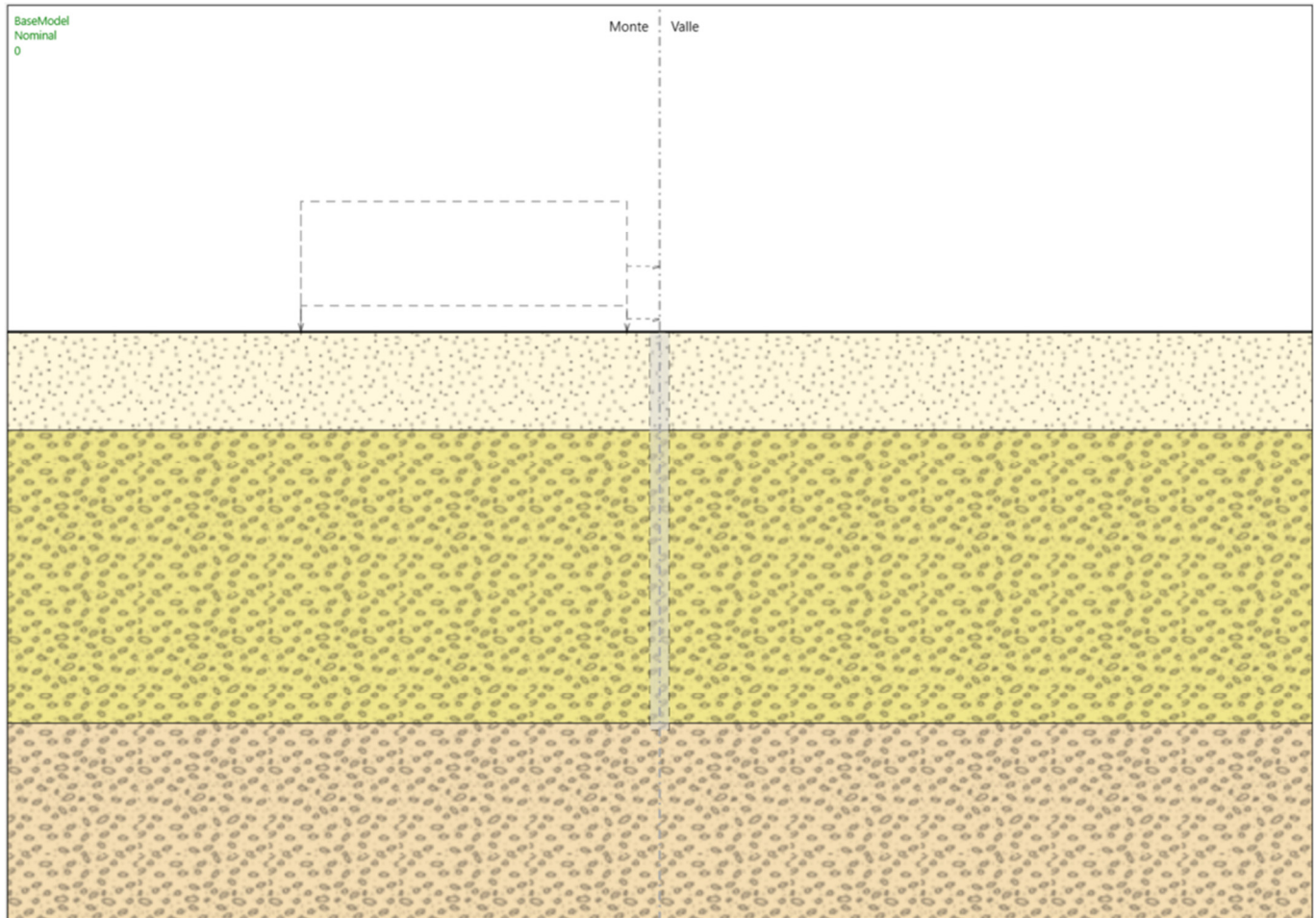


Figura 8 - Step 0: stato attuale.

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</p>												
<p>TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>31 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	31 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	31 di 77								

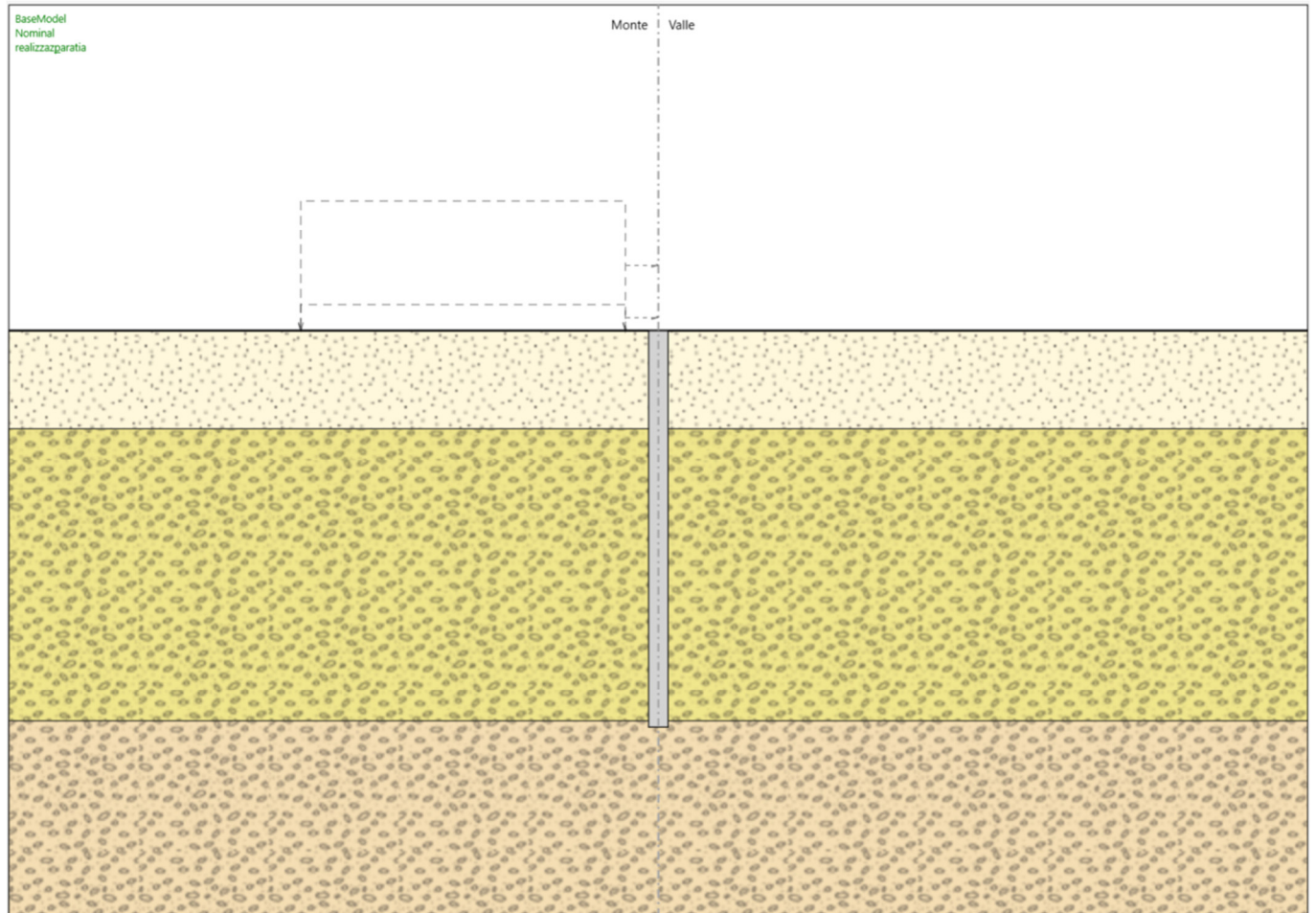


Figura 9 – Step 1: Realizzazione pali $\Phi 600$ $L=11.4(=L_p)+0.8(=L_{cord})=12.2$ m e realizzazione cordolo di testa.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	32 di 77

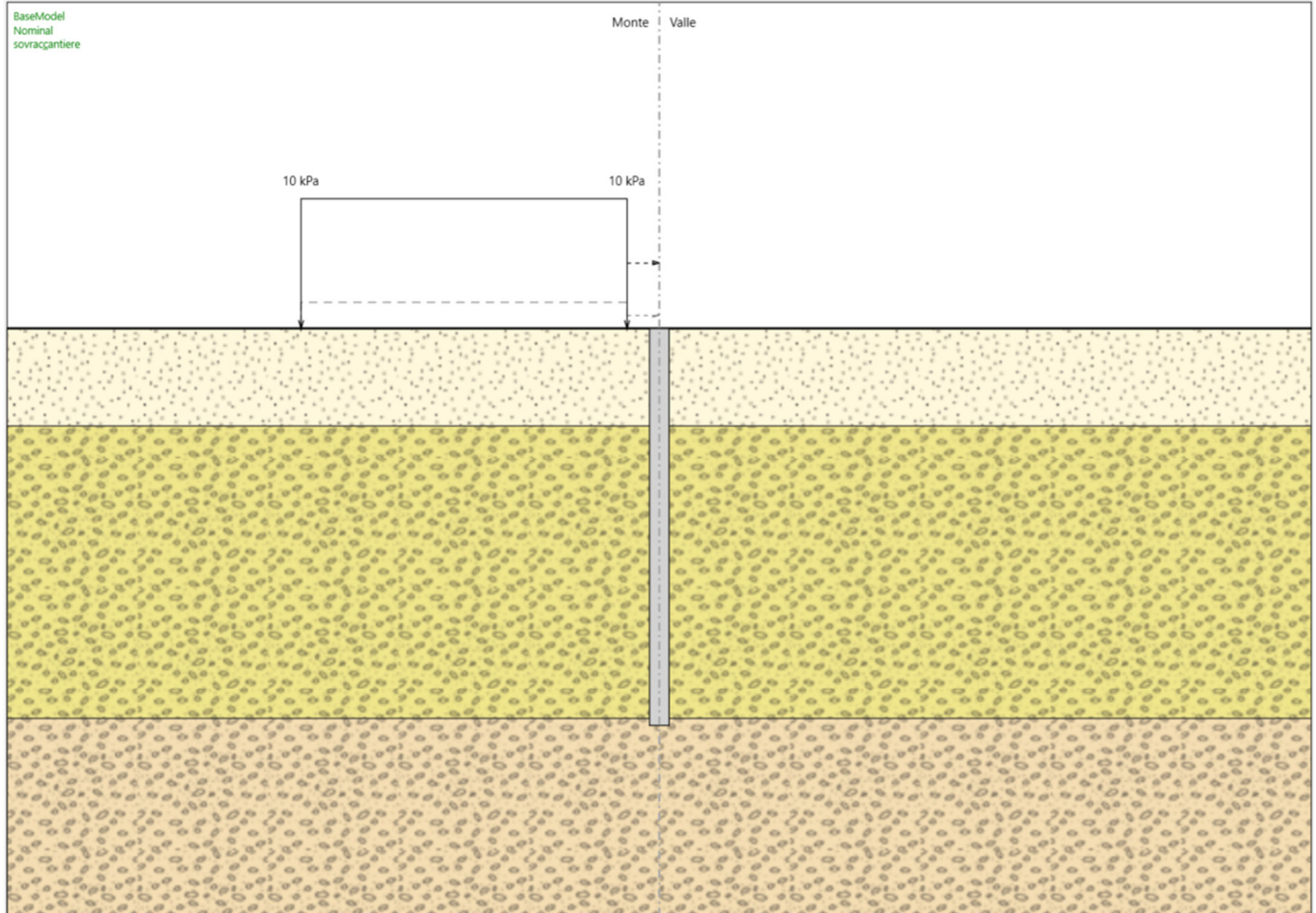


Figura 10 – Step 2: applicazione del sovraccarico di 10 kPa.

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI
DETTAGLIO

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	33 di 77

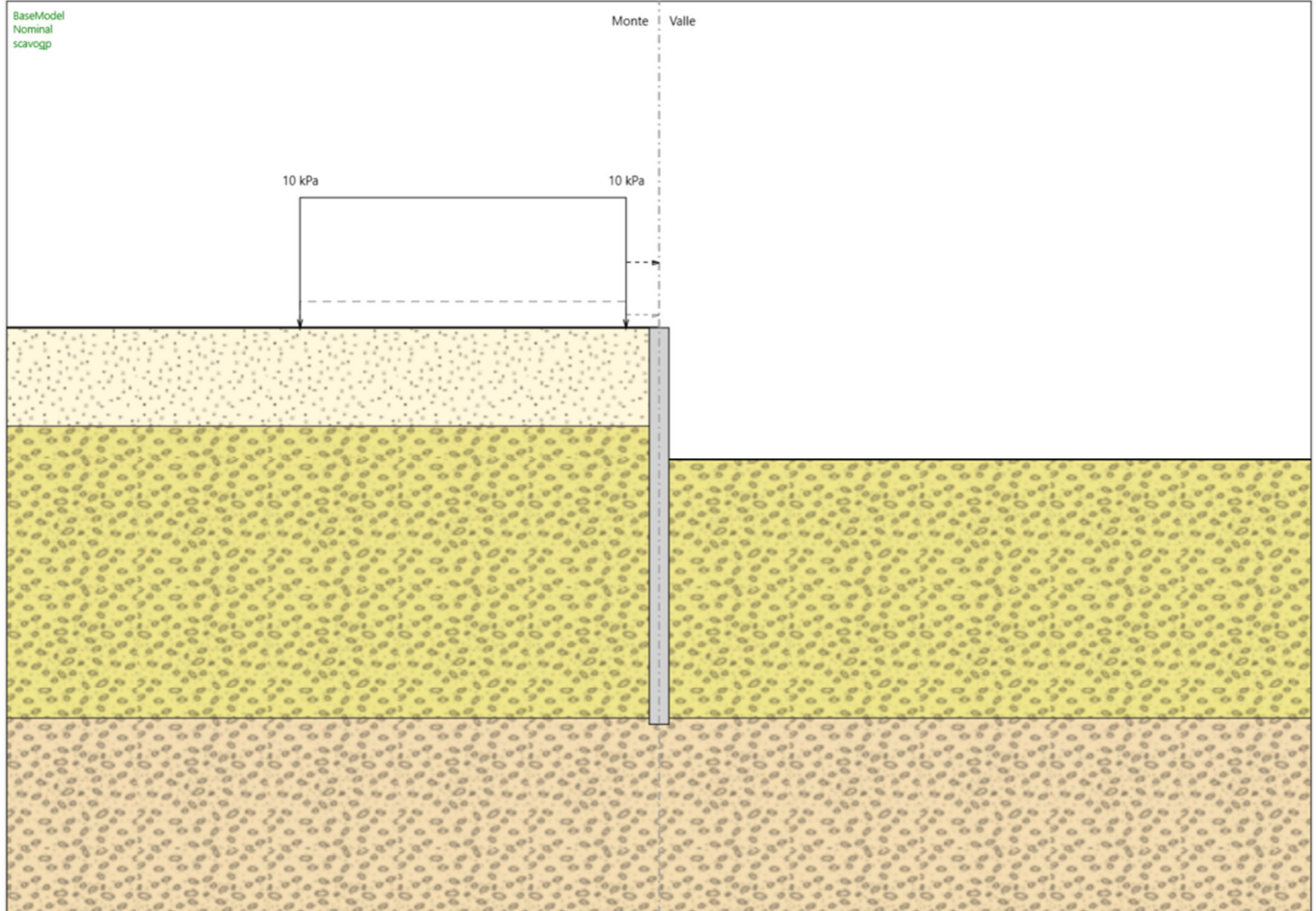


Figura 11 – Step 3: scavo fino a quota progetto.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>34 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	34 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	34 di 77								

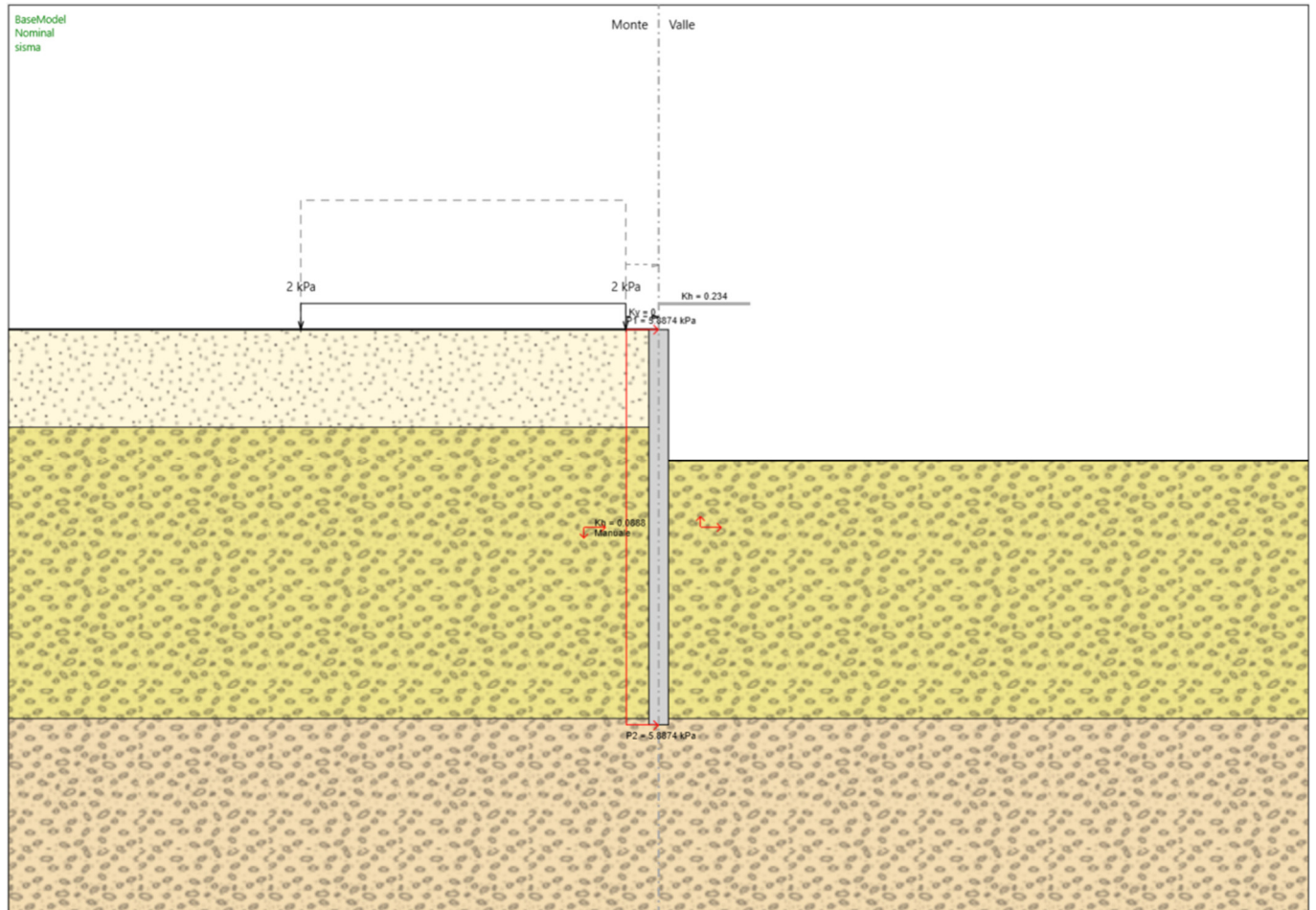


Figura 12 – Step 4: applicazione azione sismica. Sovraccarico accidentale pari a $0.2 \cdot 10 = 2 \text{ kPa}$, incremento di spinta sismica e inerzia della paratia applicati automaticamente dal programma di calcolo.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>35 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	35 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	35 di 77								

6.11 Stato limite ultimo STR e SIS

Nei grafici seguenti si riportano i momenti flettenti e le sollecitazioni taglianti

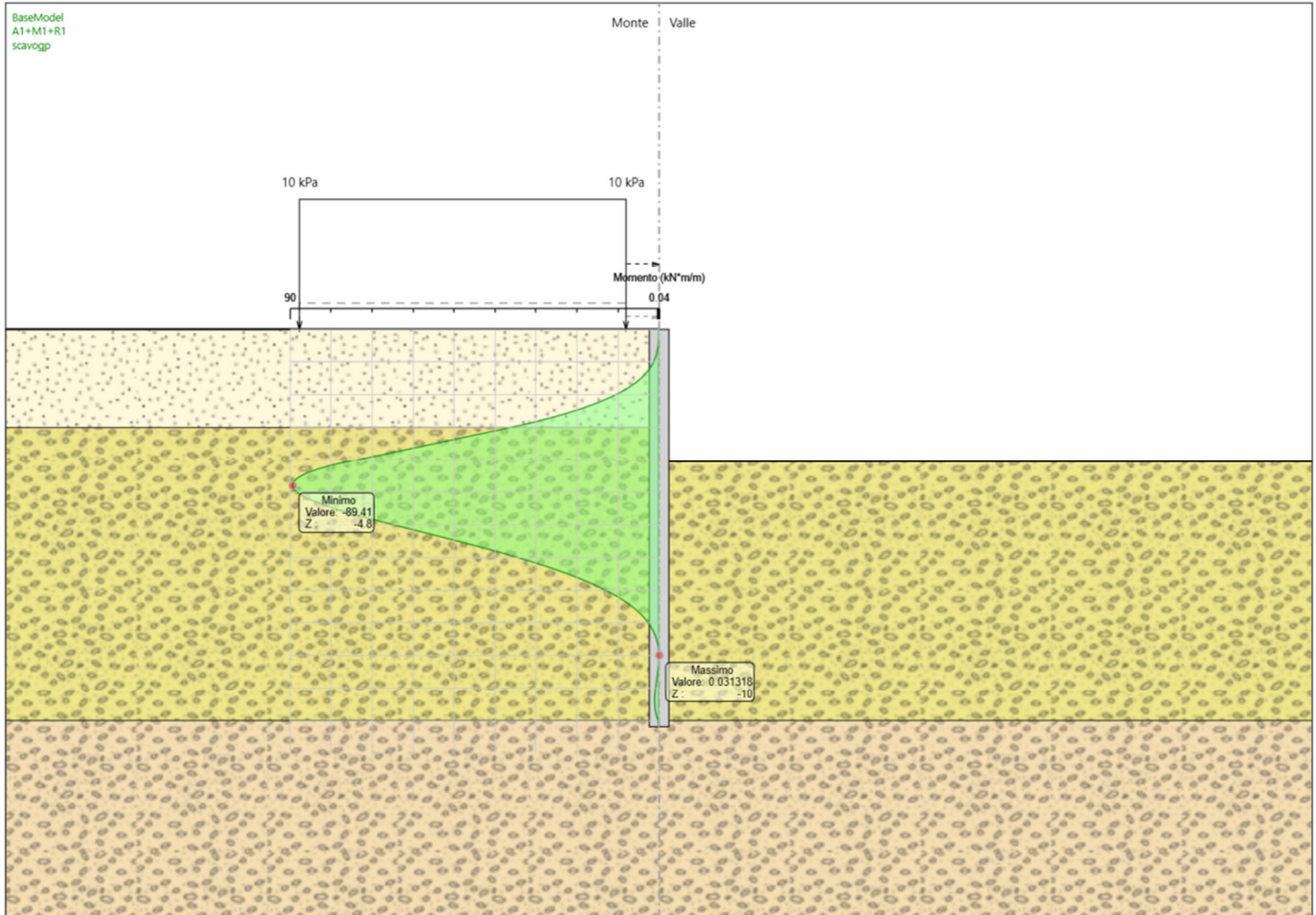


Figura 13 – Step 3: diagramma del momento flettente A1+M1.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	36 di 77

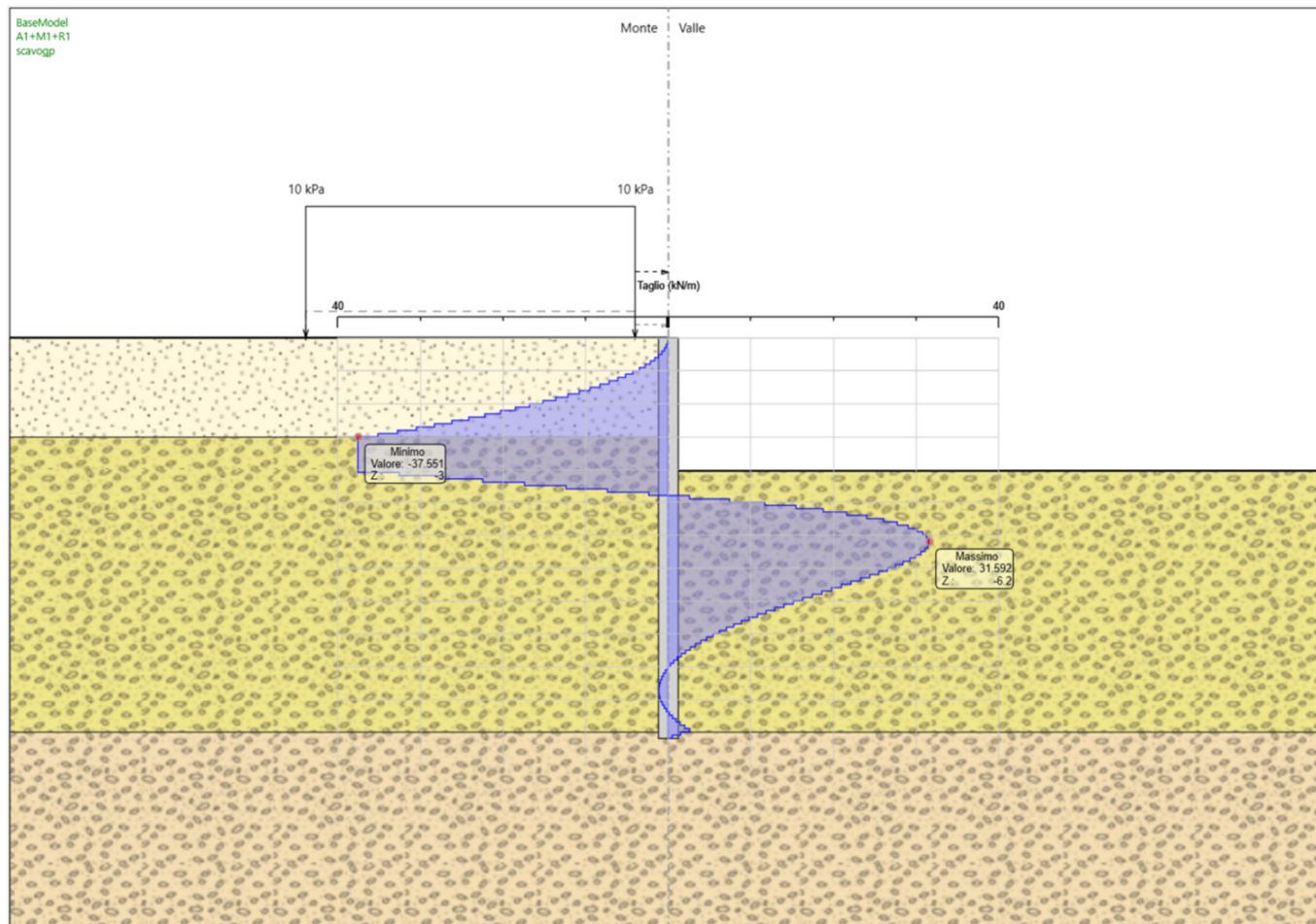


Figura 14 – Step 3: diagramma del taglio A1+M1.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	37 di 77

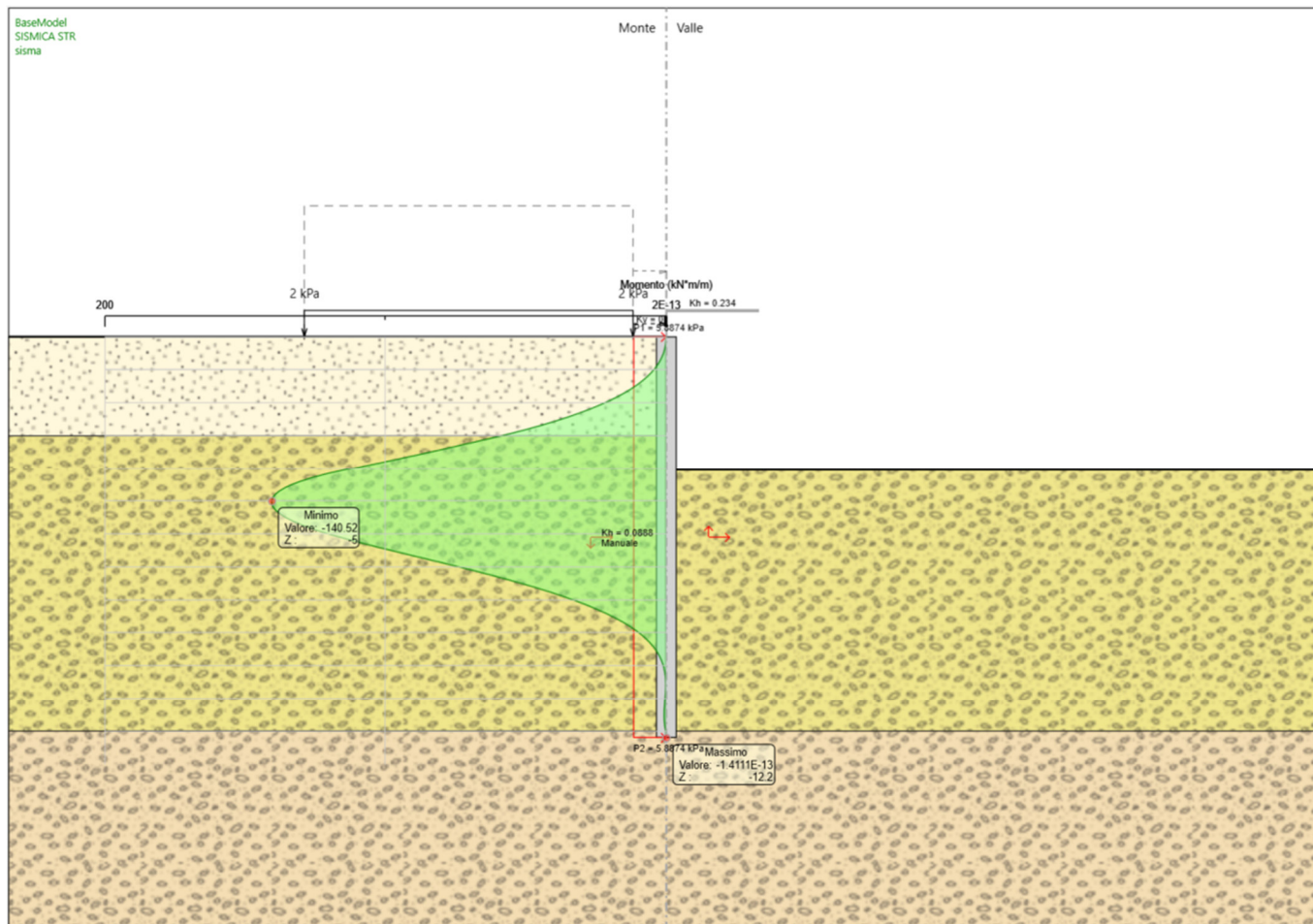


Figura 15 – Step 4: diagramma del momento flettente SISM.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	38 di 77

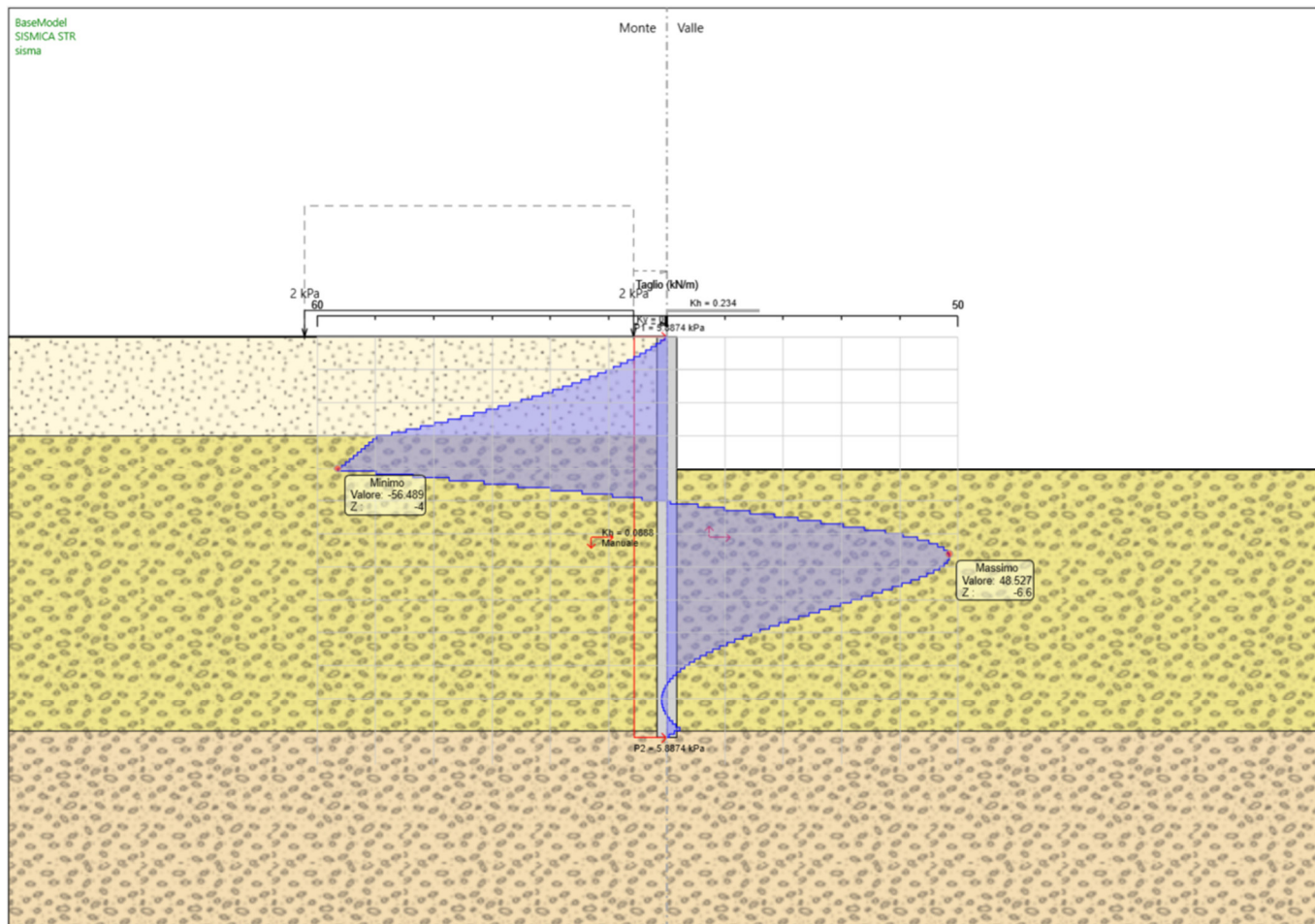


Figura 16 – Step 4: diagramma del taglio SISM.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>39 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	39 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	39 di 77								

6.12 Stato limite di esercizio

Si riporta il diagramma dei momenti flettenti relativo agli stati limite di esercizio.

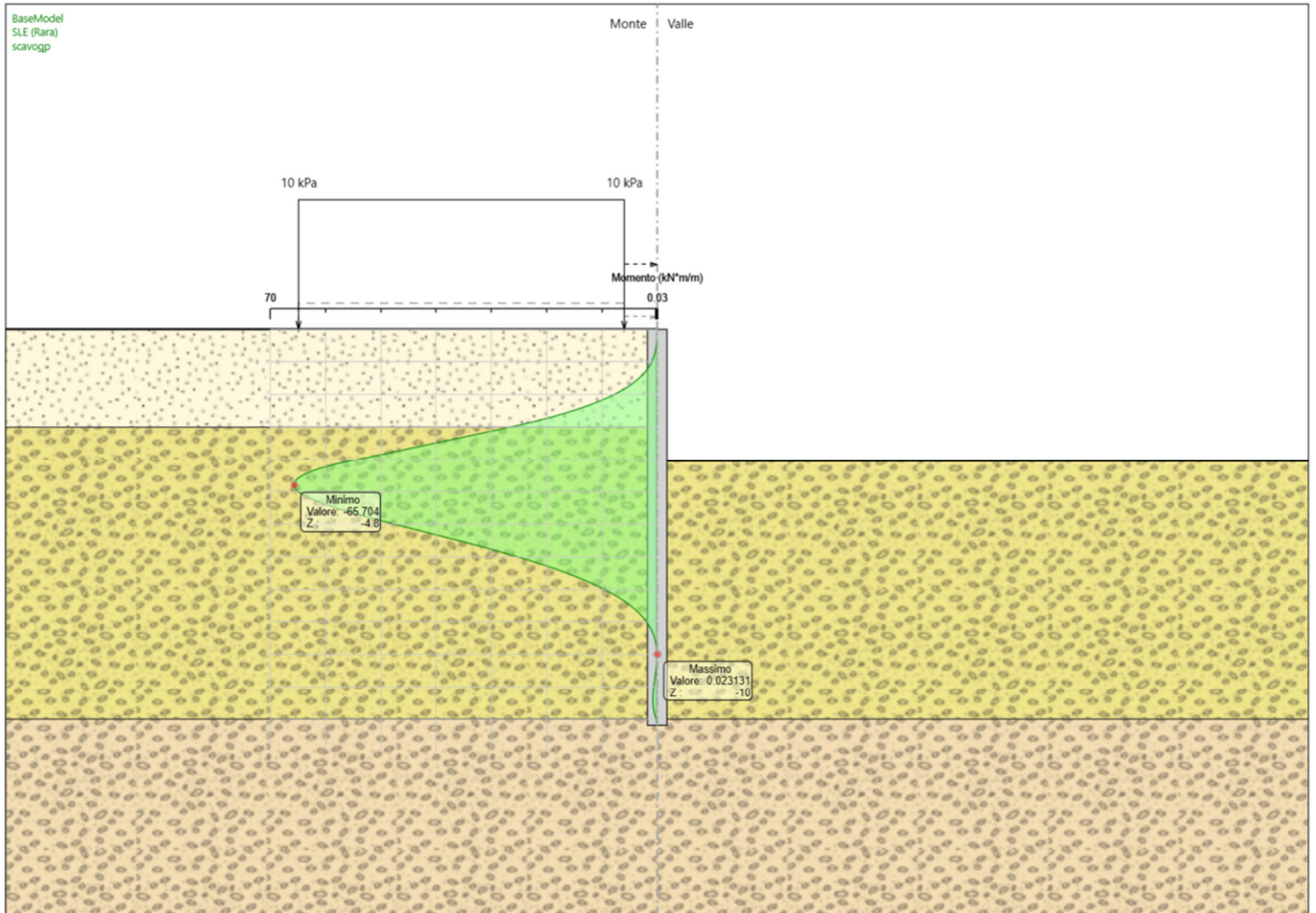


Figura 17 – Step 3: diagramma del momento SLE.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>40 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	40 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	40 di 77								

6.13 Spostamenti

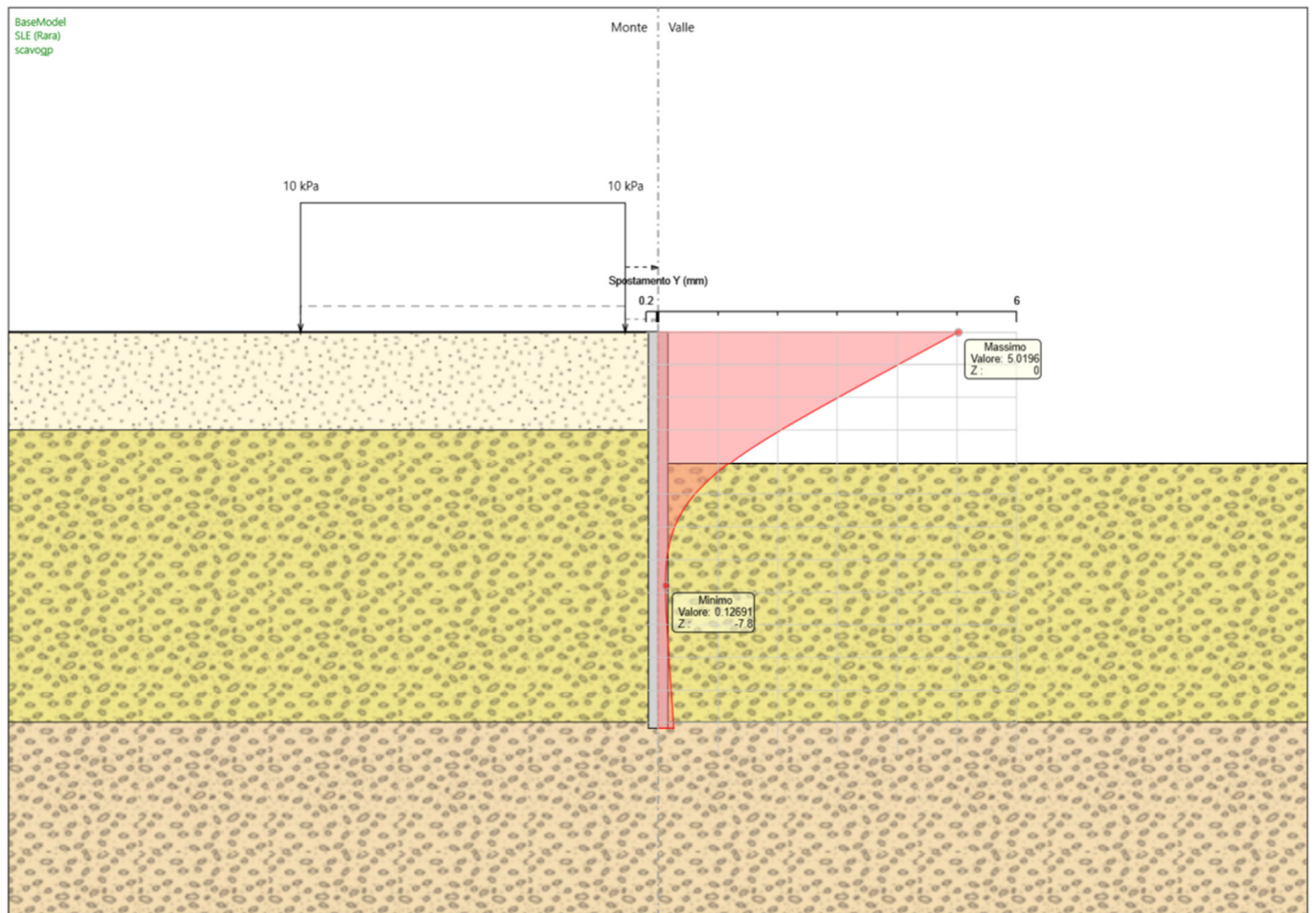


Figura 18 – Step 3: andamento dello spostamento SLE.

Lo spostamento massimo in testa è pari a 5 mm; tale spostamento è compatibile con la funzione dell'opera.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>41 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	41 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	41 di 77								

6.14 Sollecitazioni massime

Nella tabella che segue si riportano le sollecitazioni massime, sia a metro lineare che sul singolo palo, con cui si sono effettuate le verifiche.

COMBINAZIONE	FASE	z	M (kNm/m)	T (kN/m)	Mp (kNm)	Np (kN)	Tp (kN)
STR	3	4.8	89.41	37.55	71.39	72.80	30.04
SIS	4	5.0	140.52	56.49	112.42	55.34	45.19
SLE	3	4.8	65.70	-	52.56	53.93	-

I momenti positivi tendono le fibre controterra.

$$N_{Mmax} = N_{palo+} = (25 \cdot \pi \cdot 0.6^2 / 4) \cdot Z_{Mmax}$$

6.15 Verifiche strutturali

6.15.1 Sezione di verifica

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.60 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		540.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		450.0 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$:		1.00

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>42 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	42 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	42 di 77								

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 30.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

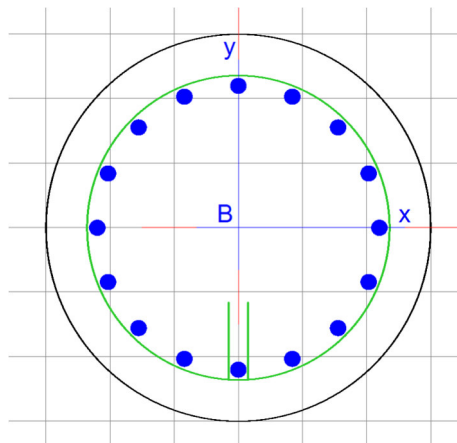
DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	22.0	16	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb. N Mx My Vy Vx

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>43 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	43 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	43 di 77								

1	72.80	71.39	0.00	30.04	0.00
2	55.34	112.42	0.00	45.19	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	53.93	52.56	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	72.80	71.39	0.00	72.65	385.38	0.00	5.40	34.6(4.2)
2	S	55.34	112.42	0.00	55.35	383.05	0.00	3.41	34.6(4.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.363	0.0	30.0	0.00202	0.0	22.0	-0.00615	0.0	-22.0
2	0.00350	0.360	0.0	30.0	0.00200	0.0	22.0	-0.00622	0.0	-22.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>44 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	44 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	44 di 77								

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000185576	-0.002067285	0.363	0.893
2	0.000000000	0.000187012	-0.002110364	0.360	0.890

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna.
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallele. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	30.04	523.73	434.67	43.7	53.6	2.500	1.018	0.8	11.3(0.0)
2	S	45.19	521.49	434.67	43.7	53.6	2.500	1.014	1.2	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	0.0	0.0	-18.9	0.0	-22.0	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta come fessurata solo se la trazione nel calcestruzzo supera f_{ctm} in almeno una combinazione

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3 = 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>45 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	45 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	45 di 77								

sr max Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 wk Massima distanza tra le fessure [mm]
 Mx fess. Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	76.97	0.00

- $\sigma_c = 2.08 \text{ Mpa} < 0.55 f_{ck} = 13.75 \text{ Mpa}$ per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**
- $\sigma_c = 2.08 \text{ Mpa} < 0.40 f_{ck} = 10.00 \text{ Mpa}$ per combinazione quasi permanente **verifica soddisfatta**
- $\sigma_s = 18.9 \text{ Mpa} < 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ Mpa}$ per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**
- $w = 0.000 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**

6.16 Verifiche geotecniche

6.16.1 Verifica della spinta passiva mobilitata

Viene analizzata la spinta passiva mobilitata per le combinazioni di carico più gravose.

Parete <paratia >

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) 0.18 D.A. A2+M2
 Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) 0.29 D.A. SISMICA GEO (sisma)

Dai tabulati sopra riportati emerge che il valore massimo di spinta mobilitata è pari al 29%, inferiore al limite del 100% consentito (R1=1).

6.16.2 Raggiungimento della resistenza del complesso opera-terreno

Nelle figure seguenti si riportano i risultati dell'analisi di stabilità globale eseguita nell'ultima fase di scavo in condizioni statiche e sismiche e superfici critiche analizzate nelle due condizioni. Si è impiegato il modulo VSP del software Paratie Plus e si è scelto il metodo di Bishop semplificato tenendo conto della paratia come vincolo geometrico. La verifica risulta essere più gravosa in condizioni sismiche geo; il coefficiente di sicurezza è pari a 1.899.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	46 di 77

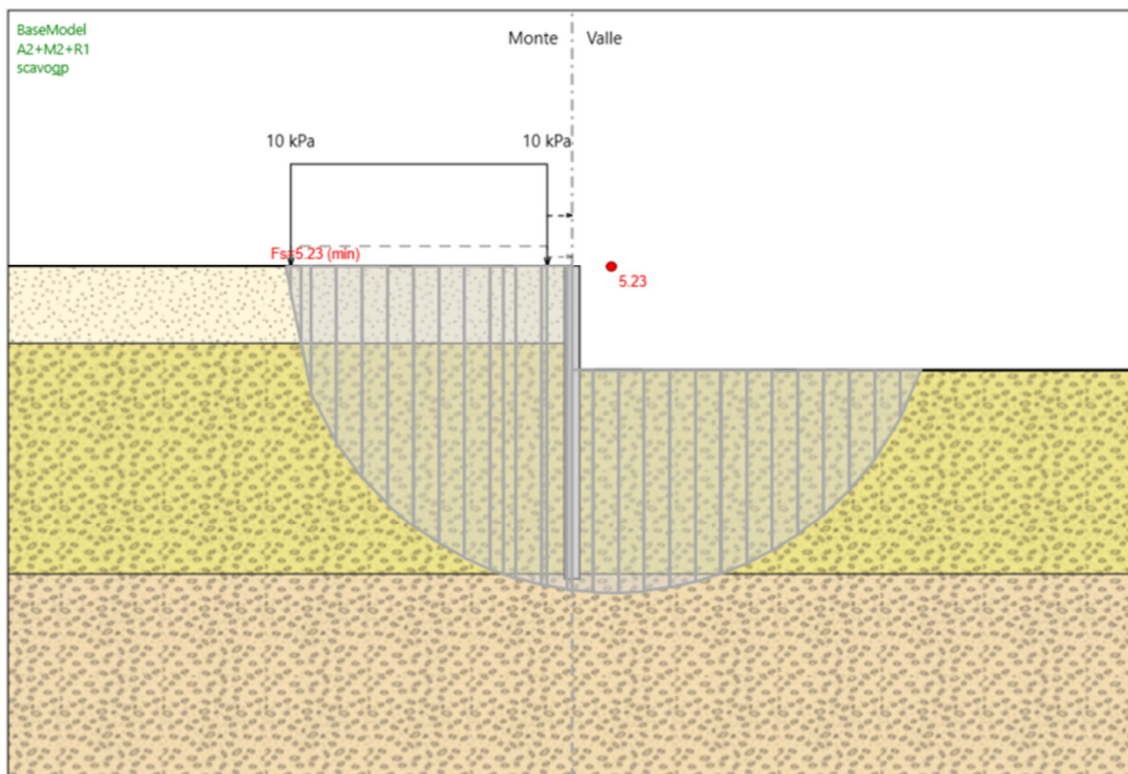


Figura 19 – Verifica di stabilità globale nell'ultima fase di analisi in condizioni statiche ($FS = 5.23$): superficie critica.

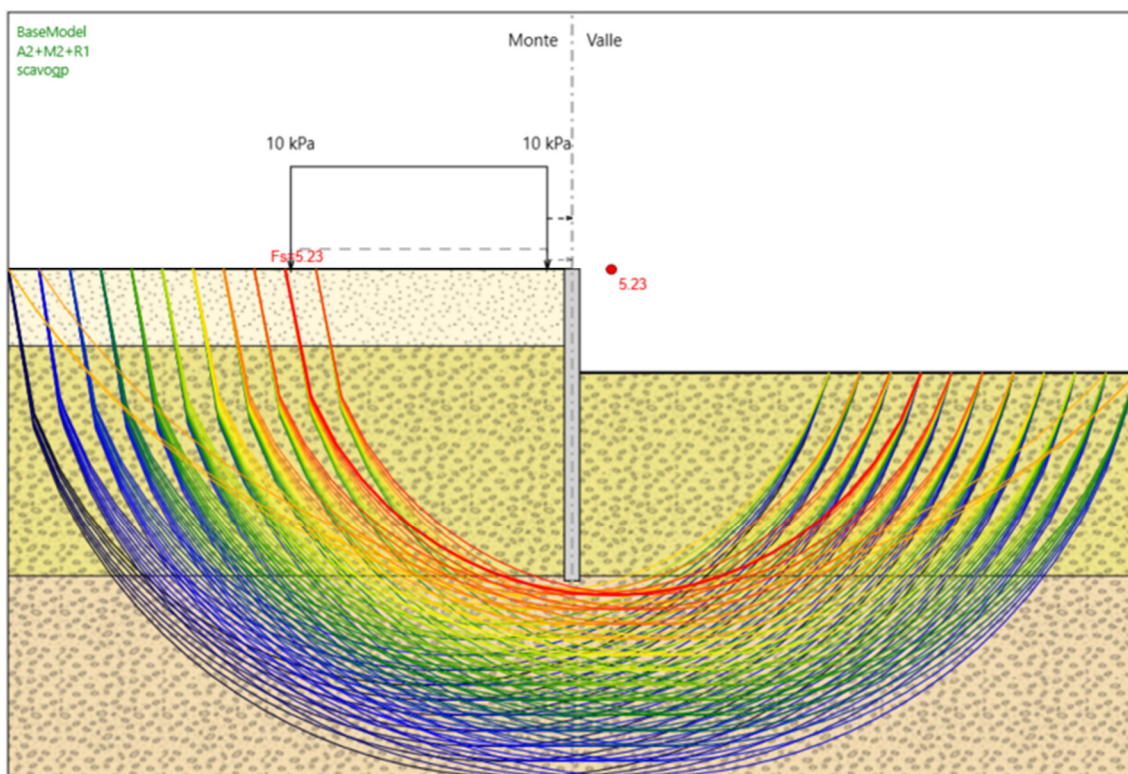


Figura 20 – Verifica di stabilità globale nell'ultima fase di analisi in condizioni statiche ($FS = 5.23$): superfici analizzate.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	47 di 77

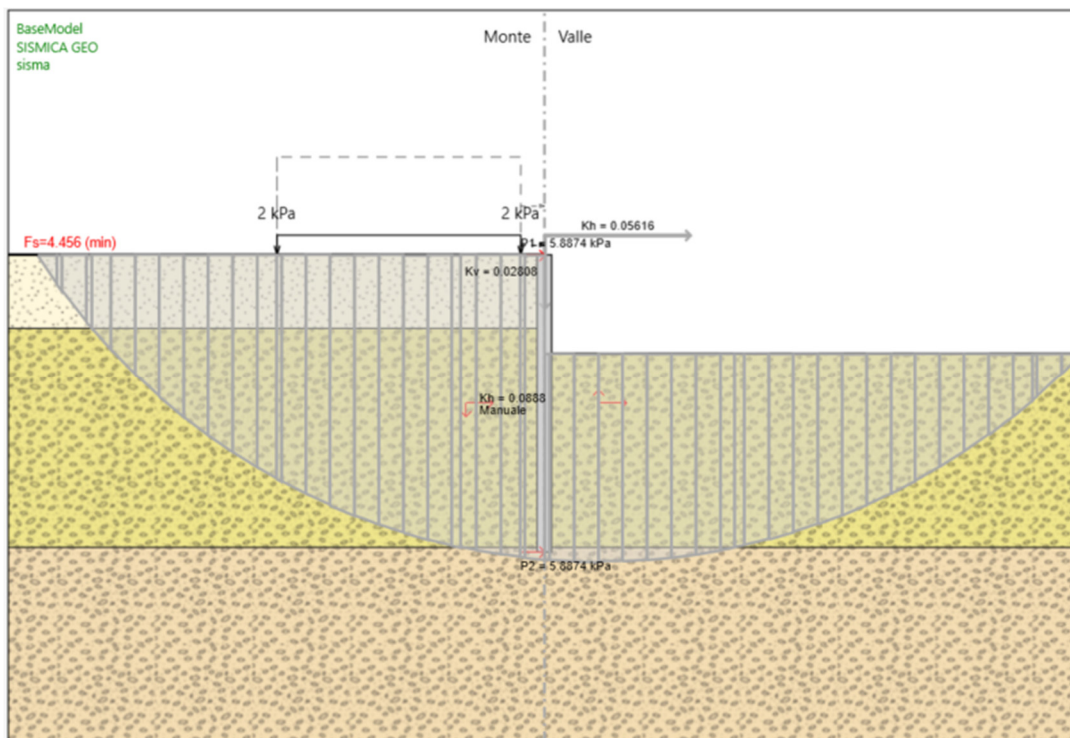


Figura 21 – Verifica di stabilità globale nell'ultima fase di analisi in condizioni sismiche ($FS = 4.456$): superficie critica.

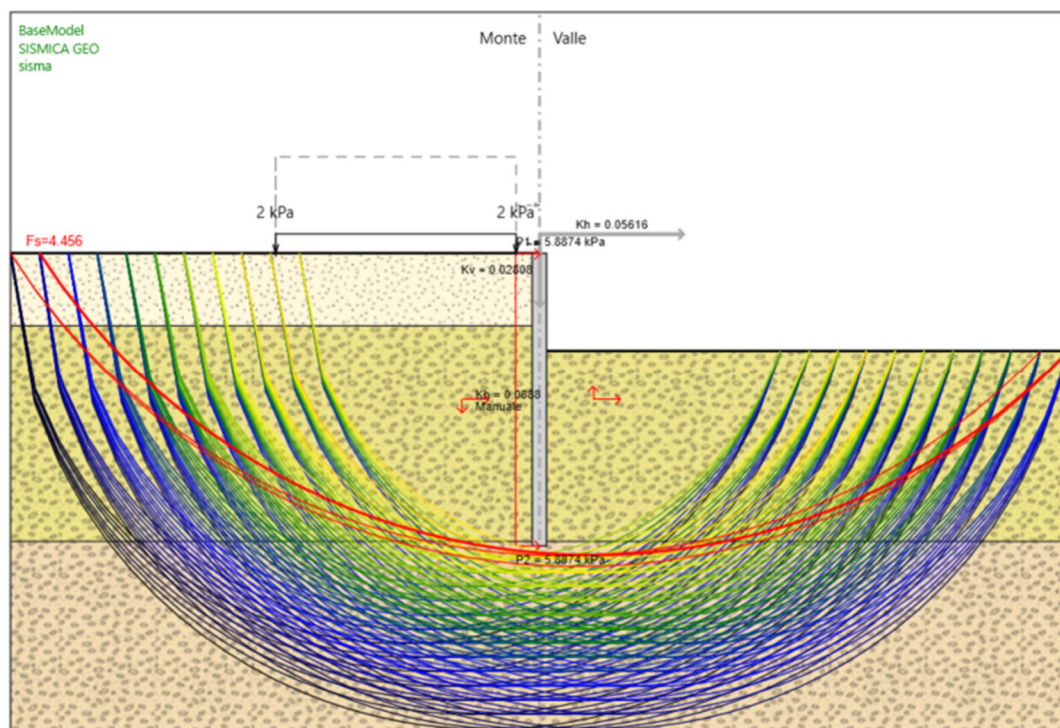


Figura 22 – Verifica di stabilità globale nell'ultima fase di analisi in condizioni sismiche ($FS = 4.456$): superfici analizzate.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>48 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	48 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	48 di 77								

7 MURO DI SOSTEGNO

7.1 Verifiche agli stati limite

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC08 al par.2.5.3:

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

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio;

sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi.

Tali verifiche sono state effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);

Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguente tabelle.

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

In particolare in condizioni sismiche devono essere condotte verifiche nei confronti dello stato limite di danno. Gli spostamenti permanenti indotti dal sisma devono essere compatibili con la funzionalità dell'opera e con quella di eventuali strutture o infrastrutture interagenti con essa.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>49 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	49 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	49 di 77								

Lo spostamento orizzontale massimo ammissibile in testa ad un'opera di sostegno di contenimento della sede ferroviaria può essere assunto, in condizioni sismiche, pari a 2 cm.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

Verifica del muro di sostegno

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- ribaltamento.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali;

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'approccio 1:

- Combinazione 2: A2+M2+R2

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 2.6.I e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1;
- Combinazione 2: A2+M2+R2.

Inoltre nella verifica a scorrimento e a ribaltamento dei muri di sostegno viene trascurata la resistenza passiva antistante il muro.

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI
DETTAGLIO
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	50 di 77

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	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

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>51 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	51 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	51 di 77								

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

7.2 Metodo di calcolo

L'analisi strutturale del muro di sostegno a fondazione diretta è stata condotta attraverso modelli di calcolo a mensola con incastro nella platea di fondazione (analisi del paramento) e con incastro nel paramento (analisi della fondazione lato valle e lato monte). Vista la geometria dell'opera a prevalente sviluppo longitudinale e le condizioni al contorno, le analisi e verifiche sono state effettuate prendendo in considerazione una porzione di muro corrispondente ad una larghezza unitaria.

Si riporta inoltre di seguito una breve sintesi della procedura proposta per il calcolo delle spinte orizzontali agenti sulla parete dell'opera di sostegno e delle azioni verticali agenti sulla zattera di fondazione.

7.2.1 CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE

Considerato un terrapieno con peso per unità di volume γ , sovraccarico uniforme su terrapieno q , condizioni drenate ed assenza di falda, si assume in genere la distribuzione di pressioni riportata nella Figura 23. Alla generica quota z dal piano campagna risulta:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Il problema si riconduce quindi al calcolo dei coefficienti di spinta attiva k_a o passiva k_p .

Con riferimento allo schema di Figura 24, in condizioni statiche il coefficiente di spinta attiva e quello di spinta passiva sono valutati attraverso le espressioni di Muller-Breslau (1924):

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	52 di 77

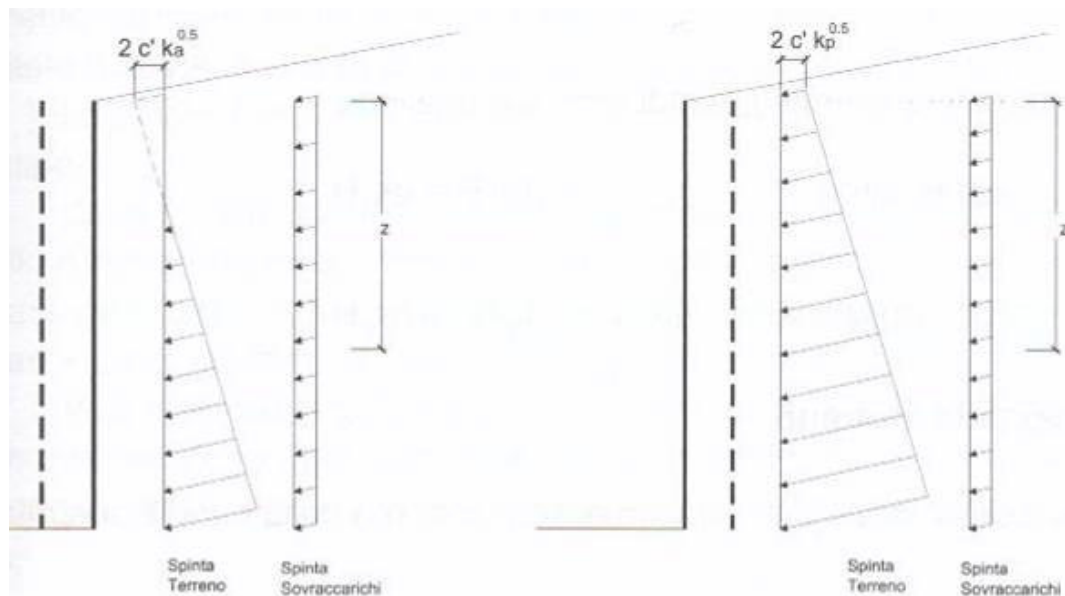


Figura 23 - Spinte orizzontali in condizioni statiche

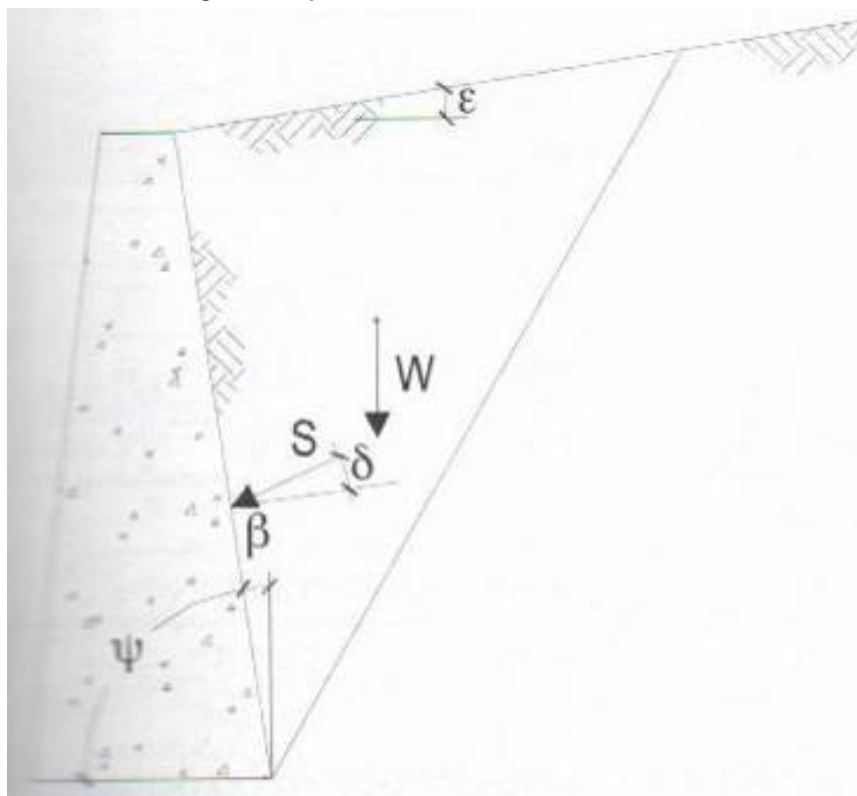


Figura 24 - Parametri geometrici per la valutazione dei coefficienti di spinta

Il coefficiente di spinta passiva ove necessario può essere valutato con l'espressione di Caquot-Kerisel (1948) attraverso la quale si tiene in conto l'effetto sulla spinta della creazione in rottura passiva di superfici di scorrimento non piane. Non considerare tale effetto significherebbe sovrastimare considerevolmente la pressione passiva.

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>53 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	53 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	53 di 77								

La distribuzione delle pressioni è da prassi considerata triangolare, mentre quella dei sovraccarichi è considerata costante con la profondità (rettangolare), per cui il punto di applicazione della spinta delle terre è posto a 1/3 dell'altezza del muro, mentre quella dei sovraccarichi è da considerarsi a metà dell'altezza del muro.

7.2.2 CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE

L'analisi delle spinte sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è eseguita attraverso metodi pseudo-statici. Nell'ipotesi di muro libero di muoversi in testa il metodo più appropriato è quello di Mononobe-Okabe il quale rappresenta un'estensione del criterio di Coulomb in cui il cuneo di rottura si muove come un corpo rigido soggetto ad accelerazioni verticali ed orizzontali. Tali accelerazioni sono espresse in funzione di opportuni coefficienti di intensità sismica k_v e k_h , menzionati anche dalle norme vigenti. Nel metodo considerato le condizioni di equilibrio limite sono espresse ancora da coefficienti di spinta attiva e passiva definiti a partire dalla geometria del sistema e dalle condizioni sismiche di calcolo.

Con riferimento allo schema di Figura 23, considerando un terreno in assenza di falda, si definisce:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo. (0.1)

ed i coefficienti di spinta sono definiti da:

per **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**
Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo. (0.2)

per **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**
Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo. (0.3)

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

La spinta del terreno in condizioni sismiche vale perciò:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

con inclinazione del piano di rottura valutabile attraverso l'espressione:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

essendo:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>54 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	54 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	54 di 77								

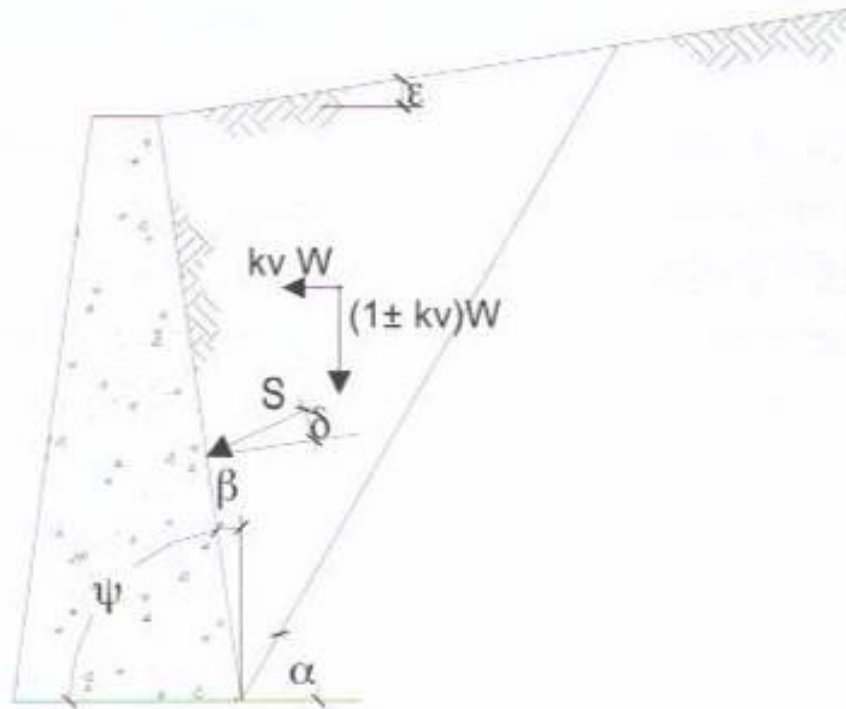


Figura 25- Azioni sismiche pseudo-statiche

Nel caso di terreno con presenza di falda e permeabilità inferiore a $5 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ si trascurano gli effetti idrodinamici dell'acqua maggiorando l'angolo **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.** secondo l'espressione:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

e la spinta agente sulla parete si definisce solo a mezzo di effetti statici:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Nel caso di valori maggiori di permeabilità va considerato anche l'effetto dinamico valutabile con l'espressione:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

L'azione è applicata ad un'altezza pari ad $0,4 \cdot H$ dalla base del muro.

7.2.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Sono state condotte, in accordo con la normativa vigente le seguenti verifiche globali di carattere geotecnico:

- verifica al ribaltamento
- verifica allo scorrimento, trascurando il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore.
- verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Meyerhof.

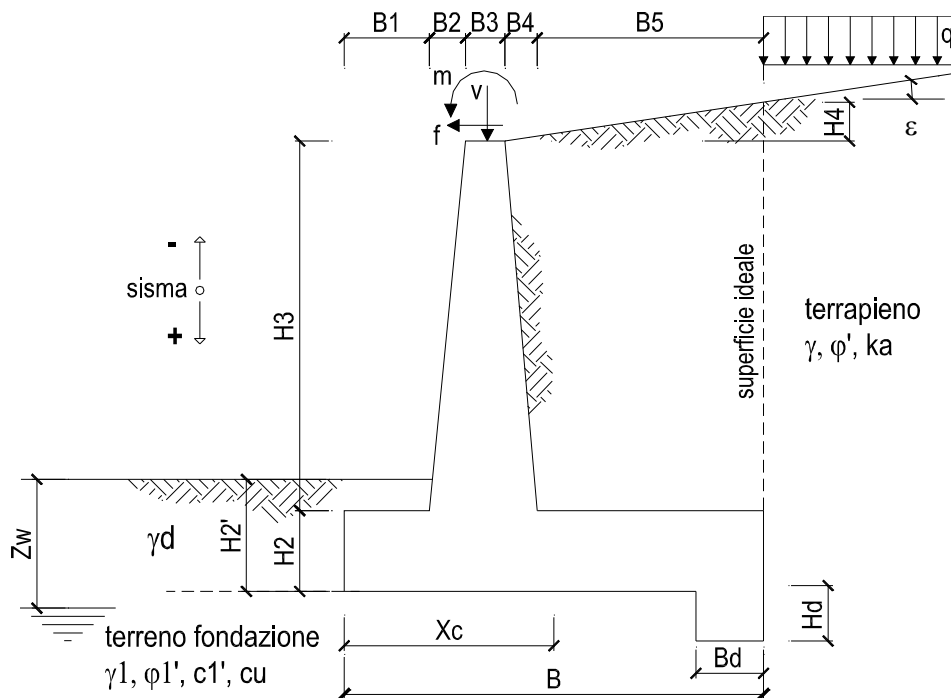
7.2.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Sono state condotte, infine, le verifiche locali degli elementi che costituiscono l'opera di sostegno, valutando in corrispondenza delle sezioni caratteristiche le sollecitazioni esterne e i corrispondenti stati tensionali. Le sezioni di

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>55 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	55 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	55 di 77								

riferimento sono indicate nei report di calcolo. Le azioni sul paramento sono valutate considerando quest'ultimo incastrato nella soletta di fondazione. Le azioni sulla soletta di fondo (monte e valle) sono valutate col metodo del trapezio delle tensioni considerando questa incastrata al paramento.

7.3 Analisi e verifica muro



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4,70	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3,10	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0,40	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0,70	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2,00	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1,55	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25,00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI
DETTAGLIO

TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	56 di 77

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALICalcestruzzo

classe cls

Rck	37	(MPa)
fck	30	(MPa)
fcm	38	(MPa)
Ec	32837	(MPa)
α_{cc}	0,85	
γ_c	1,50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	17,00	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	2,90	(MPa)

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche

σ_c	12	Mpa
σ_f	337,5	Mpa

condizioni sismiche

σ_c	11	Mpa
σ_f	260	Mpa

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	<input type="text" value="w1"/>	0,2	mm
Quasi Permanente	<input type="text" value="w1"/>	0,2	mm

Acciaio

tipo di acciaio

f _{yk}	=	450	(MPa)
γ_s	=	1,15	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E$	=	391,30	(MPa)
E _s	=	210000	(MPa)
ϵ_{ys}	=	0,19%	

coefficiente omogeneizzazione acciaio n = 15

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 4,00 (cm)

Interfero tra I e II strato

i_{I-II} = 5,00 (cm)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>57 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	57 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	57 di 77								

7.3.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Dati Geotecnici			valori caratteristici		valori di progetto	
			SLE		STR/GEO	EQU
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	30,00	24,79	24,79
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19,00	19,00	19,00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	0,00	0,00	0,00
Condizioni			<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate			
Dati Terreno Fondazione	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	20,00	16,00	16,00
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\varphi1'$	35,00	29,26	29,26
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	14,00	14,00	14,00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	14,00	14,00	14,00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	7,00		
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	125000		

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0,195	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1,2	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0,24	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,05616	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k_v	0,0281	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	<input type="radio"/>
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	<input checked="" type="radio"/>
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	<input type="radio"/>
	SLE (DM88)			<input type="radio"/>
altro			<input type="radio"/>	

Coefficienti di sicurezza

	<u>Scorrimento</u>	<u>Ribaltamento</u>	<u>Carico limite</u>
Statico	1,43	2,22	3,09
Sismico	1,15	2,02	1,70

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	(B2*H3* γ_{cls})/2	(kN/m)	0,00	0,00
Pm2 =	(B3*H3* γ_{cls})	(kN/m)	47,00	42,30
Pm3 =	(B4*H3* γ_{cls})/2	(kN/m)	0,00	0,00
Pm4 =	(B*H2* γ_{cls})	(kN/m)	31,00	27,90
Pm5 =	(Bd*Hd* γ_{cls})	(kN/m)	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	78,00	70,20

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>58 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	58 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	58 di 77								

Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0	178,60	160,74
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')/2$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sovr =	$qp \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	0	178,60	160,74

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

			SLE	STR/GEO	EQU
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	42,30	42,30	38,07
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	48,05	48,05	43,25
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	90,35	90,35	81,32

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	6	375,06	337,55
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	6	375,06	337,55

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$\cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$\cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0	

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	4,38
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	2,19

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	10,03
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	5,02

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>59 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	59 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	59 di 77								

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	7,26
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0,35
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	7,61

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	1,19
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	0,00
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	1,35
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	2,54

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	27,58
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0,00
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0,00
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	27,58

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	10,53
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0,00
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0,00
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	10,53

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		(kN/m)	SLE	STR/GEO	EQU
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	82,37	101,09	111,20
Sq perm =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	$q \cdot (H2 + H3 + H4 + Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione statica

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>60 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	60 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	60 di 77								

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	82,37	101,09	111,20
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p \cdot 0.5 + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H^2) \cdot H$	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p \cdot 0.5 + \gamma_1 \cdot 1 \cdot k_p \cdot H^2) \cdot H$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	---	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	140,0		
)	2	171,86	189,05
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma \cdot 1 \cdot H^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p \cdot 0.5 + \gamma \cdot 1 \cdot k_p \cdot H^2) \cdot H^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext3 =	$(vp+v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0,90	0,90	0,81

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N =	$Pm + Pt + v + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	257,6	
		0	(kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sth + Sqh + f$	101,0	
		9	(kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	$\tan \phi_1'$	0,56	(-)
-----	----------------	------	-----

Fs scorr.	(N*f + Sp) / T	1,43	>	1
------------------	-----------------------	-------------	-------------	----------

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>61 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	61 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	61 di 77								

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)					
Ms =	Mm + Mt + Mfext3		419,6	(kNm/m	
			8)	
Momento ribaltante (Mr)					
Mr =	MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp		189,0	(kNm/m	
			5)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr		2,22	>	1

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)			Nmin	Nmax	
N =	Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)		257,6		
			0	257,60	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)					
T =	Sth + Sqh + f - Sp		101,0		
			9	101,09	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)					
MM =	ΣM		294,4		(kNm/m
			5	294,45)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)					
M =	Xc*N - MM		104,8		(kNm/m
			3	104,83)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.		16,00	(kPa)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.		29,26	(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.		14,00	(kN/m ³)
q0 = γd * H2'	sovraccarico stabilizzante		5,60	(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità		0,41	0,41 (m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente		2,29	2,29 (m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>62 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	62 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	62 di 77								

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\varphi'))}$ (1 in cond. nd)	16,92	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi')$ (2+π in cond. nd)	28,42	(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\varphi')$ (0 in cond. nd)	20,08	(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

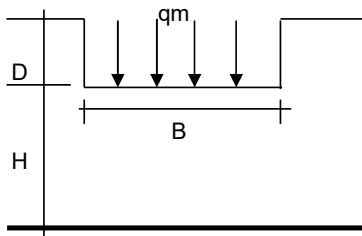
$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \cotg(\varphi')))^m$ (1 in cond. nd)	0,47	0,47	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$	0,44	0,44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \cotg(\varphi')))^{m+1}$	0,32	0,32	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario)	348,3 4	348,34	(kN/m ²)
------------------------------------	------------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	N_{min}	3,09	>	1
		N_{max}	3,09	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	257,60	(kN/m)
M	72,99	(kNm/m)
$e = M/N$	0,28	(m)
B^*	2,53	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

$D =$	0,40	(m)
$D/B^* =$	0,16	(m)
$H_s/B^* =$	2,76	(m)

Carico unitario medio (q_m)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 101,69 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0,955 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0,81 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 1,59 \quad (\text{mm})$$

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

$Sst1 \text{ stat} = 0,5 * \gamma' * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_a$	(kN/m)	82,37	101,09	101,09
$Sst1 \text{ sism} = 0,5 * \gamma' * (1 + k_v) * (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 * k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	10,72	12,20	12,20

SLE	STR/GEO	EQU
-----	---------	-----

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>63 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	63 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	63 di 77								

Ssq1 perm=	$qp*(H2+H3+H4+Hd)*kas^*$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc =	$qs*(H2+H3+H4+Hd)*kas^*$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica +					
Sst1h stat =	$Sst1\ stat*cos\delta$	(kN/m)	82,37	101,09	101,09
Sst1h sism =	$Sst1\ sism*cos\delta$	(kN/m)	10,72	12,20	12,20
Ssq1h perm=	$Ssq1\ perm*cos\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc=	$Ssq1\ acc*cos\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica +					
Sst1v stat =	$Sst1\ stat*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sst1v sism =	$Sst1\ sism*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v perm=	$Ssq1\ perm*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc=	$Ssq1\ acc*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
Sp=	$\frac{1}{2}*\gamma_1*(1+kv)\ Hd^2*kps^+ + (2*c_1*kps^{+0.5} + \gamma_1*(1+kv)\ kps^+*H2^*)*Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

SLE	STR/GEO	EQU
-----	---------	-----

MSst1 stat =	$Sst1h\ stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	140,02	171,86	171,86
MSst1 sism=	$Sst1h\ sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	18,23	20,73	20,73
MSst2 stat =	$Sst1v\ stat * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	$Sst1v\ sism * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	$Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	$Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSP =	$\gamma_1*Hd^3*kps^+/3 + (2*c_1*kps^{+0.5} + \gamma_1*kps^+*H2^*)*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)		0,00	
Mfext2 =	$(fp+fs)*(H3 + H2)$	(kNm/m)		0,00	
Mfext3 =	$(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0,90	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 264,81 \quad (kN/m)$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh \quad 127,70 \quad (kN/m)$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = tg\phi_1' \quad 0,56 \quad (-)$$

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>64 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	64 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	64 di 77								

$$F_s = (N \cdot f + S_p) / T \quad 1,16 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 466,31 \text{ (kNm/m)}$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} \quad 214,71 \text{ (kNm/m)}$$

$$F_r = M_s / M_r \quad 2,17 > 1$$

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr \text{ acc}) \quad \begin{matrix} N_{min} & N_{max} \\ 264,81 & 264,81 \end{matrix} \text{ (kN/m)}$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p \quad 127,70 \text{ (kN/m)}$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = \sum M \quad 251,60 \quad 251,60 \text{ (kNm/m)}$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = X_c \cdot N - MM \quad 158,85 \quad 158,85 \text{ (kNm/m)}$$

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$c' \quad \text{coesione terreno di fondaz.} \quad 16,00 \quad \text{(kN/mq)}$$

$$\varphi_1' \quad \text{angolo di attrito terreno di fondaz.} \quad 29,26 \quad (^\circ)$$

$$\gamma_1 \quad \text{peso unità di volume terreno fondaz.} \quad 14,00 \quad \text{(kN/m}^3\text{)}$$

$$q_0 = \gamma_d \cdot H_2' \quad \text{sovraccarico stabilizzante} \quad 5,60 \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$

$$e = M / N \quad \text{eccentricità} \quad 0,60 \quad 0,60 \quad \text{(m)}$$

$$B^* = B - 2e \quad \text{larghezza equivalente} \quad 1,90 \quad 1,90 \quad \text{(m)}$$

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>65 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	65 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	65 di 77								

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\varphi'))}$ (1 in cond. nd)	16,92	(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi')$ (2+ π in cond. nd)	28,42	(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\varphi')$ (0 in cond. nd)	20,08	(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \cotg(\varphi')))^m$ (1 in cond. nd)	0,36	0,36	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$	0,32	0,32	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \cotg(\varphi')))^{m+1}$	0,22	0,22	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim} (carico limite unitario)	237,02	237,02	(kN/m ²)
------------------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B' / N$	N_{min}	1,70	>	1
		N_{max}	1,70	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
$Sst1_{stat} = 0,5 * \gamma' * (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 * k_a$	(kN/m)	82,37	101,09	101,09
$Sst1_{sism} = 0,5 * \gamma' * (1 - kv) * (H2 + H3 + H4 + Hd)^2 * k_{as} - Sst1_{stat}$	(kN/m)	6,12	6,55	6,55
$Ssq1_{perm} = q_p * (H2 + H3 + H4 + Hd) * k_{as}$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1_{acc} = q_s * (H2 + H3 + H4 + Hd) * k_{as}$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente orizzontale condizione sismica -

$Sst1h_{stat} = Sst1_{stat} * \cos \delta$	(kN/m)	82,37	101,09	101,09
$Sst1h_{sism} = Sst1_{sism} * \cos \delta$	(kN/m)	6,12	6,55	6,55
$Ssq1h_{perm} = Ssq1_{perm} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1h_{acc} = Ssq1_{acc} * \cos \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Componente verticale condizione sismica -

$Sst1v_{stat} = Sst1_{stat} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Sst1v_{sism} = Sst1_{sism} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1v_{perm} = Ssq1_{perm} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
$Ssq1v_{acc} = Ssq1_{acc} * \sin \delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} * \gamma' * (1 - kv) * Hd^2 * k_{ps} + (2 * c_1 * k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 * (1 - kv) * k_{ps} * H2) * Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
--	--------	------	------	------

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>66 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	66 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	66 di 77								

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

			SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	140,02	171,86	171,86
MSst1 sism=	$Sst1h \text{ sism} * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	10,41	11,13	11,13
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	$Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	$Ssq1v * B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1 * Hd^3 * kps^+ / 3 + (2 * c1 * kps^{+0.5} + \gamma_1 * kps^{+} * H2') * Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)		0,00	
Mfext2 =	$(fp+fs)*(H3 + H2)$	(kNm/m)		0,00	
Mfext3 =	$(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0,90	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 250,39 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh \quad 122,05 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' \quad 0,56 \quad (-)$$

$$Fs = (N * f + Sp) / T \quad 1,15 \quad > \quad 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 \quad 466,31 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst + MSsq + Mfext1 + Mfext2 + MSp + MPp + Mpts \quad 231,25 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Fr = Ms / Mr \quad 2,02 \quad > \quad 1$$

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad N_{min} \quad N_{max} \quad (\text{kN/m})$$

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv \quad 250,39 \quad 250,39 \quad (\text{kN/m})$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>67 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	67 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	67 di 77								

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh - Sp \quad 122,05 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM = \Sigma M \quad 235,06 \quad 235,06 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)

$$M = Xc \cdot N - MM \quad 153,05 \quad 153,05 \quad (\text{kNm/m})$$

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	16,00		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	29,26		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	14,00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	5,60		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0,61	0,61	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	1,88	1,88	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	16,92		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi')$	(2+ π in cond. nd)	28,42		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi')$	(0 in cond. nd)	20,08		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \text{cotg}(\varphi')))^m$	(1 in cond. nd)	0,36	0,36	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0,32	0,32	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \text{cotg}(\varphi')))^{m+1}$		0,21	0,21	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	235,11	235,11	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite

$$F = q_{lim} \cdot B^* / N$$

N_{min}	1,76	>	1
N_{max}	1,76	>	

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>68 di 77</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	68 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	68 di 77								

7.3.2 VERIFICA STABILITÀ GLOBALE

Cautelativamente si assume la coesione nulla in fondazione.

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	24,79	0	terrapieno
materiale 2	14	29,26	0	fondazione

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		
	materiale 1			<input checked="" type="checkbox"/>	materiale 2	<input type="checkbox"/>	materiale 4	
0	x 100,000	y 100,400	0	x 101,100	y 105,100	0	x 70,000	y 99,900
1	x 70,000	y 100,400	1	x 130,000	y 105,100	1	x 130,000	y 99,900

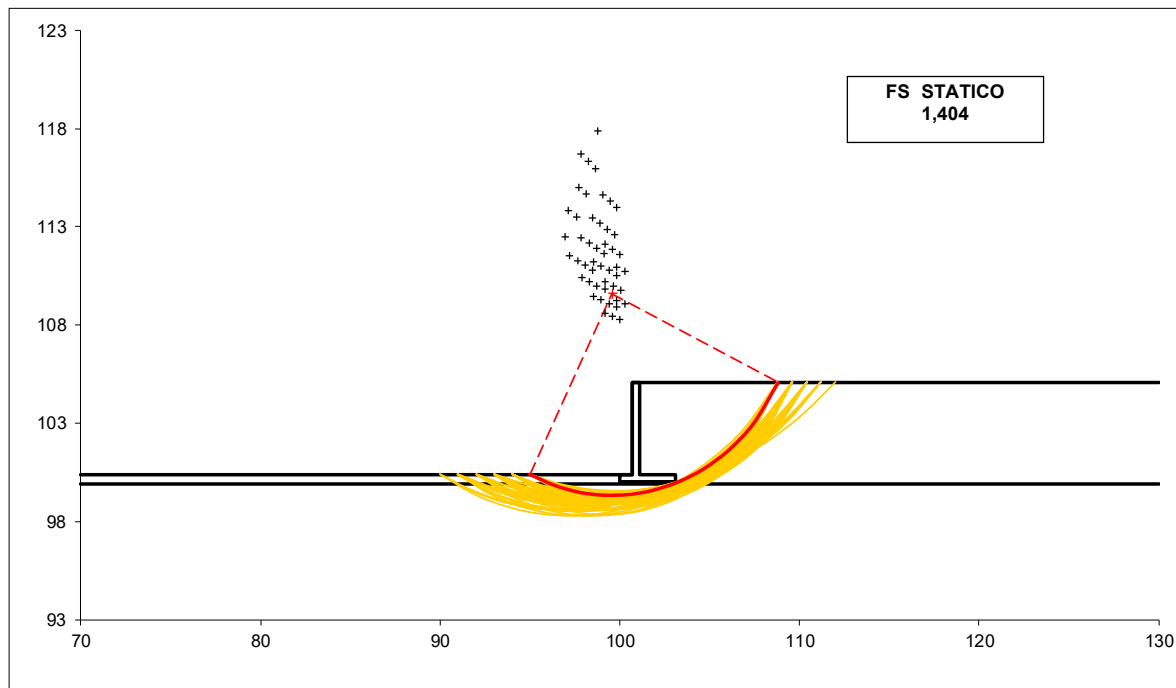
Limiti ricerca superfici

Xa	80
Xb	95
n1	15

Xc	105
Xd	120
n2	15

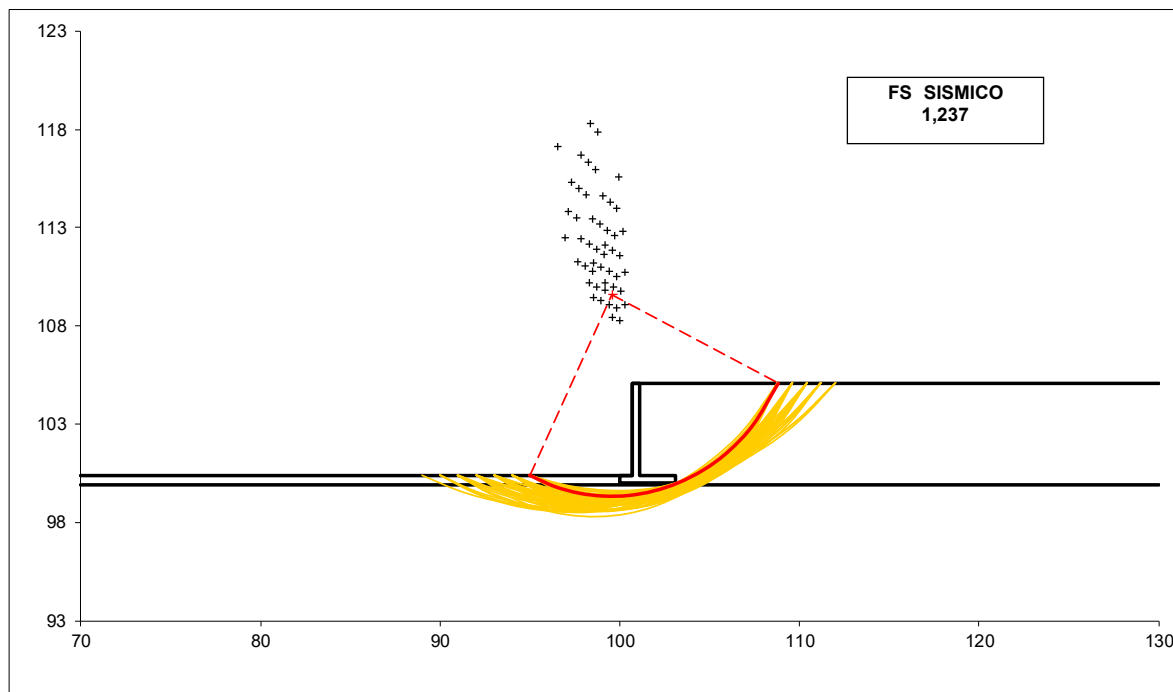
alfa min	40
alfa max	70
n alfa	10

# superfici massimo	2816
---------------------	------



TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	69 di 77



7.3.3 VERIFICHE STRUTTURALI SLU

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	<input checked="" type="radio"/>
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	<input type="radio"/>
	Approccio 2	A1+M1+R3 EQU+M2	<input type="radio"/>	
SLE (DM88)				<input type="radio"/>
altro				<input type="radio"/>

**TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	70 di 77

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE
Reazione del terreno

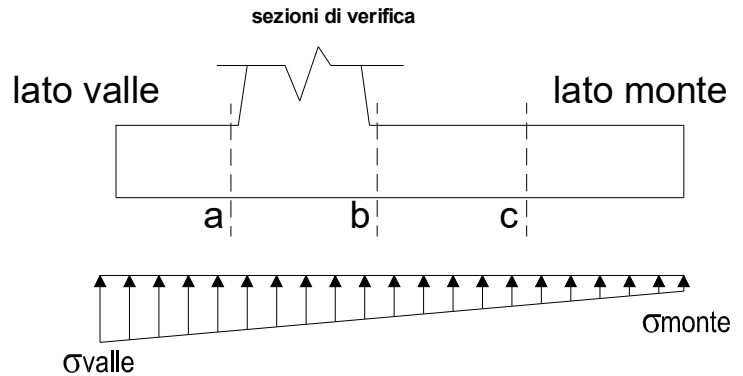
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 3,10 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1,60 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	257,60	115,00	154,89	11,30
	257,60	115,00	154,89	11,30
sisma+	264,81	124,51	163,16	7,68
	264,81	124,51	163,16	7,68
sisma-	250,39	120,49	156,00	5,55
	250,39	120,49	156,00	5,55

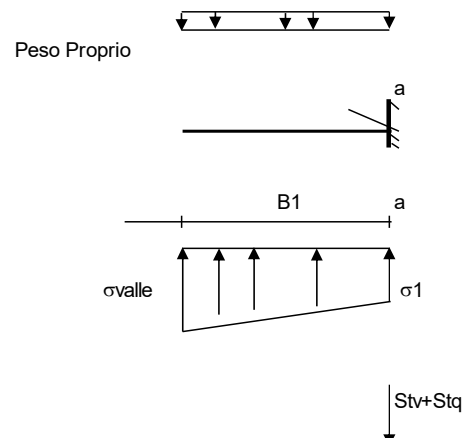

Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 10,00 \quad (kN/m)$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	154,89	122,47	32,85	90,08
	154,89	122,47	32,85	90,08
sisma+	163,16	128,05	34,59	99,99
	163,16	128,05	34,66	99,99
sisma-	156,00	122,03	33,06	95,21
	156,00	122,03	33,00	95,21



**TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	71 di 77

Mensola Lato Monte

PP = 10,00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0,00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	89,30	89,30	89,30	(kN/m ²)
pvb	89,30	89,30	89,30	(kN/m ²)
pvc	89,30	89,30	89,30	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (pvb + PP) * (1 \pm kv)) * B5^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) * B5^2 / 6 - (pm - pvb) * (1 \pm kv) * B5^2 / 3 +$$

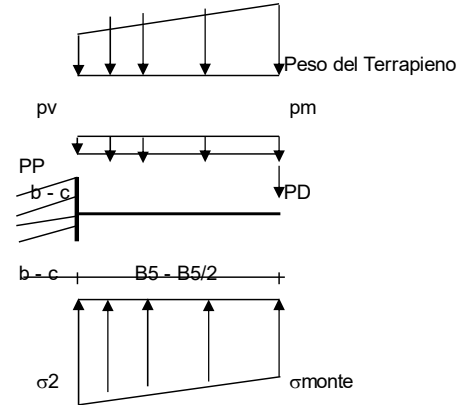
$$-(Stv + Sqv) * B5 - PD * (1 \pm kv) * (B5 - Bd / 2) - PD * kh * (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp * H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (pvc + PP) * (1 \pm kv)) * (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) * (B5 / 2)^2 / 6 - (pm - pvc) * (1 \pm kv) * (B5 / 2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) * (B5 / 2) - PD * (1 \pm kv) * (B5 / 2 - Bd / 2) - PD * kh * (Hd + H2 / 2) + Msp + Sp * H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (pvb + PP) * (1 \pm kv)) * B5 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) * B5 / 2 - (pm - pvb) * (1 \pm kv) * B5 / 2 - (Stv + Sqv) - PD * (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (pvc + PP) * (1 \pm kv)) * (B5 / 2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) * (B5 / 2) / 2 - (pm - pvc) * (1 \pm kv) * (B5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) - PD * (1 \pm kv)$$



caso	σmonte [kN/m ²]	σ2b [kN/m ²]	Mb [kNm]	Vb [kN]	σ2c [kN/m ²]	Mc [kNm]	Vc [kN]
statico	11,30	103,94	-114,24	-83,36	57,62	-36,28	-64,84
	11,30	103,94	-114,24	-83,36	57,62	-36,28	-64,84
sisma+	7,68	107,99	-121,94	-88,50	57,84	-38,84	-69,33
	7,68	107,99	-121,94	-88,50	57,84	-38,84	-69,33
sisma-	5,55	102,61	-117,22	-84,86	54,08	-37,39	-66,70
	5,55	102,61	-117,22	-84,86	54,08	-37,39	-66,70

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t \text{ stat} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} * \gamma * (1 \pm kv) * h^2 * h / 3$$

$$M_t \text{ sism} = \frac{1}{2} * \gamma * (K_{a \text{ orizz.}} * (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) * h^2 * h / 2 \quad \text{o} * h / 3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} * q * h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f * h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P_m * b_i * kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P_m * (1 \pm kv)$$

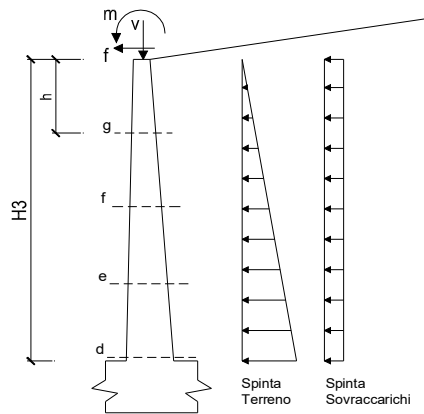
$$V_t \text{ stat} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} * \gamma * (1 \pm kv) * h^2$$

$$V_t \text{ sism} = \frac{1}{2} * \gamma * (K_{a \text{ orizz.}} * (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) * h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} * q * h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P_m * kh$$



TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	72 di 77

condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	142,47	0,00	0,00	142,47	1,00	47,00	48,00
e-e	3,53	60,10	0,00	0,00	60,10	1,00	35,25	36,25
f-f	2,35	17,81	0,00	0,00	17,81	1,00	23,50	24,50
g-g	1,18	2,23	0,00	0,00	2,23	1,00	11,75	12,75

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	90,94	0,00	0,00	90,94
e-e	3,53	51,15	0,00	0,00	51,15
f-f	2,35	22,73	0,00	0,00	22,73
g-g	1,18	5,68	0,00	0,00	5,68

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	109,59	14,27	0,00	0,00	6,20	130,06	1,00	48,32	49,32
e-e	3,53	46,23	6,02	0,00	0,00	3,49	55,74	1,00	36,24	37,24
f-f	2,35	13,70	1,78	0,00	0,00	1,55	17,03	1,00	24,16	25,16
g-g	1,18	1,71	0,22	0,00	0,00	0,39	2,32	1,00	12,08	13,08

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	69,95	9,11	0,00	0,00	2,64	81,70
e-e	3,53	39,35	5,12	0,00	0,00	1,98	46,45
f-f	2,35	17,49	2,28	0,00	0,00	1,32	21,08
g-g	1,18	4,37	0,57	0,00	0,00	0,66	5,60

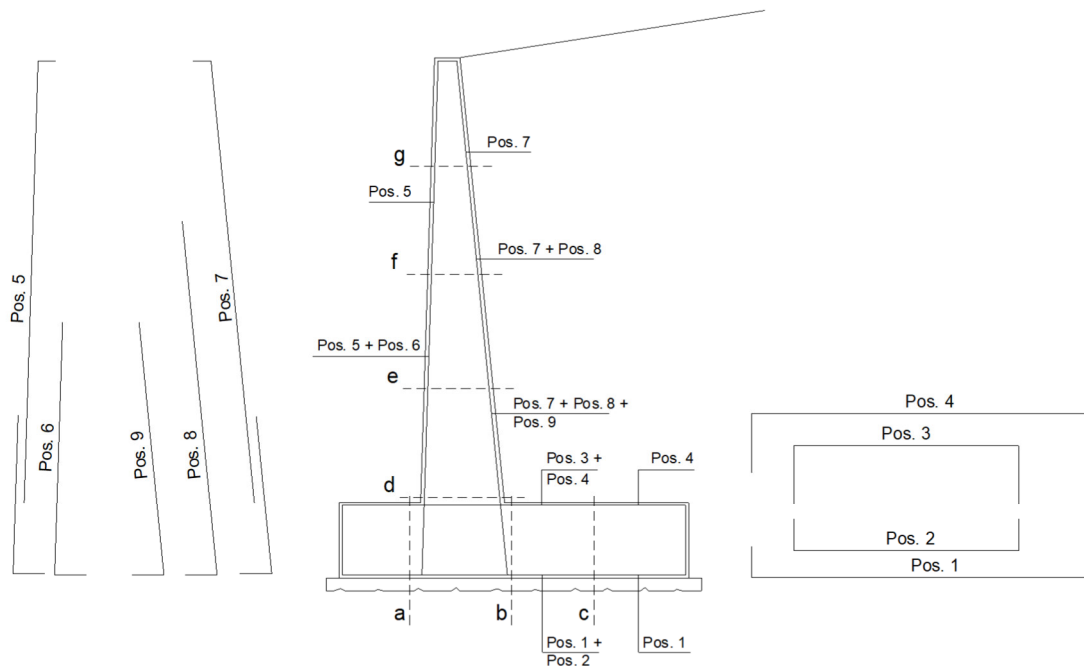
condizione sismica -

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	109,59	8,14	0,00	0,00	6,20	123,94	1,00	45,68	46,68
e-e	3,53	46,23	3,44	0,00	0,00	3,49	53,16	1,00	34,26	35,26
f-f	2,35	13,70	1,02	0,00	0,00	1,55	16,27	1,00	22,84	23,84
g-g	1,18	1,71	0,13	0,00	0,00	0,39	2,23	1,00	11,42	12,42

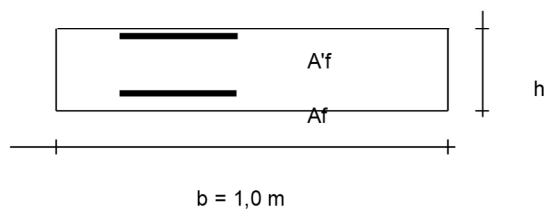
sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4,70	69,95	5,20	0,00	0,00	2,64	77,79
e-e	3,53	39,35	2,92	0,00	0,00	1,98	44,25
f-f	2,35	17,49	1,30	0,00	0,00	1,32	20,11
g-g	1,18	4,37	0,32	0,00	0,00	0,66	5,36

**TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	73 di 77

SCHEMA DELLE ARMATURE

ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	24	<input type="checkbox"/>	5	5,0	24	<input type="checkbox"/>
2	0,0	0	<input type="checkbox"/>	6	0,0	0	<input type="checkbox"/>
3	0,0	0	<input type="checkbox"/>	7	5,0	24	<input type="checkbox"/>
4	5,0	24	<input type="checkbox"/>	8	0,0	0	<input type="checkbox"/>
				9	0,0	0	<input type="checkbox"/>

VERIFICHE


a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	34,66	0,00	0,40	22,62	22,62	271,24
b - b	-121,94	0,00	0,40	22,62	22,62	271,24
c - c	-38,84	0,00	0,40	22,62	22,62	271,24
d - d	142,47	48,00	0,40	22,62	22,62	278,48
e - e	60,10	36,25	0,40	22,62	22,62	276,71
f - f	17,81	24,50	0,40	22,62	22,62	274,94
g - g	2,32	13,08	0,40	22,62	22,62	273,21

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

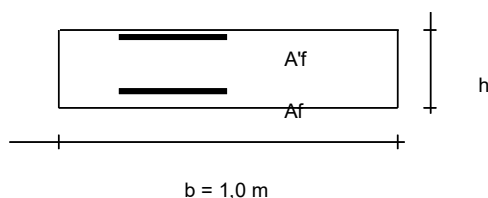
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	74 di 77

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rs,d}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	99,99	0,40	198,12	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
b - b	88,50	0,40	198,12	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
c - c	69,33	0,40	198,12	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
d - d	90,94	0,40	204,42	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
e - e	51,15	0,40	202,88	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
f - f	22,73	0,40	201,34	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria
g - g	5,68	0,40	199,84	10	20	20	21,8	578,16	Armatura a taglio non necessaria

7.3.4 VERIFICHE A FESSURAZIONE SLE

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ _c	σ _f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	27,39	0,00	0,40	22,62	22,62	1,20	39,08	0,034	0,200
b - b	-84,35	0,00	0,40	22,62	22,62	3,69	120,33	0,104	0,200
c - c	-25,99	0,00	0,40	22,62	22,62	1,14	37,07	0,032	0,200
d - d	109,59	48,00	0,40	22,62	22,62	4,87	146,23	0,129	0,200
e - e	46,23	36,25	0,40	22,62	22,62	2,08	58,37	0,049	0,200
f - f	13,70	24,50	0,40	22,62	22,62	0,63	14,52	0,012	0,200
g - g	1,71	12,75	0,40	22,62	22,62	0,08	0,37	0,000	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ _c	σ _f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	27,39	0,00	0,40	22,62	22,62	1,20	39,08	0,034	0,200
b - b	-84,35	0,00	0,40	22,62	22,62	3,69	120,33	0,104	0,200
c - c	-25,99	0,00	0,40	22,62	22,62	1,14	37,07	0,032	0,200
d - d	109,59	48,00	0,40	22,62	22,62	4,87	146,23	0,129	0,200
e - e	46,23	36,25	0,40	22,62	22,62	2,08	58,37	0,049	0,200
f - f	13,70	24,50	0,40	22,62	22,62	0,63	14,52	0,012	0,200
g - g	1,71	12,75	0,40	22,62	22,62	0,08	0,37	0,000	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

**TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali
T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP
335: relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	75 di 77

7.3.5 VERIFICHE TENSIONALI SLE

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	27,39	0,00	0,40	22,62	22,62	1,20	39,08
b - b	-84,35	0,00	0,40	22,62	22,62	3,69	120,33
c - c	-25,99	0,00	0,40	22,62	22,62	1,14	37,07
d - d	109,59	48,00	0,40	22,62	22,62	4,87	146,23
e - e	46,23	36,25	0,40	22,62	22,62	2,08	58,37
f - f	13,70	24,50	0,40	22,62	22,62	0,63	14,52
g - g	1,71	12,75	0,40	22,62	22,62	0,08	0,37

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	34,59	0,00	0,40	22,62	22,62	1,51	49,34
b - b	-121,94	0,00	0,40	22,62	22,62	5,34	173,96
c - c	-38,84	0,00	0,40	22,62	22,62	1,70	55,41
d - d	130,06	46,68	0,40	22,62	22,62	5,77	175,69
e - e	55,74	35,26	0,40	22,62	22,62	2,49	72,12
f - f	17,03	23,84	0,40	22,62	22,62	0,78	19,37
g - g	2,32	12,42	0,40	22,62	22,62	0,11	1,05

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>76 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	76 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	76 di 77								

8 INCIDENZE

L'incidenza dei pali $\Phi 600$ di lunghezza 11.4 m è pari 150 kg/m^3 .

L'incidenza del muro in fondazione ed elevazione è pari 125 kg/m^3 .

   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO												
TR15 – Opere civili connesse a realizzazione di pali T.E. su LS Roma-Napoli - Interventi tratto oltre SP 335: relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1K</td> <td>01 C ZZ</td> <td>CL</td> <td>TR1505 002</td> <td>A</td> <td>77 di 77</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	77 di 77
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1K	01 C ZZ	CL	TR1505 002	A	77 di 77								

9 ALLEGATO 1

Modello di calcolo della sezione 1.