

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PRODUZIONE SUD ED ISOLE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

OPERA DI PROTEZIONE BADAGNANO - RAMO 13

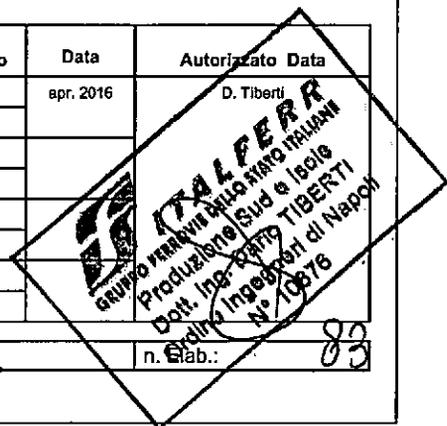
RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
N7D2	01	D	78	CL	OC0500	001	A

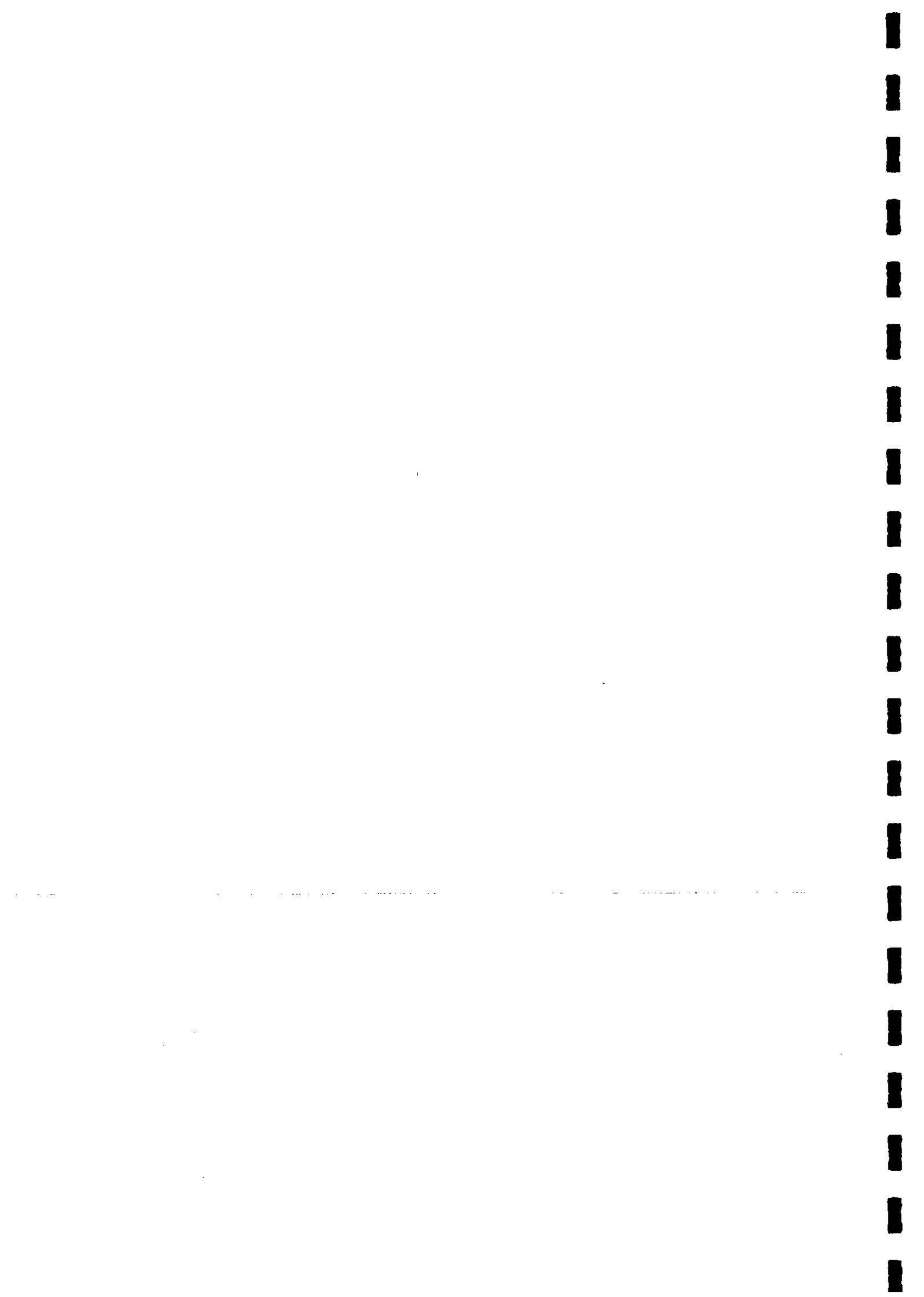
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Inglett	apr. 2016	G. Giustino	apr. 2016	M. Marino	apr. 2016	D. Tiberi	



Stampato dal Service
di plottaggio ITALFERR S.p.A.
ALBA e.r.l.

File: N7D201D78CLOC0500001A.doc

n. Tab.: 83





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTD2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	2 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.1	CALCESTRUZZO C25/30	9
4.2	ACCIAIO B450C	9
5	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI	11
5.1	VITA NOMINALE	11
5.2	CLASSE D'USO	11
5.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	11
5.4	ACCELERAZIONE DI PROGETTO	12
5.5	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	13
5.6	CONDIZIONE TOPOGRAFICA	13
5.7	SPETTRI ELASTICI DI PROGETTO	13
6	CARATTERISTICHE DEL TERRENO	16
6.1	STRATIGRAFIA	16
6.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	17
6.3	INTERAZIONE PALO TERRENO	18
7	MODELLO DI CALCOLO	20
8	CALCOLO DELLE SPINTE ED ANALISI DEI CARICHI	21
8.1	SPINTA STATICA DEL TERRENO	21
8.2	SPINTA DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE	22
8.3	SOVRASPINTA SISMICA	23
8.4	ANALISI DEI CARICHI	24



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE DI CALCOLO		N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	3 di 76
8.5	CARICO ACCIDENTALE DA TRAFFICO						28
8.6	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO						31
9	SOLLECITAZIONI.....						34
9.1	PALI.....						34
9.2	SETTI E SOLETTA.....						42
10	VERIFICHE STRUTTURALI.....						47
10.1	CRITERI DI VERIFICA.....						47
10.2	PALI.....						49
	10.2.1 Sollecitazioni.....						49
	10.2.2 verifica a flessione.....						49
	10.2.3 verifica a taglio.....						54
10.3	SETTI.....						55
	10.3.1 verifica a flessione.....						55
	10.3.2 verifica a taglio.....						56
10.4	SOLETTA.....						57
	10.4.1 verifica a flessione.....						57
	10.4.2 verifica a taglio.....						58
11	VERIFICHE A FESSURAZIONE.....						59
11.1	CRITERI DI VERIFICA.....						59
11.2	PALI.....						62
11.3	SETTI.....						67
11.4	SOLETTA.....						68
12	VERIFICHE GEOTECNICHE.....						70
12.1	CRITERI DI CALCOLO.....						70
12.2	ALGORITMO DI CALCOLO.....						70



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	4 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

12.3	ANALISI DEI CARICHI	71
12.4	SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO	72
12.5	SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA E PARAMETRI DI CALCOLO	74
12.6	RISULTATI DELLE ANALISI	74
12.7	PORTANZA PER CARICHI VERTICALI	75

	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Opera di protezione Badagnano Ramo 13 RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO OC 05 00 001	REV. A	FOGLIO 5 di 76

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione della viabilità di accesso alla stazione AV Napoli-Afragola sulla linea AV Milano-Napoli tratta Roma-Napoli di cui alla lettera b) dell'articolo 6 dell'Accordo Procedimentale RFI- Comune di Afragola".

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "Opere civili minori".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'opera di protezione del collettore "Badagnano" sul "ramo 13" tra le progressive 0+267.38 km e 0+281.26 km.

In particolare l'opera è realizzata con due paratie di pali $\varnothing 1200$ ad interasse 1.30 m da cui spiccano setti con spessore di 1.5m e soletta di copertura con spessore di 1.20m (luce netta circa 12.20 m). In prosecuzione dello scavalco sono previsti due muri ad U (giuntati dalle paratie) a sostegno del rilevato stradale.

Si riporta una sezione della struttura in esame:

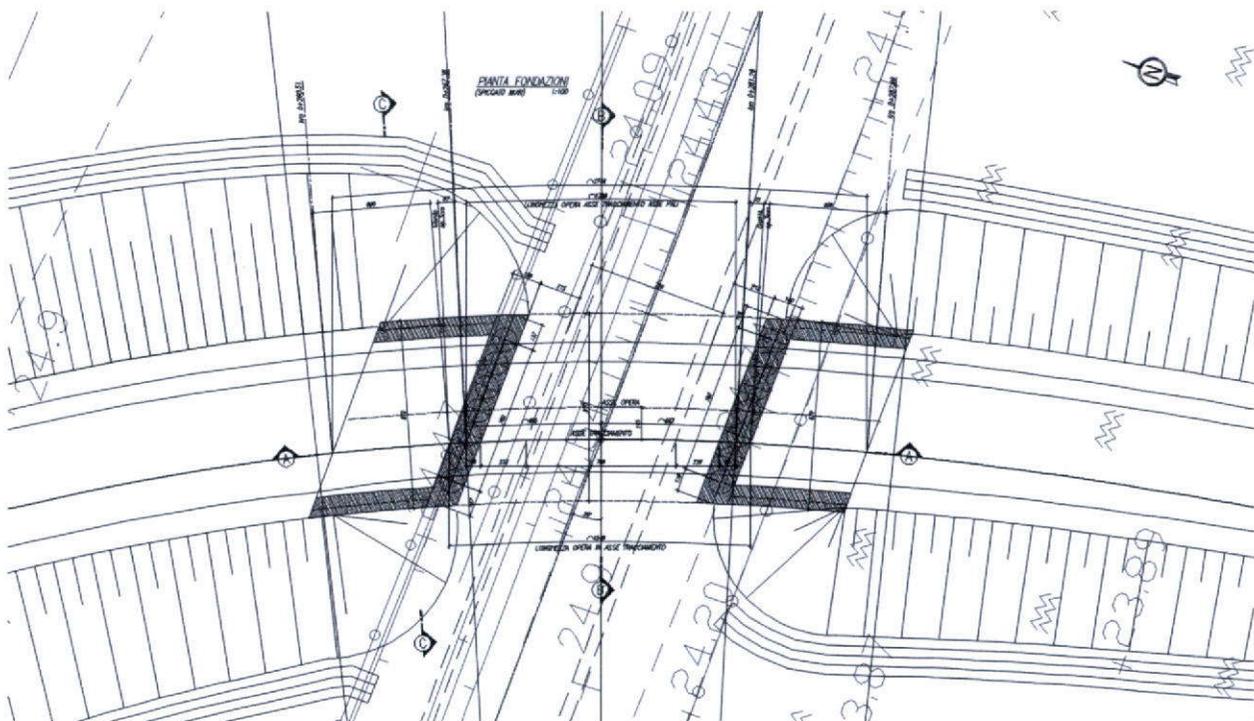
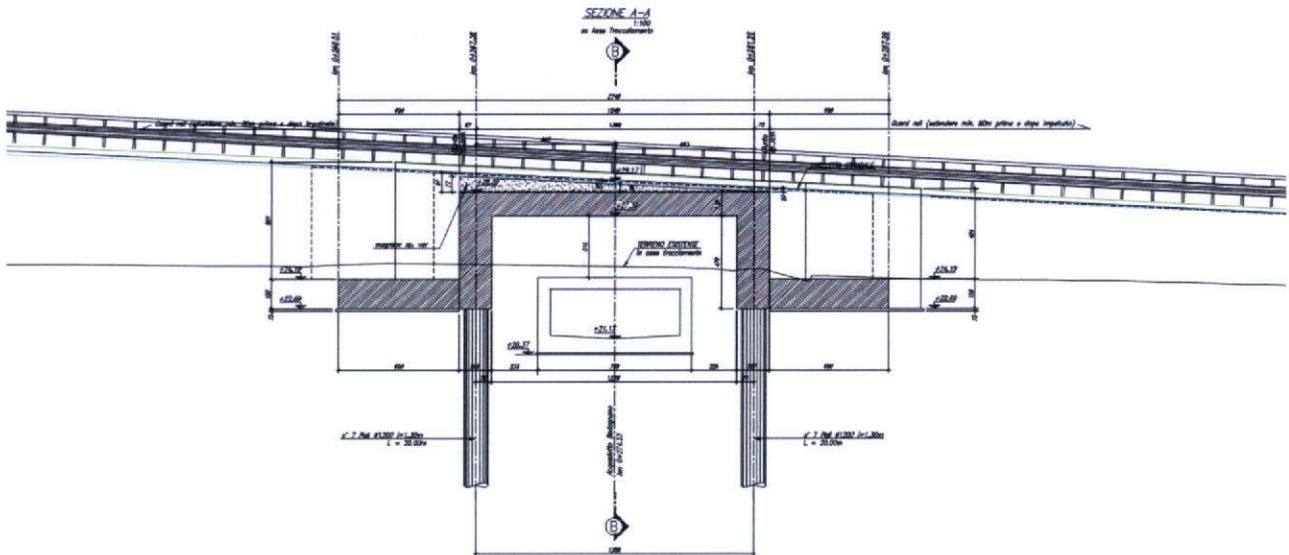


LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	6 di 76





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	7 di 76

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- D.M. 14 gennaio 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);*
- 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;*
- UNI EN 1992-1-1 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo;*
- UNI EN 206-1-2001 - *Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTD2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	8 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per quanto concerne i materiali impiegati, si utilizza in conformità alla tabella materiali riportata al seguito, calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio per barre di armatura B450C.

TABELLA MATERIALI				
CALCESTRUZZO				
Classe di lavorabilità	Classe di resistenza minima C (Nck/10k)	Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206)	D _{max} (mm)	Campi di impiego
S4-S5	C45/55	XC4	20	- Impalcati ed elementi in c.a.p. prefabbricati
S5	C45/55	XC4	20	- Impalcati ed elementi in c.a.p. gettati in opera
S4	C35/45	XC4	25	- Elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori terra
S4	C35/45	XC4	20	- Predalles con funzioni strutturali
S3-S4	C35/45	XC4	20	- Velelle prefabbricate
S3-S4	C32/40	XC4	20	- Predalles senza funzioni strutturali
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Elementi prefabbricati senza funzioni strutturali
S4-S5	C32/40	XC4	25	- Impalcati in c.a. ordinarj
				- Solette in c.a. gettate in opera in elevazione
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Pile e spalle
				- Baggiali a puvini
				- Strutture in c.a. in elevazione
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Cordolo barriera bordo ponte
S3-S4	C30/37	XA1	25	- Tambini a struttura scatolare o circolare
S3-S4	C30/37	XC3	25	- Muri ad "U", di contrafforta/sottoscopia e sciatori per opere di protezione acquedotti
S3-S4	C25/30	XC2	25	- Solette di fondazione
				- Fondazioni armate
S3-S4	C25/30	XC2	25	- Cunette, canalette e cordoli
S4-S5	C25/30	XC2	25	- Pali (di paratie o opere di sostegno) e relativi cordoli di collegamento gettati in opera inclusa le solette di copertura delle opere di scavalco Nuovo Badagnano
S4-S5	C25/30	XC2	25	- Pali/quadrammi di fondazione gettati in opera
S5-S6C	C25/30	XC2	18	- Pali ad elica continua
--	C12/15	X0	--	- Magone e riempimento di livellamento
ACCIAIO				
ACCIAIO IN BARRE PER GETTI E RETI ELETTRICALDATE		B450C fyk=450MPa fytk=40MPa *1.55 fyk/fyk < 1.35 fyk = tensione caratteristica di snervamento fyk = tensione caratteristica di rottura		
ACCIAIO ARMONICO DI TIPO STABILIZZATO PER TRAVI E TRAVERSI		Itravali 40,6" spk 1860MPa = fp(*)k 1670MPa a trave		
ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI		S275R		

LE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI INDICATE IN TABELLA SONO REQUISITI MINIMI VALIDI PER TUTTO IL PROGETTO E DEVONO CONSIDERARSI SUPERATE DALLE PRESCRIZIONI RIPORTATE SUGLI ELABORATI DELLE SINGOLE OPERE, OVE PIU' RESTRETTIVE.

PRESCRIZIONI

COPRIFERRO NETTO

- PALI DI FONDAZIONE E PER PARATE	S=60 mm
- PALI AD ELICA CONTINUA	S=7.5 mm
- FONDAZIONI ARMATE	S=40 mm
- OPERE IN ELEVAZIONE IN VISTA (PILE, SPALLE, BAGGIOLI, PUVINI)	S=40 mm
- OPERE IN ELEVAZIONE CON SUPERFICI INTERRATE O NON SPEZIONABILI	S=40 mm
- SOLETTE DA PONTE - ESTRADOSSO	S=35 mm
- SOLETTE DA PONTE - INTRADOSSO (GETTO IN OPERA)	S=35 mm
- SOLETTE DA PONTE - INTRADOSSO (GETTO SU PREDALLES)	S=20 mm
- IMPALCATI - ARMATURA ORDINARIA	S=40 mm
- IMPALCATI IN C.A.P. - CAVI PRE-TESI	S=max(S _{max} ; 50mm)
- IMPALCATI IN C.A.P. - CAVI POST-TESI	S=max(S _{max} ; 50mm)
- VELETTE	S=30 mm
- PREDALLES CON FUNZIONI STRUTTURALI	S=20 mm
- PREDALLES SENZA FUNZIONI STRUTTURALI	S=max(S _{max} ; 20mm)
- CUNETTE, CANALETTE E CORDOLI	S=40 mm



4.1 CALCESTRUZZO C25/30

Calcestruzzo classe C25/30 (impiegato per i pali di fondazione, setti e soletta)

CL	=	C25/30	Classe di resistenza adottata
R_{ck}	=	30 MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90 MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56 MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.79 MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.07 MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	31 447.16	modulo elastico istantaneo

4.2 ACCIAIO B450C

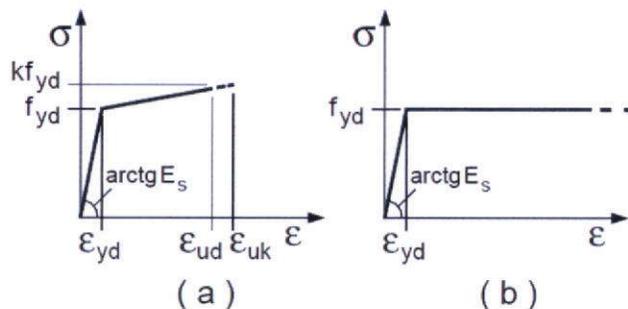
Come prescritto dalle norme, per il calcestruzzo armato deve essere utilizzato acciaio B450C. La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da [NTC – 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari ad 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC – 11.3.2].

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale. Di seguito sono rappresentati i modelli σ - ϵ per l'acciaio



Modelli rappresentativi del comportamento dell'acciaio proposti dalla norma



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	10 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

[NTC - 11.3.4.1] In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio σ_s deve rispettare la seguente limitazione [NTC - 4.1.2.2.5.2]:

$$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Opera di protezione Badagnano Ramo 13 RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO OC 05 00 001	REV. A	FOGLIO 11 di 76

5 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali. L'azione sismica di seguito definita è stata effettuata con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia alla vita (SLV).

Poiché la viabilità in oggetto rappresenterà la rete viaria principale di accesso alla Stazione AV Napoli Afragola per tutte le opere d'arte di progetto vengono utilizzati, a vantaggio di sicurezza, i seguenti valori: $V_n=75$ anni e classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso $CU = 1.50$.

5.1 Vita nominale

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

La vita nominale assegnata $V_N = 75$ anni.

5.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla 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.”

Con riferimento alla classe d'uso sopra definita il coefficiente d'uso è $C_u=1.5$.

5.3 Periodo di riferimento per l'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 .

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \text{ anni} \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

La vita di riferimento V_R è quindi pari a 112.5 anni.

Tale valore di V_r risulta superiore a quanto previsto dalla normativa vigente per l'Asse Mediano (strada di categoria B). Per esso infatti si avrebbe: $V_n = 50$ anni e $c_u = 2.0$ da cui: $V_r=100\text{anni}<112.5$.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	12 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

5.4 Accelerazione di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C. 2008, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle N.T.C. 2008 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile ed attribuendo ad:

a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica

F_0 e TC^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC08 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vita di riferimento. A tal fine occorre fissare:

la vita di riferimento VR della costruzione,

le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

I valori dei parametri a_g , F_0 e TC^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC08.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'accelerazione al sito a_g è espressa in g ($=9.81m/sec^2$); F_0 è adimensionale, TC^* è espresso in secondi.

L'opera è ubicata nel comune di Afragola alla quale corrispondono i parametri di pericolosità sismica riportati in tabella sotto.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	13 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.070	2.346	0.324
SLD	113	0.090	2.354	0.335
SLV	1068	0.214	2.471	0.354
SLC	2193	0.265	2.559	0.356

5.5 Categoria di sottosuolo

Sulla base di quanto si desume dalle indagini effettuate nel sito in oggetto il suolo presente è classificabile in *Categoria C*.

5.6 Condizione topografica

Le condizioni topografiche superficiali dell'area nella quale ricade l'opera in esame sono ascrivibili nella categoria topografica T1.

5.7 Spettri elastici di progetto

Si riportano di seguito lo spettro di progetto utilizzato per le azioni orizzontali e quello per le azioni verticali: in entrambi i casi il fattore di struttura utilizzato è $q=1$.

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.214 g
F_o	2.471
T_c	0.354 s
S_s	1.382
C_c	1.479
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.382
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.524 s
T_D	2.457 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_o(T)$ 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	0.296
T_B	0.175	0.732
T_C	0.524	0.732
	0.616	0.623
	0.708	0.542
	0.800	0.479
	0.892	0.430
	0.984	0.390
	1.076	0.356
	1.168	0.328
	1.260	0.304
	1.353	0.284
	1.445	0.265
	1.537	0.250
	1.629	0.235
	1.721	0.223
	1.813	0.212
	1.905	0.201
	1.997	0.192
	2.089	0.184
	2.181	0.176
	2.273	0.169
	2.365	0.162
T_D	2.457	0.156
	2.531	0.147
	2.604	0.139
	2.678	0.131
	2.751	0.124
	2.825	0.118
	2.898	0.112
	2.972	0.107
	3.045	0.102
	3.119	0.097
	3.192	0.092
	3.265	0.088
	3.339	0.085
	3.412	0.081
	3.486	0.078
	3.559	0.074
	3.633	0.071
	3.706	0.069
	3.780	0.066
	3.853	0.063
	3.927	0.061
	4.000	0.059

Spettro SLV azioni orizzontali



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

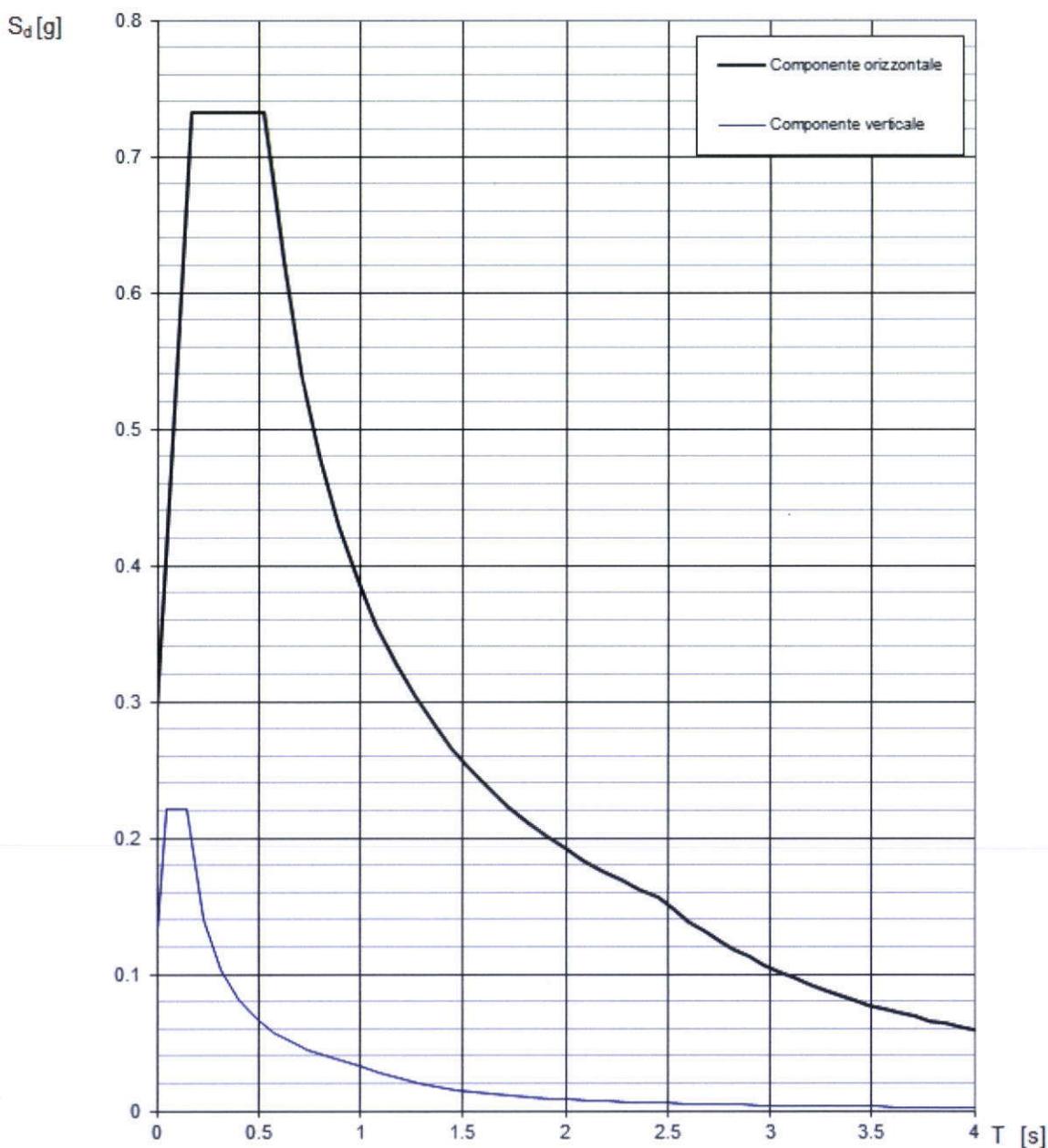
PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	15 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

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

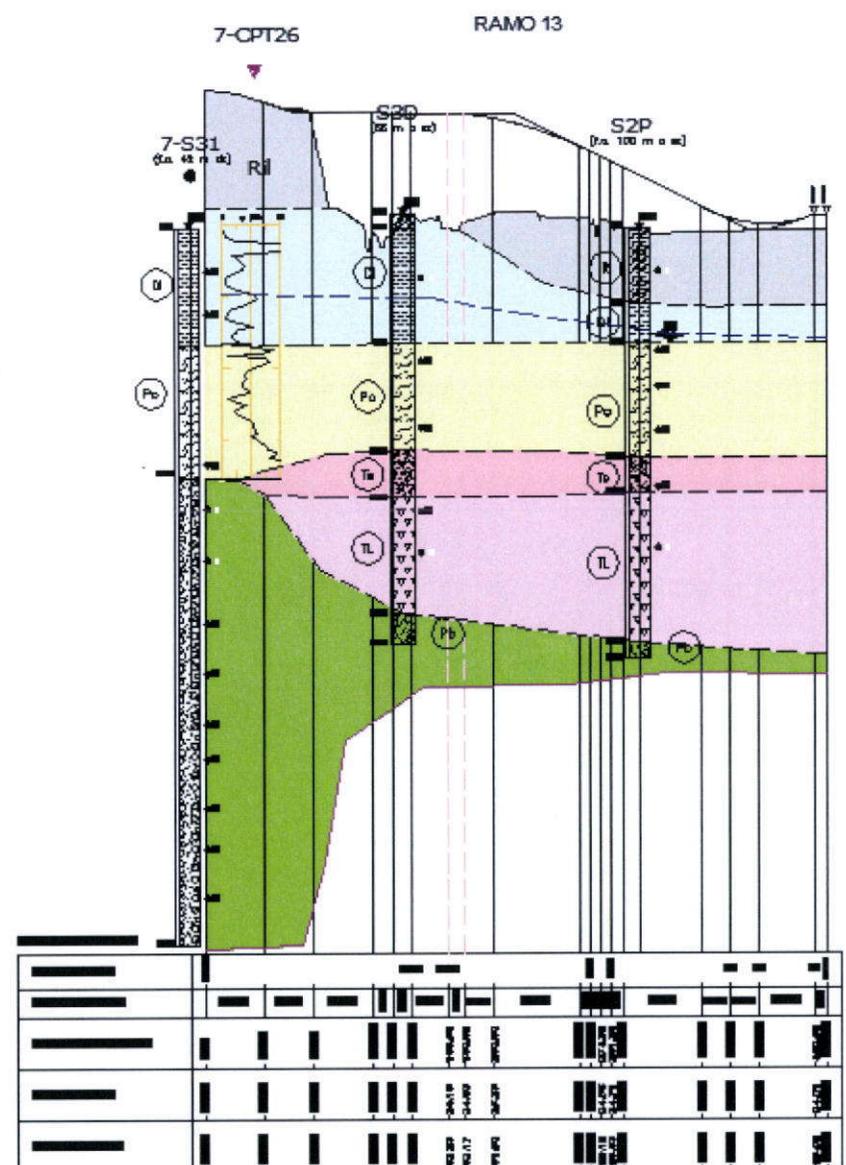


Spettri SLV orizzontali e verticali

6 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

6.1 stratigrafia

Il profilo geologico di riferimento per l'opera in oggetto è riportato di seguito:





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	17 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

PARAMETRI GEOTECNICI

	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_o [MPa]	E [MPa]
R	17-19	0	25-30	50-200	
Di	15-17	5-15	27-32		4-10
Po	15-17	0	35-40		8-17
TL	15-16	50-100	35-40	200-400*	
TS	15-16	0-5	32-38		
Pb	16	0-5	35-37	600-1280	

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

E = modulo di elasticità (ottenuto da correlazioni con prove SPT)

E_o = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E'_{op,1} = E_o/3$ modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

$E'_{op,2} = E_o/10$ modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

6.2 Parametri geotecnici di progetto

Nella progettazione dell'opera si considerano i seguenti parametri geotecnici:

Terreno spingente

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ Peso di volume

$\phi' = 30^\circ$ Angolo di attrito interno

$c' = 0$ Coesione

$\delta = 0^\circ$ Angolo di attrito terreno - muro

In via cautelativa nella scelta dei parametri meccanici del terreno spingente non si è fatta distinzione tra terreno di rilevato a tergo dei setti e terreno in sito a tergo dei pali, ma si è scelto di adottare un'unica caratterizzazione meccanica.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	18 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

6.3 Interazione palo terreno

L'interazione palo terreno viene modellata mediante molle elastiche lineari con rigidità crescente con la profondità in accordo alla formulazione (Reese e Matlock 1956):

$$K_h = n_h \times z/d$$

Con

$n_h = 5000 \text{ kN/m}^3$ (stato di addensamento medio)

diametro=1.2m

z = misurata a partire dal piano campagna del piano campagna

In previsione delle opere di manutenzione del collettore, le molle sui fusti dei pali sono state schematizzate a partire dall'intradosso dello scatolare stesso.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
N7D2 01 D 78 CL OC 05 00 001 A 19 di 76

Interazione verticale

In corrispondenza della punta dei pali sono state assegnate molle lineari con rigidezza pari a 200000 kN/m.

Il calcolo è stato eseguito a partire dal cedimento calcolato dovuto ad una forza unitaria verticale applicata in testa palo. Le stratigrafie ed relativi parametri del terreno utilizzati nel calcolo sono evidenziati nei fogli di calcolo riportati al seguito.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

CANTIERE: **OPERA:**

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
 Quota testa Palo dal p.c. (Zp): 3.00 (m) Quota falda dal p.c. (Zw): 6.00 (m)
 Carico Assiale Permanente (G): 2650 (kN) Carico Assiale variabile (Q): 0 (kN)
 Numero di strati: $6 - \frac{1}{2}$ Lpalo = 17.50 (m)

Metodo di calcolo	azioni	resistenza laterale e di base			
		permanenti	variabili	riserva	
A1+M+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
A2+M+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
A1+M+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DMB8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	g10	TA	prop
Lu	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
Lu	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Strato	Spessa (m)	Tipo di terreno	PARAMETRI MEDI		
			γ (kN/m ³)	φ (°)	c (kPa)
1	1.30	RI	18.00		
2	1.80	DI	16.00		
3	0.90	DI	16.00		
4	8.00	PO	16.00		
5	2.35	TS	15.00		
6	3.15	TI	15.00	50.0	38.0

Coefficienti di Calcolo				
k	β	a	α	
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.38	0.78			

(n.2. lo spessore degli strati è compilato dalla quota di intradosso del pozzo)

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

OPERA: 0

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m)
 Carico sul palo (P): 1000.0 (kN)
 Lunghezza del Palo (L): 17.50 (m)
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 3.15 (m)
 Modulo di Deformazione (E): 50.00 (MPa)
 Numero di pali della Palificata (n): 1 (-)
 Spaziatura dei pali (s): (m)

CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:

$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile}$

Coefficiente di forma

$\beta = 0.5 + \text{Log}(L_{utile} / D): 0.92 (-)$

Cedimento del palo

$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile} = 5.84 (mm)$

$K = F / \delta = 1000 \text{ kN} / 0.00584 \text{ m} = 171232 \text{ kN/m}$, si assume 200000 kN/m



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	20 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

7 MODELLO DI CALCOLO

La struttura viene analizzata mediante un modello FEM tridimensionale con il software di calcolo Sap2000. I setti e la soletta sono stati implementati mediante elementi shell, invece i pali con elementi beam. L'opera è stata vincolata mediante molle elastiche lineari a rigidità crescente lungo il fusto del palo e con molle elastiche in corrispondenza della punta dei pali.

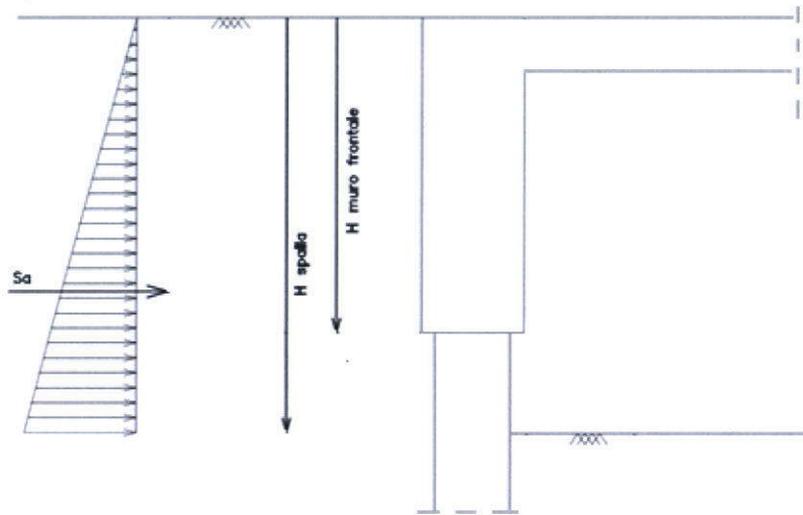


Modelli di calcolo

8 CALCOLO DELLE SPINTE ED ANALISI DEI CARICHI

8.1 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

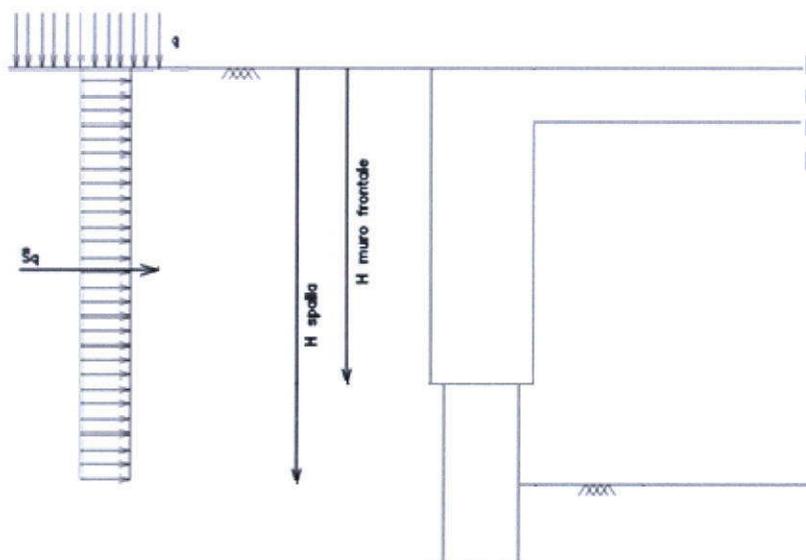


Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta in quiete k_0 .

8.2 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q_{acc}=20\text{KN/m}^2$

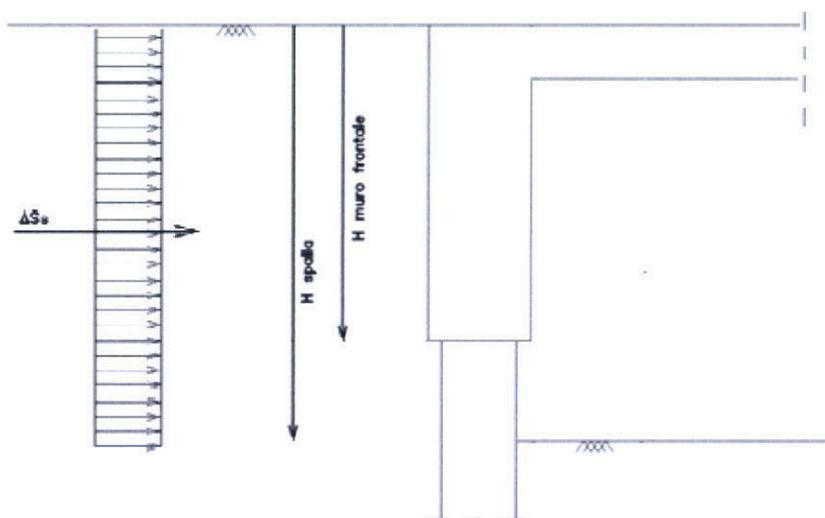


Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_0 \cdot q_{acc} \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su una larghezza pari a quella della spalla.

8.3 Sovrappinta sismica

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovrappinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a $\Delta S_{ae} = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H_2$, da applicare ad una quota pari ad $H/2$ nel caso di muro impedito di traslare.



Schema per il calcolo degli effetti della sovrappinta sismica



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	24 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

8.4 Analisi dei carichi

(a) Caratteristiche materiali e terreno

Calcestruzzo armato - Peso specifico	γ	25	kN/m ³
Calcestruzzo armato - Res. caratteristica	R_{ck}	30	N/mm ²
Pacchetto stradale - Peso specifico	γ	24	kN/m ³
Terreno del rilevato - Peso specifico	γ	19	kN/m ³
Terreno del rilevato - Angolo di attrito	φ	30	°

(b) Ricoprimento

Spessore pacchetto stradale	H_p	1.25	m
-----------------------------	-------	------	---

c Geometria

Spessore soletta superiore	S_s	1.2	m
Spessore piedritti	S_p	1.5	m
Altezza netta piedritti	H_{int}	4.7	m
Altezza pali interassata dalla spinta	H_{pali}	2.5	m
Altezza totale spinta	$H_{spinta} = S_s + H_{int} + H_{pali} = 1.2 + 4.7 + 2.5$	8.4	m
Lunghezza totale	L_{int}	15.50	m
Diametro pali	d	1.2	m
Lunghezza pali	L	20.0	m
Larghezza totale impalcato	L_{tot}	9.70	m
Larghezza carreggiata	L_{car}	6.70	m
Larghezza cordoli in dx e sx	L_{cor}	1.5	m



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	25 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

(e) **Pesi propri e Carichi permanenti (condizioni PERM)**

Pesi propri	Volume cls x γ_{cls} (calcolato in modo automatico dal programma)		
Peso pacchetto stradale	$q_{ps} \quad H \times \gamma = 1.25 \times 24 =$	30.0	kN/m ²
Peso cordoli	$q_{pc} \quad H_{cordolo} \times \gamma_{cls} = 1 \times 25 =$	25.00	kN/m ²

(f) **Carichi accidentali** Q_{ik} e q_{ik}

Si seguono le disposizioni contenute nelle NTC cap. 5.1.3.3 con riferimento a ponti di I categoria. Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile pari a **10.50 m**, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3 m, la larghezza rimanente è interessata da un carico di superficie di 2.5 kN/m².

Corsia di carico 1 costituita da:

schema di carico 1: n. 4 carichi concentrati da 150 KN cadauno disposti ad interasse 1.20 m in direzione longitudinale al cavalcavia e 2.00 m in direzione trasversale;

carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico 2 costituita da:

schema di carico 1 ridotto: 4 carichi concentrati da 100 KN cadauno disposti ad interasse 1.20 m in direzione longitudinale al cavalcavia e 2.00 m in direzione trasversale;

carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m² su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico rimanente:

carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m² su una larghezza di area rimanente.



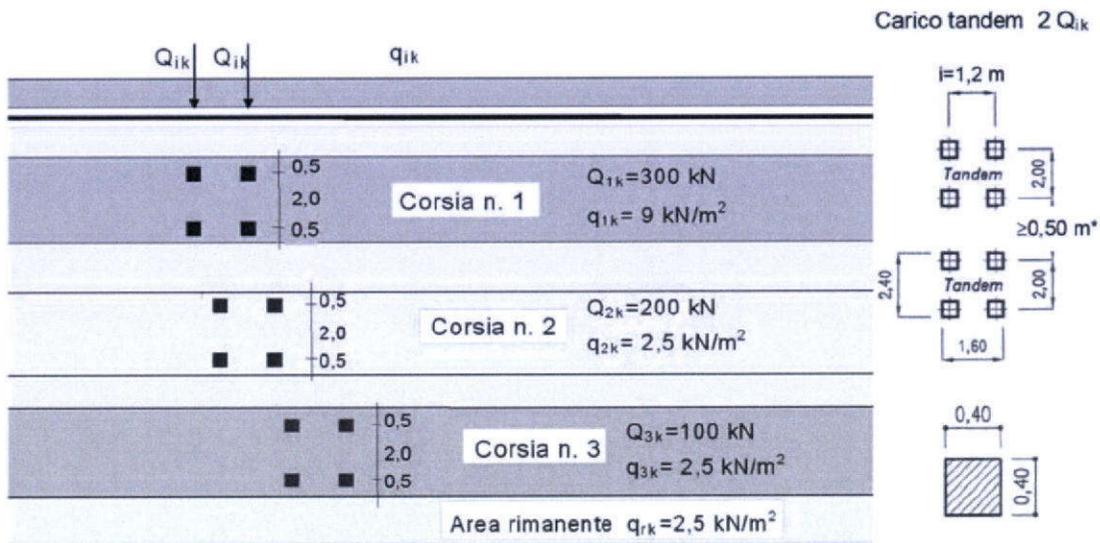
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	26 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO



(h) Frenamento q_3

w_l	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300.00 kN	singolo asse Q_{1k}
q_{1k}	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	13.080 m	lunghezza impalcato
F_x	=	397.3 kN	azione longitudinale

(i) Azione termica

Variatione termica uniforme	ΔT_U	15 °
Variatione termica a farfalla	ΔT_F	5 °

(j) Ritiro (applicato alla soletta superiore)

ΔT_R	-10 °
--------------	-------



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	27 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

(k) Spinta del terreno in fase statica (Condizioni SPTSX e SPTDX)

Peso terreno	γ		19	kN/m ³
angolo di attrito	ϕ		30	°
Angolo di attrito terra muro	δ		0	°
K0		$1 - \tan(30^\circ) =$	0.500	
Larghezza interessata dalla spinta	B		1	m
Interasse pali	i		1.3	m
Larghezza di influenza pali di estremità	ie		1.95	m
Spinta alla quota di estradosso sol. sup.	p1	$k_0 \cdot q \cdot ps = 0.500 \times 30.00 =$	15.00	kN/m ²
Spinta in asse sol. sup.	p2	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot B = 0.500 \times (30.00 + 19 \times 1.20/2) =$	20.7	kN/m ²
Spinta alla quota di intradosso setto	P3	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot B = 0.500 \times [30 + 19 \times (1.2/2 + 5.3)] =$	71.05	kN/m ²
Spinta alla quota inizio pali (interasse pali 1.3m)	p4	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot i = 0.500 \times [30 + 19 \times (1.2/2 + 5.3)] \cdot 1.3 =$	92.37	kN/m
Spinta alla quota fine pali (interasse pali 1.3m)	P5	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot i = 0.500 \times [30 + 19 \times (1.2/2 + 7.80)] \cdot 1.3 =$	123.25	kN/m
Spinta alla quota inizio pali (pali di estremità)	p4	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot ie = 0.500 \times [30 + 19 \times (1.2/2 + 5.3)] \cdot 1.95 =$	138.56	kN/m
Spinta alla quota fine pali (pali di estremità)	P5	$K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot ie = 0.500 \times [30 + 19 \times (1.2/2 + 7.80)] \cdot 1.95 =$	184.88	kN/m
Spinta semispessore sol. sup.	F1	$(p1+p2)/2 \times (Ss/2) = (15.00+20.7)/2 \times 1.20/2$	10.71	kN/m

(m) Spinta del carico accidentale (Condizioni SPACCSX e SPACCDX)

setti	Spinta dovuta al q1 - setti	p	$K_0 \times q_{acc} \times \Delta z \cdot B = 0.500 \cdot 20 \cdot 1 =$	10	kN/m
pali	Spinta dovuta al q1 - pali	p	$K_0 \times q_{acc} \times \Delta z \cdot i = 0.500 \cdot 20 \cdot 1.3 =$	13	kN/m
pali	Spinta dovuta al q1 - pali di estremità	p	$K_0 \times q_{acc} \times \Delta z \cdot ie = 0.500 \cdot 20 \cdot 1.95 =$	19.5	kN/m

(n) Sisma orizzontale (Condizione SISMAH)

Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -	SLV	
Vita nominale	VN		75	anni
Classe d'uso			III	
Coefficiente CU	CU		1.5	



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	28 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Periodo di riferimento	VR		112.5	anni
Accelerazione orizzontale	ag/g		0.216	
Amplificazione spettrale	Fo		2.440	
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E	C	
Coeff. Amplificazione stratigrafica	Ss		1.384	
Coeff. Amplificazione topografica	St		1	
Coefficiente S	S	=Ss · St	1.384	
accelerazione orizzontale max	amax/g	=ag/g · S	0.299	
Fattore di struttura	q		1.00	
Coeff. sismico orizzontale	kh	=amax/g	0.299	
Coeff. sismico verticale	kv	= ±0.5 · kh	0.149	

(p) Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSDX)

	Risultante della spinta sismica	$\Delta SE = (amax/g) \cdot \gamma \cdot (H)^2 = 0.299 \cdot 19 \cdot 8.40^2$	402.2	kN
setti	Pressione risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H_{calcolo} = 402.2 / 7.80$	51.57	kN/m
pali	Pressione risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H_{calcolo} * i = 402.2 / 7.8 * 1.3$	67.04	kN/m
Pali di estremità	Pressione risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H_{calcolo} * i_e = 402.2 / 7.8 * 1.95$	100.55	kN/m

8.5 Carico accidentale da traffico

I carichi mobili su rilevato stradale in generale vengono considerati con la seguente intensità:

$$Q_{acc} = 20 \text{ kN/m}^2$$

Per l'opera in oggetto viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'accidentale definito al punto 5.1.3.3.5 NTC 2008 e punto 5.1.3.3.7.1 Circolare 2 febbraio 2009 n.617 e calcolando la ripartizione in base all'altezza del muro.

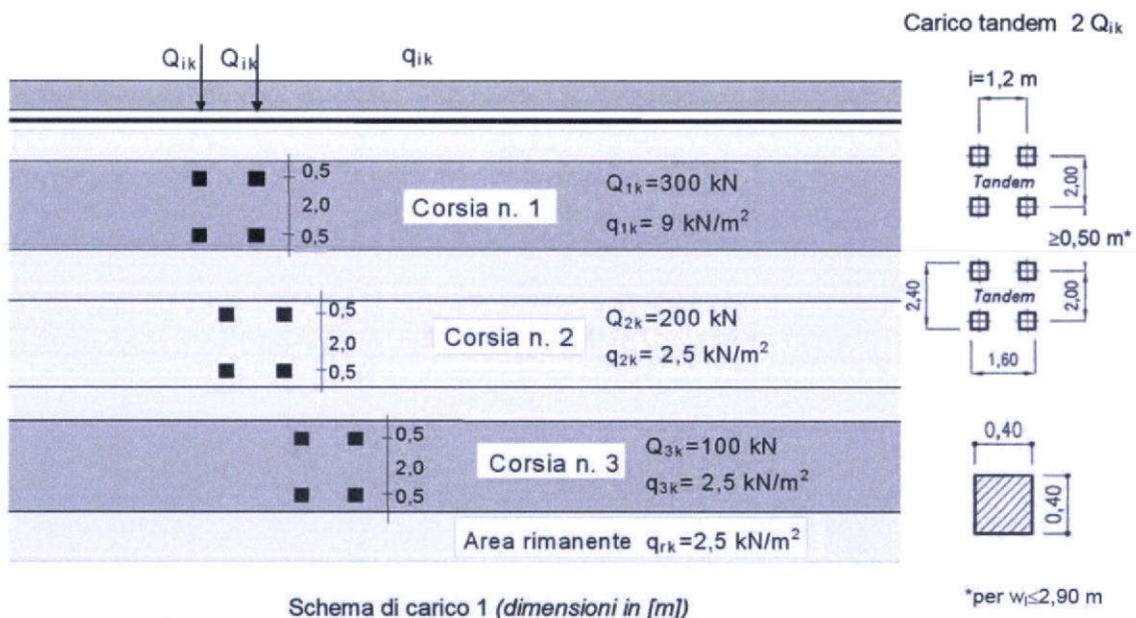
Si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga $a=3.0\text{m}$ e lunga $b=2.2\text{m}$.

Inoltre in un rilevato correttamente consolidato, sempre secondo le Norme precedentemente citate, si può assumere una diffusione del carico con un angolo di 30°. Lo schema di carico 1 prevede la presenza di carichi su due assi in tandem, per un totale di 600kN.

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

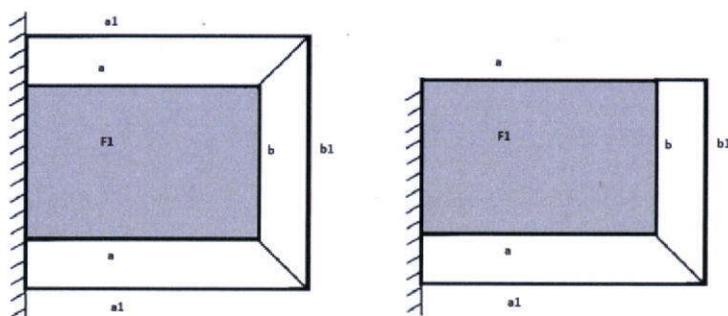
Posizione	Carico Asse	Q _{ik} [kN]	q _{ik} [kN/mq]
Corsia	Numero 1	300	9.00
Corsia	Numero 2	200	2.50
Corsia	Numero 3	100	2.50
Altre	corsie	0.00	2.50

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



Considerata la tipologia di opera, costituita da muri di limitata altezza la verifica viene eseguita

considerando il sovraccarico convenzionale della corsia n.1.



Schema di diffusione 1

Schema di diffusione 2

Si considera per il calcolo lo schema di diffusione n.2 in quanto, la diffusione su un lato è impedita dall'opera in adiacenza.

Considerando lo schema di diffusione n.2 con un'altezza muro di 6m ed una diffusione dei carichi a 30° nel terreno si ottiene:

$$a1 = a + 6 \cdot \tan 30 = 3 + 3.464 = 6.464$$

$$b1 = b + 6 \cdot \tan 30 = 2.2 + 3.464 = 5.664$$

$$Q1k = 600 / (6.464 \cdot 5.664) = 600 / 36.612 = 16.39 \text{ kN/m}^2$$

$$q1k = 9 \text{ kN/m}^2$$

considerata la combinazione più gravosa, costituita dal carico tandem come principale, il carico distribuito $q1k$ secondario ed adottando un Coefficiente di combinazione pari a 0.40 si ha

$$q = q1k \cdot 0.4 = 9 \cdot 0.4 = 3.6 \text{ kN/m}^2$$

$$Qacc = 16.39 + 3.6 = 19.99 \text{ kN/m}^2 < 20.00 \text{ kN/m}^2;$$

Si assume pertanto il valore di 20.00 kN/m².

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	31 di 76

8.6 condizioni e combinazioni di carico

condizioni e combinazioni di carico

Nel modello di calcolo vengono considerate le seguenti condizioni di carico elementari:

PERM:	Carichi permanenti e peso proprio
Q1k-M:	Carichi mobili - disposizione massimo momento flettente
Q1k-T:	Carichi mobili - disposizione massimo taglio
Q3:	Frenamento
SPTSX:	Spinta del terreno sul piedritto di sinistra
SPTDX:	Spinta del terreno sul piedritto di sinistra
SPACCSX:	Spinta del carico accidentale sul piedritto di sinistra
SPACCDX:	Spinta del carico accidentale sul piedritto di destra
TERM:	Variazione termica
RITIRO:	Ritiro della soletta superiore
SISMAH:	Azione sismica
SPSDX:	Incremento sismico di spinta del terreno sul piedritto di destra

N	PERM	Q1k-M	Q1k-T	Q2	Q3	SPTSX	SPTDX	SPACCSX	SPACCDX	TERM	RITIRO	SISMAH	SPSDX
S 01	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S 02	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S 03	1.35	1.35	0	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 04	1.35	0	1.35	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 05	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 06	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 07	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 08	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 09	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S 10	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S 11	1.35	1.35	0	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 12	1.35	0	1.35	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 13	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 14	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 15	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 16	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 17	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S 18	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S 19	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0
S 20	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 N7D2 01 D 78 CL OC 05 00 001 A 32 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

S	21	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	22	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	23	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0
S	24	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	25	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	26	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	27	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	28	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	29	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	30	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	31	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	32	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	33	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S	34	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S	35	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.72	0	0	0
S	36	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.72	0	0	0
S	37	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	0.72	0	0	0
S	38	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	0.72	0	0	0
S	39	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S	40	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S	41	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	42	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	43	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	44	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	45	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S	46	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S	47	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.2	0	0	0
S	48	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.2	0	0	0
S	49	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	1.2	0	0	0
S	50	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	1.2	0	0	0
S	51	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	52	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	53	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	54	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	55	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	56	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	57	1	0.2	0	0.2	0	0.7	1	0	0	0.5	0	1	1



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 N7D2 01 D 78 CL OC 05 00 001 A 33 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

S	58	1	0.2	0	0.2	0	0.7	1	0	0	-0.5	1	1	1
Q	59	1	0	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
Q	60	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0.5	0	0	0
Q	61	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0	0.5	0	0	0
Q	62	1	0	0	0	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
Q	63	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	0	0
Q	64	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0	-0.5	1	0	0
F	65	1	0.75	0	0.4	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
F	66	1	0	0.75	0.4	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
F	67	1	0.75	0	0.4	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	68	1	0	0.75	0.4	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	69	1	0.75	0	0.4	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	70	1	0	0.75	0.4	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	71	1	0	0	0	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	72	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	73	1	0.75	0	0.4	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
F	74	1	0	0.75	0.4	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
F	75	1	0.75	0	0.4	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	76	1	0	0.75	0.4	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	77	1	0.75	0	0.4	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0
F	78	1	0	0.75	0.4	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0
F	79	1	0	0	0	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	80	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

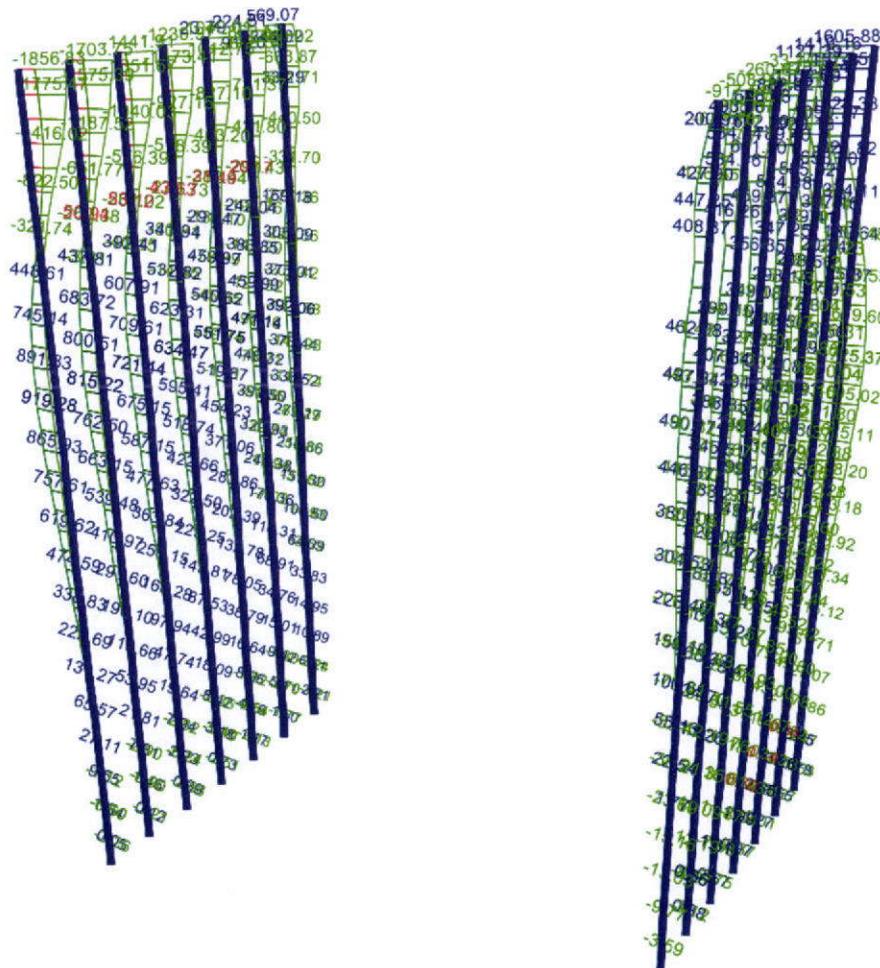
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	34 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

9 SOLLECITAZIONI

9.1 pali

Nelle figure seguenti si riportano gli involuppi delle sollecitazioni nei pali.



ENV_SLU M2-2 involuppo momenti flettenti

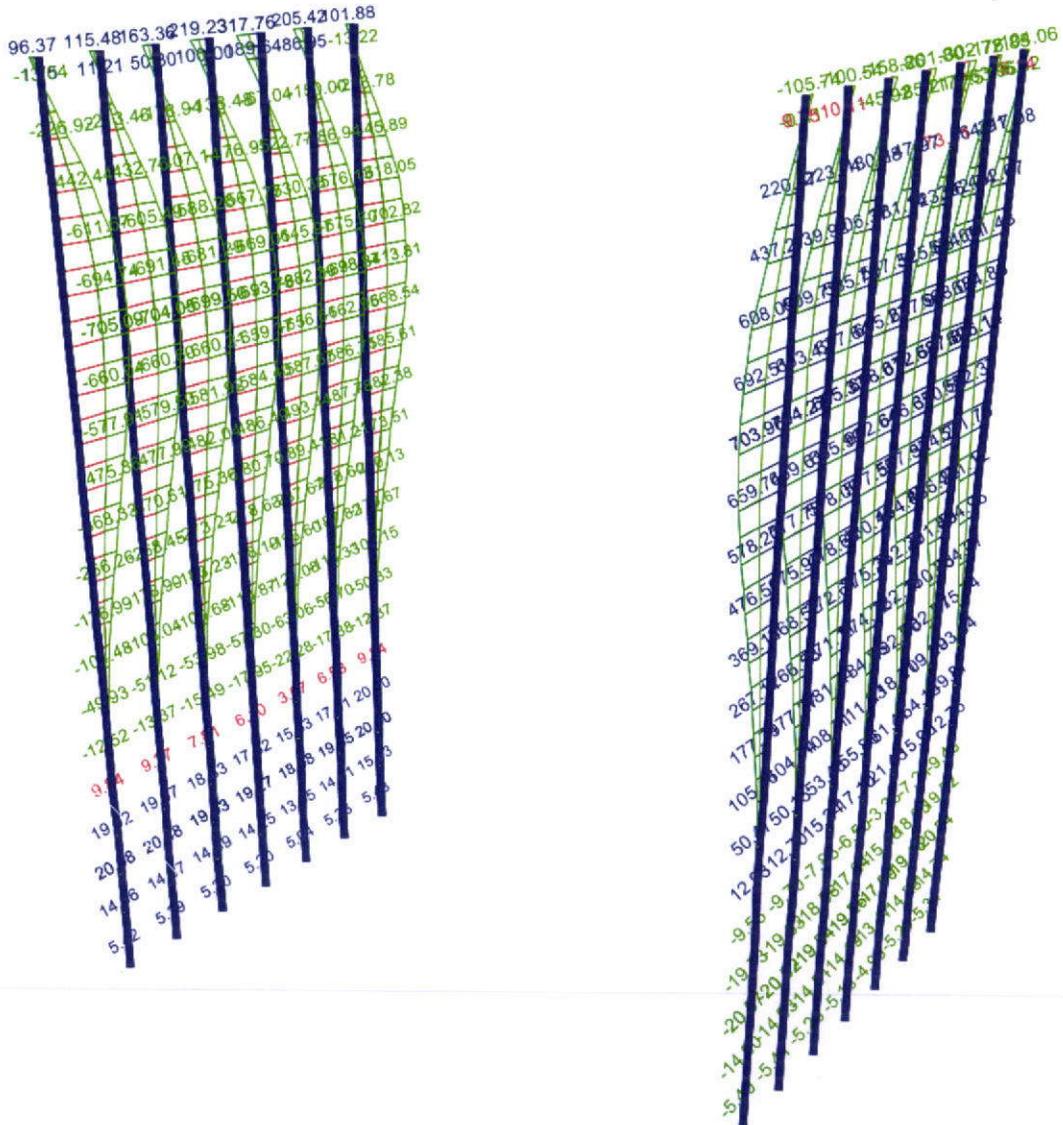


LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05.00.001	A	35 di 76



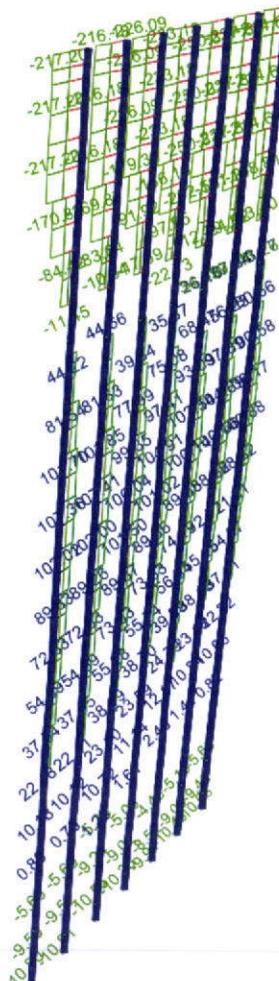
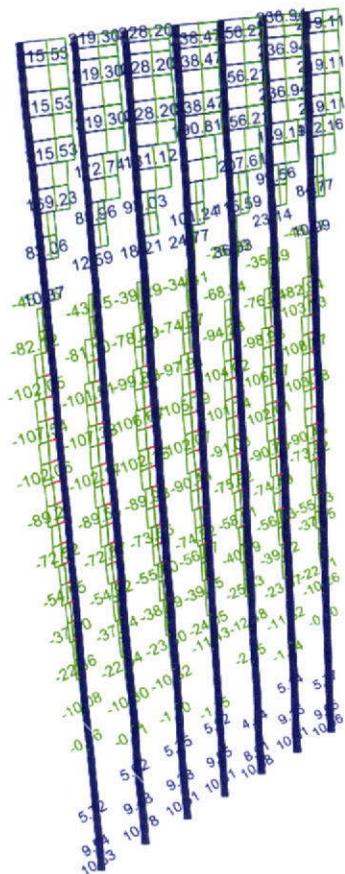
ENV_SLU M3-3 involucro momenti flettenti

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	37 di 76



ENV_SLU V2-2 inviluppo tagli



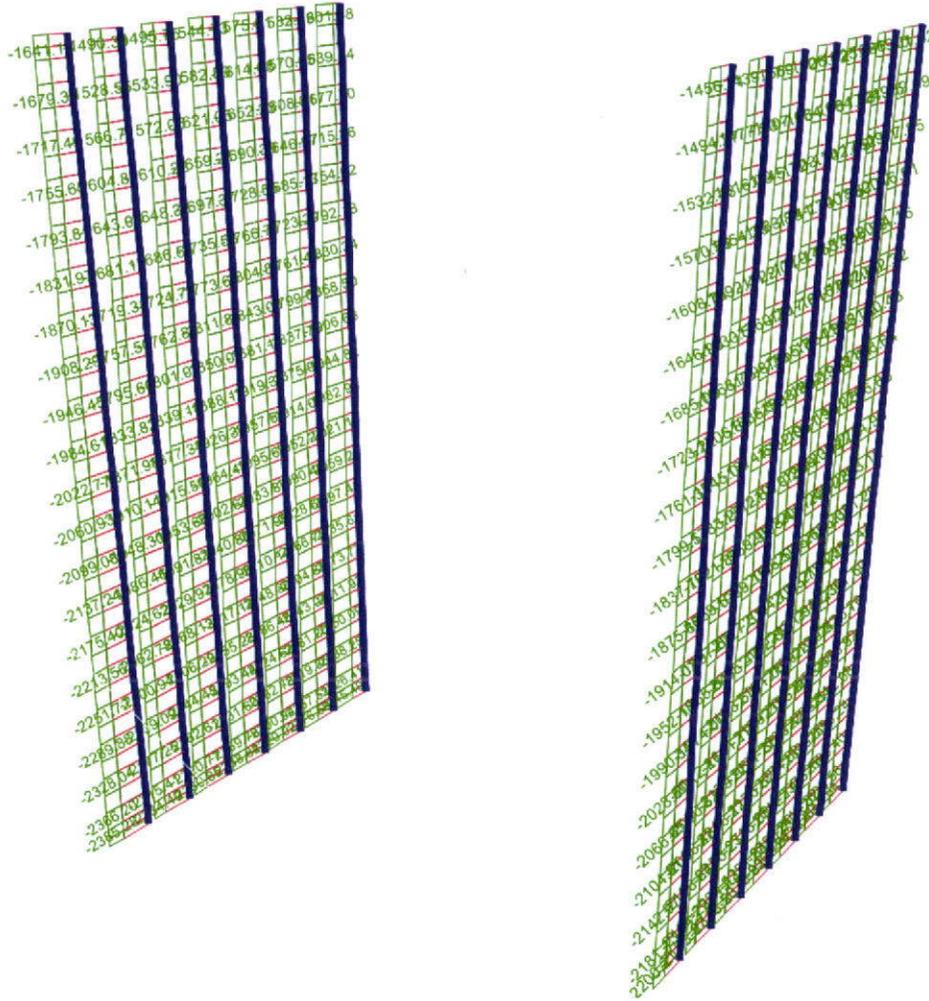
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	38 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO



ENV_SLU involucro sforzi assiali



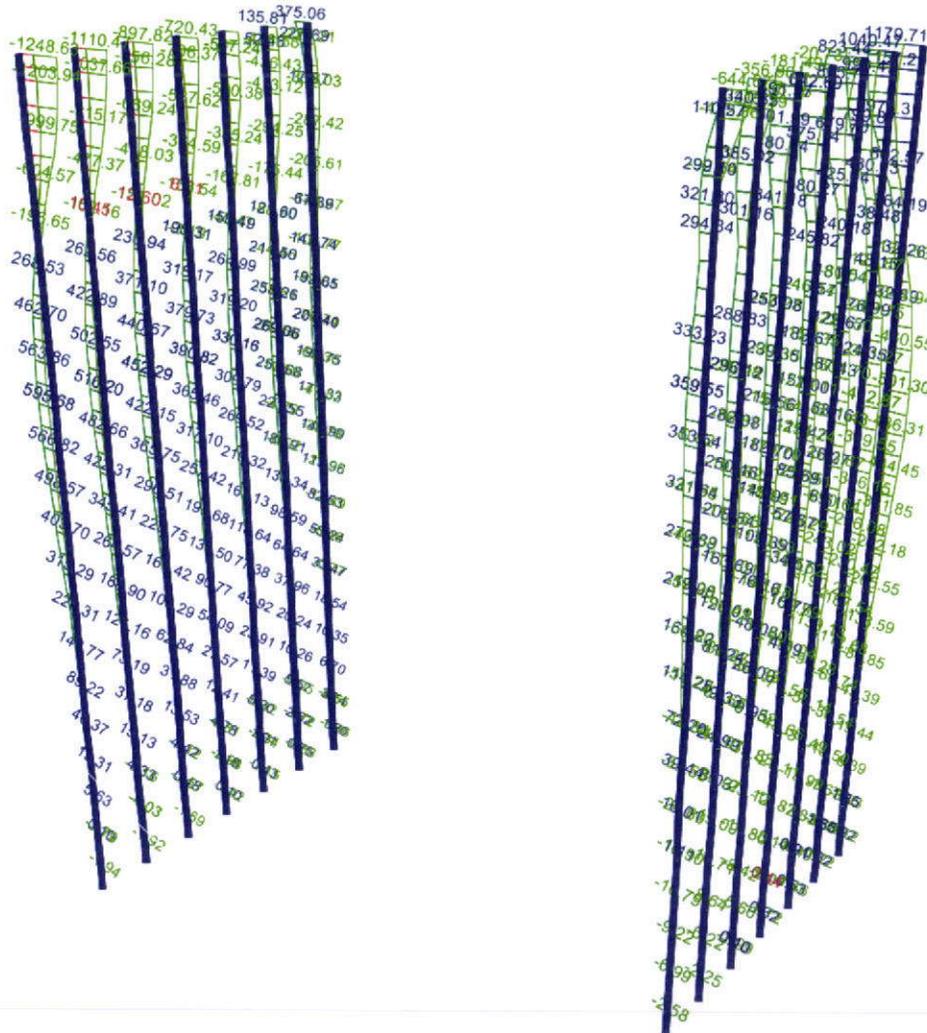
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	39 di 76



ENV_SLE M2-2 involucro momenti flettenti



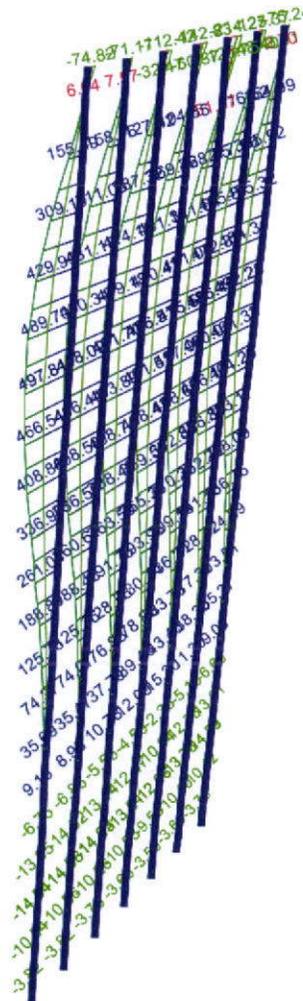
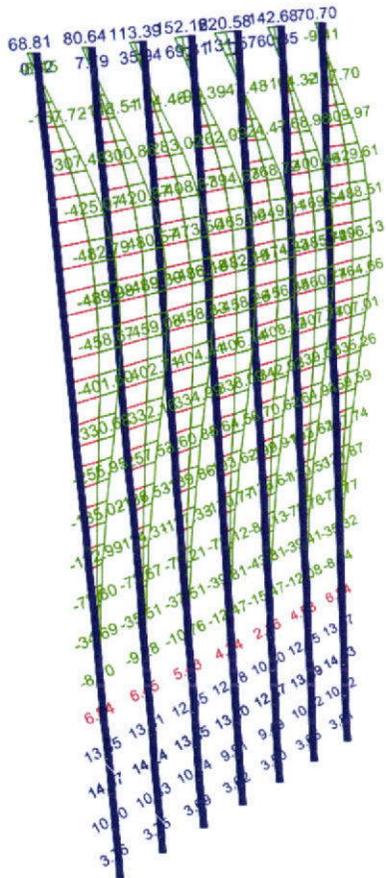
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	40 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO



ENV_SLE M3-3 involucro momenti flettenti



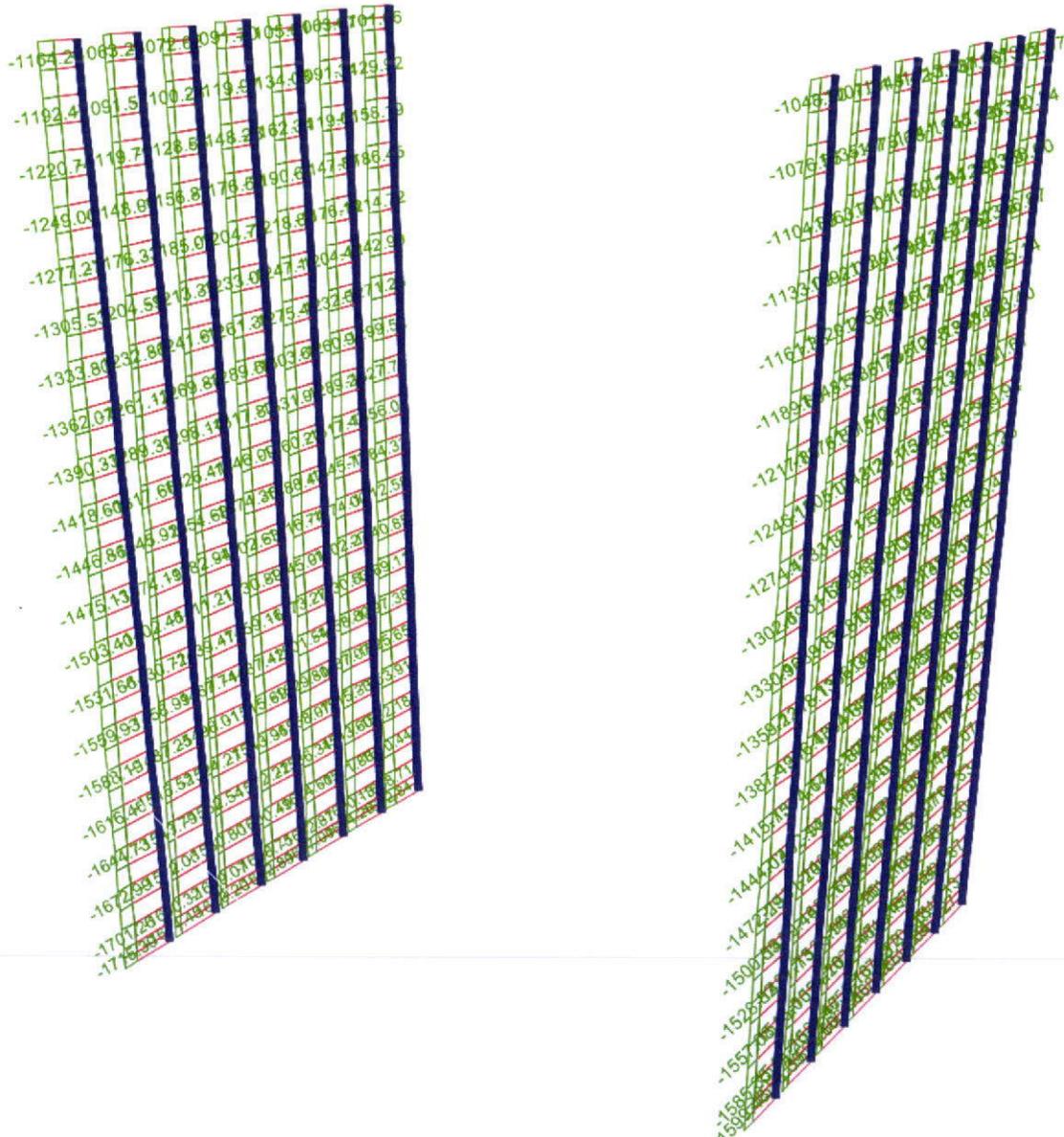
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

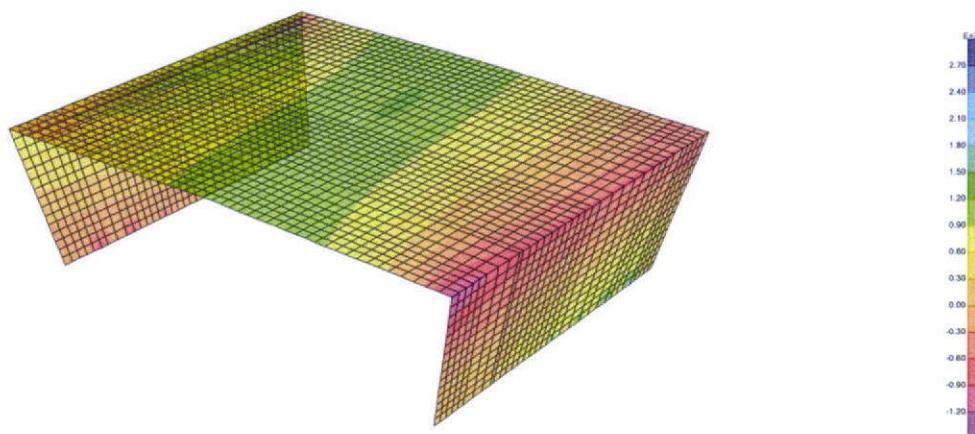
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	41 di 76



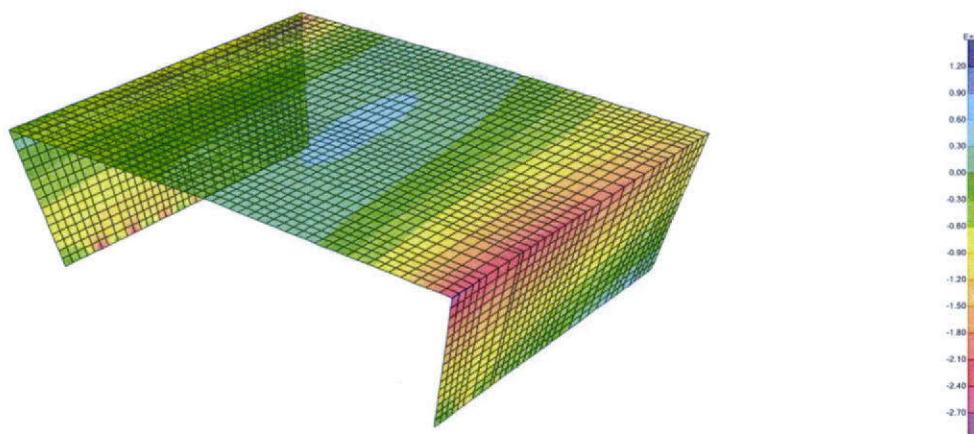
ENV_SLE involucro sforzi assiale

9.2 setti e soletta

Nelle figure seguenti si riportano gli involuipi delle sollecitazioni nei setti e nella soletta.



ENV_SLU involucro M2-2_max

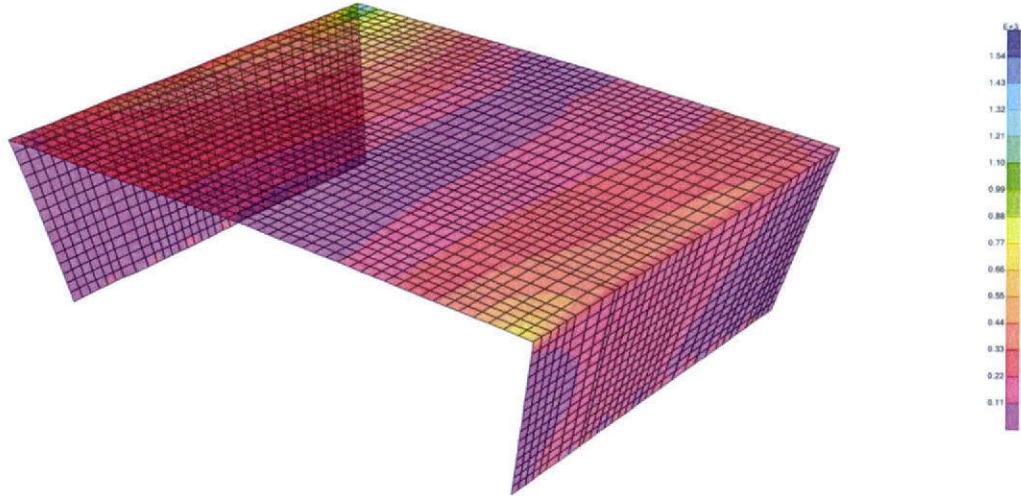


ENV_SLU involucro M2-2_min

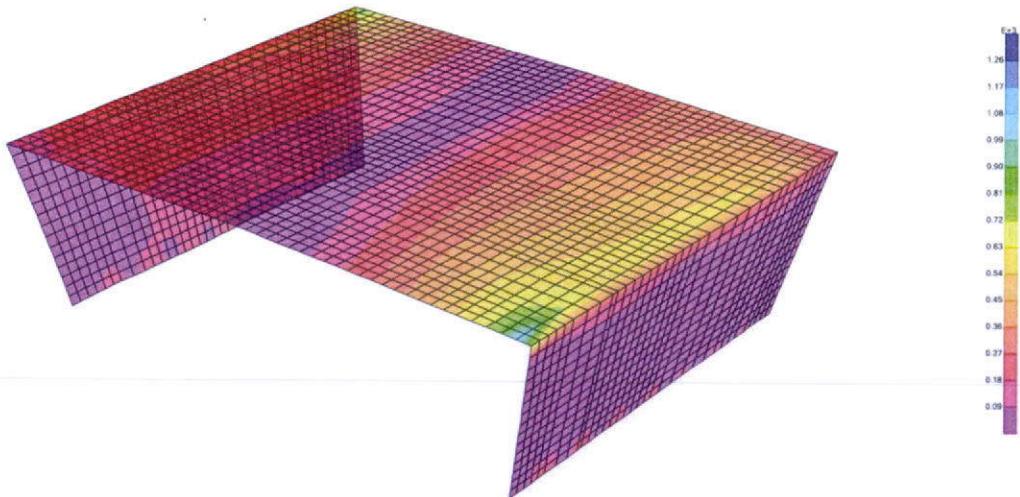
Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	43 di 76



ENV_max_SLU V_max



ENV_min_SLU V_max



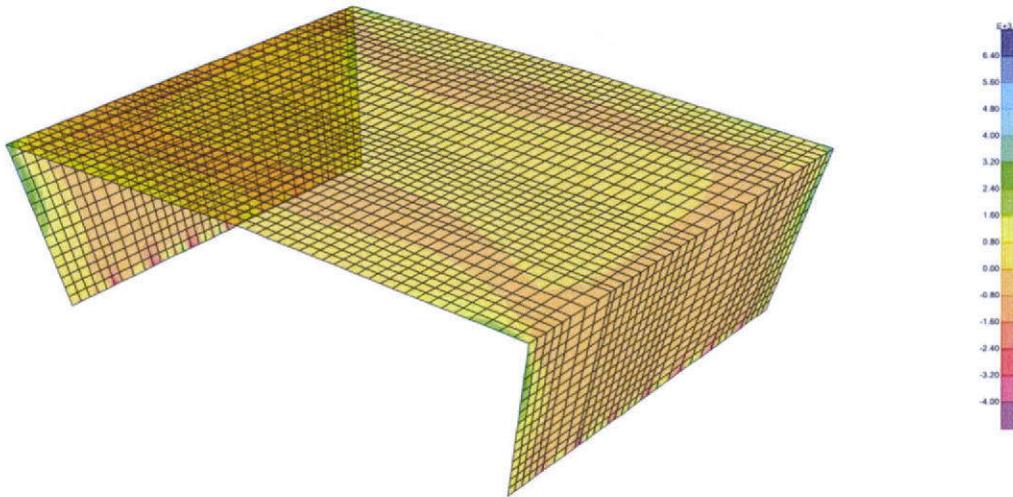
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

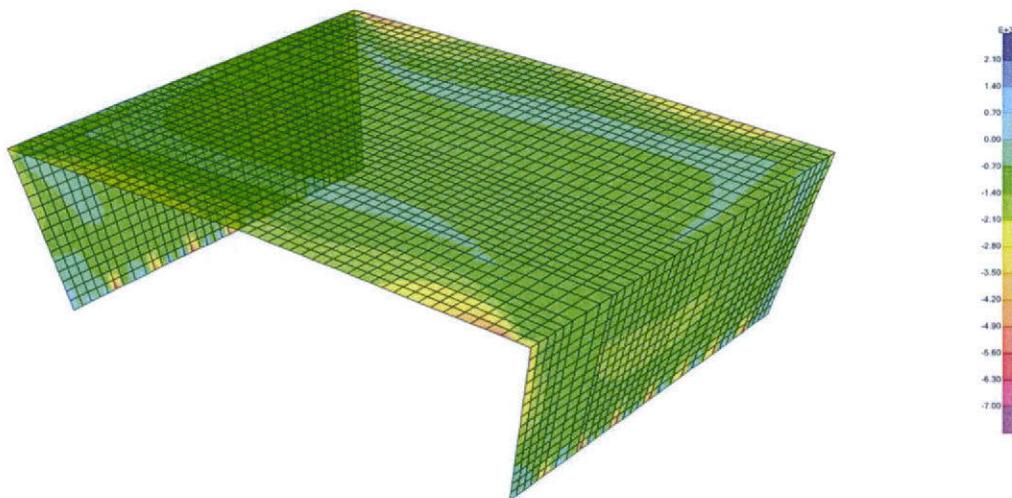
Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	44 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO



ENV_SLU inviluppo sforzi assiali_max



ENV_SLU inviluppo sforzi assiali_min



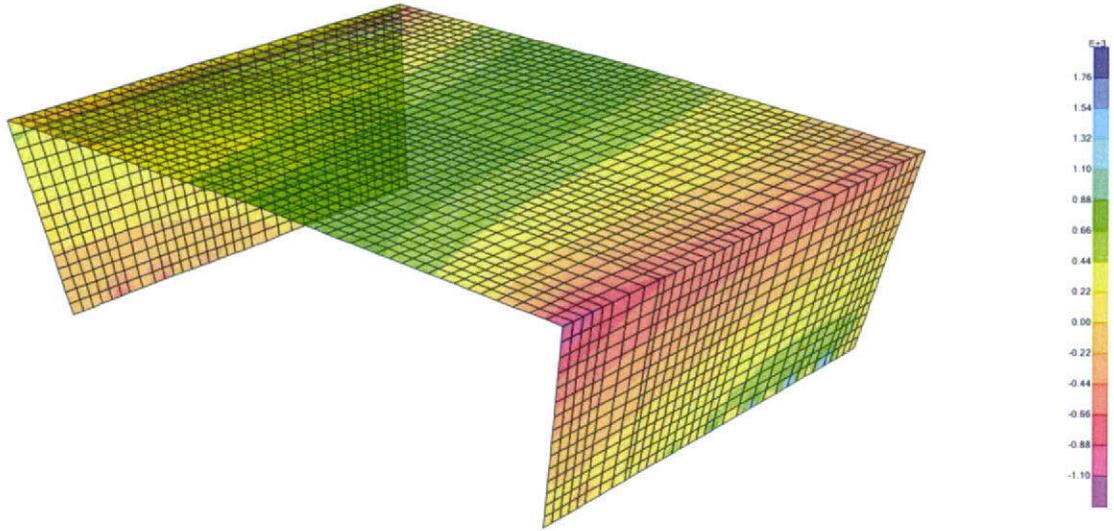
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

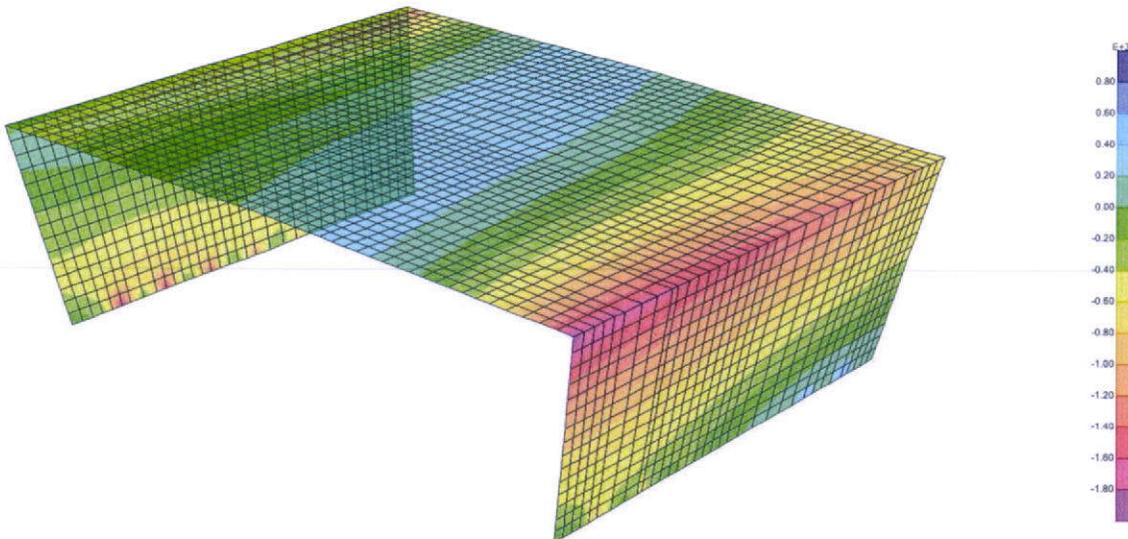
Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	45 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO



ENV_SLE inviluppo M2-2_max



ENV_SLE inviluppo M2-2_min



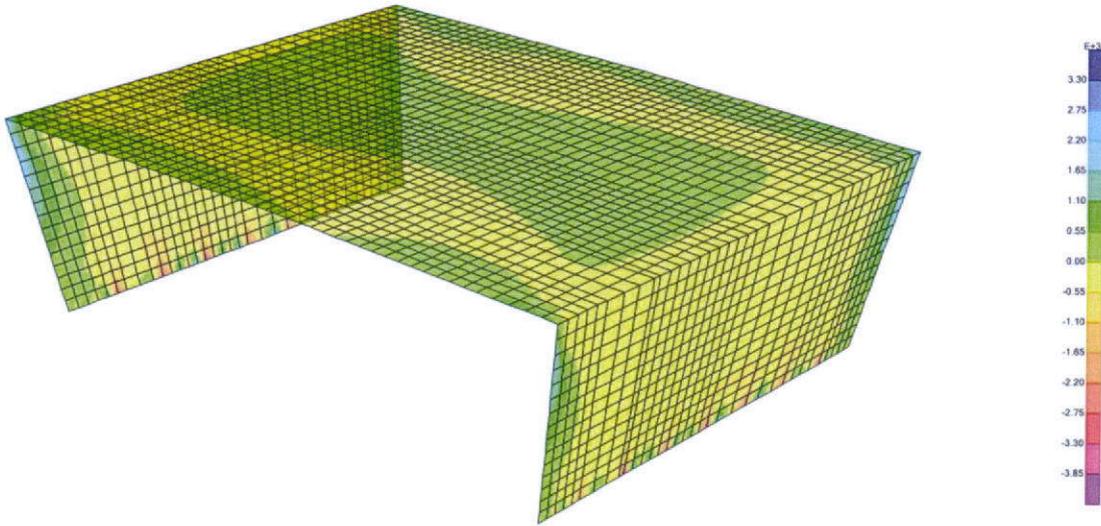
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

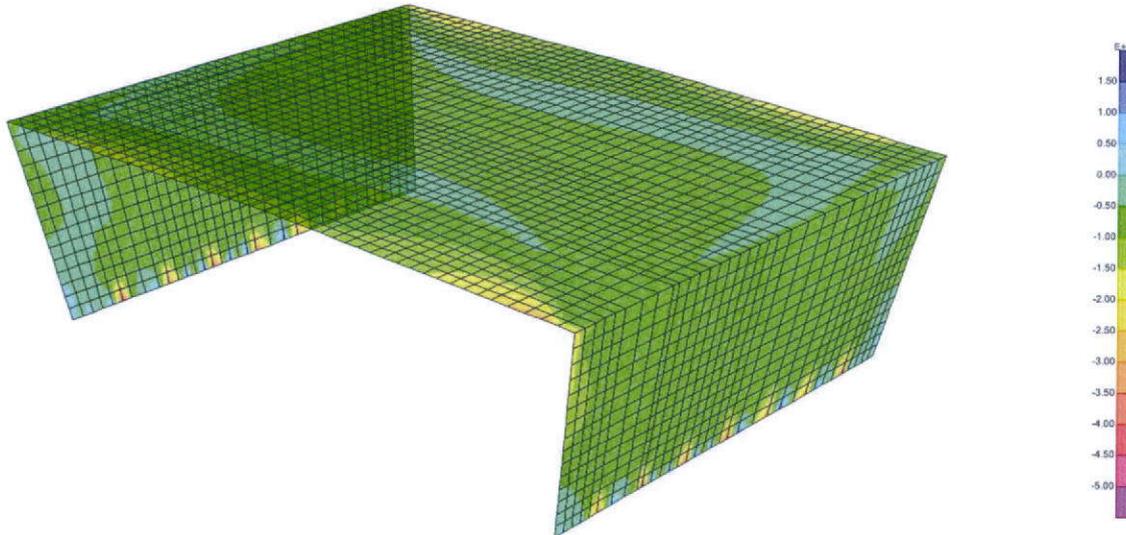
Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	46 di 76



ENV_SLE inviluppo sforzi assiali_max



ENV_SLE inviluppo sforzi assiali_min



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	47 di 76

10 VERIFICHE STRUTTURALI

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 6.2.3.1.1 del D.M.14/01/08.

10.1 Criteri di verifica

Verifica a pressoflessione

La verifica sugli elementi viene condotta calcolando il momento resistente massimo della sezione in presenza o meno di sforzo assiale di compressione. Il calcolo si basa sull'assunzione dei diagrammi di calcolo a tensione-deformazione del calcestruzzo e dell'acciaio previsti dalla normativa.

Con riferimento alla sezione presso inflessa, sotto rappresentata assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli $\sigma - \epsilon$ di definiti ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3 del D.M.14/01/08, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta per gli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio mediante l'espressione fornita dalla normativa:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 k^3 / 2 f_{ck}^{1/2}$$

d altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w d)$ rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	48 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui tale verifica non sia soddisfatta, occorre procedere alla seconda verifica, quella prevista per gli elementi con armatura trasversali resistenti a taglio.

In tal caso la resistenza a taglio ultima è fornita dal valore minore delle due resistenza secondo il meccanismo taglio-trazione o taglio-compressione forniti da normativa. Più precisamente:

per la resistenza a "taglio trazione":

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \sin(\alpha)$$

per la resistenza a "taglio compressione":

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) / (1 + \text{ctg}^2(\theta))$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$);

α_c coefficiente maggiorativo pari a: 1 per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp}/f_{cd} \quad \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$$

$$1,25 \quad \text{per } 0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$$

$$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) \quad \text{per } 0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$$

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5.$$

10.2 Pali

10.2.1 Sollecitazioni

Riepilogo massime sollecitazioni

	N_{Ed} [kN]	$M2_{Ed}$ [kNm]	$M3_{Ed}$ [kNm]	$V2_{Ed}$ [kN]	$V3_{Ed}$ [kN]
N_{min}	-441	569	102	219	595
N_{max}	-2645.6	0	0	-11	-3
$M3_{max}^{(-)}$	-1792	-226	-714	5	-157
$M3_{max}^{(+)}$	-981	408	704	-5	111
$M2_{max}^{(-)}$	-1622	-1857	63	123	-110
$M2_{max}^{(+)}$	-959	1606	-63	-116	33
$V3_{max}$	-1717	-823	-442	123	-774
$V2_{max}$	-669	24	318	256	235

combinazioni di verifica

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]
comb 1	-441	578	634
comb 2	-2646	0	11
comb 3	-1792	749	157
comb 4	-981	814	111
comb 5	-1622	1858	165
comb 6	-959	1607	121
comb 7	-1717	934	784
comb 8	-669	319	348

10.2.2 verifica a flessione

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita
Tipologia sezione:	Circolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	50 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	33Ø26	(175.2 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	8.7	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	441.00	578.00	634.00	0.00
2	2646.00	0.10	11.00	0.00
3	1792.00	749.00	153.00	0.00
4	981.00	814.00	111.00	0.00
5	1622.00	1858.00	165.00	0.00
6	959.00	1607.00	121.00	0.00
7	1717.00	934.00	784.00	0.00
8	669.00	319.00	348.00	0.00



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	51 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00
2	1863.00	0.00
3	1243.00	507.00
4	862.00	579.00
5	1150.00	1249.00
6	749.00	1181.00
7	1221.00	678.00
8	678.00	221.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00 (0.00)
2	1863.00	0.00 (0.00)
3	1243.00	507.00 (969.40)
4	862.00	579.00 (768.38)
5	1150.00	1249.00 (684.64)
6	749.00	1181.00 (648.96)
7	1221.00	678.00 (823.75)
8	678.00	221.00 (1164.32)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00 (0.00)
2	1863.00	0.00 (0.00)
3	1243.00	507.00 (969.40)
4	862.00	579.00 (768.38)
5	1150.00	1249.00 (684.64)
6	749.00	1181.00 (648.96)
7	1221.00	678.00 (823.75)
8	678.00	221.00 (1164.32)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	52 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis. Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis. Sic.	Yn	M sn	x/d	C. Rid.	As Tesa
1	S	441.00	578.00	441.29	3066.22	5.305	25.7	2207.87	---	---	---
2	S	2646.00	0.10	2645.72	3573.88	35738.778	15.6	2840.57	---	---	---
3	S	1792.00	749.00	1792.06	3402.06	4.542	19.4	2606.97	---	---	---
4	S	981.00	814.00	980.93	3205.43	3.938	23.2	2371.74	---	---	---
5	S	1622.00	1858.00	1622.25	3364.98	1.811	20.2	2558.71	---	---	---
6	S	959.00	1607.00	958.77	3199.78	1.991	23.3	2365.15	---	---	---
7	S	1717.00	934.00	1716.97	3386.46	3.626	19.8	2585.78	---	---	---
8	S	669.00	319.00	668.89	3125.39	9.797	24.7	2277.65	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00174	60.0	0.00261	51.3	-0.00785	-51.3
2	0.00350	-0.00056	60.0	0.00281	51.3	-0.00528	-51.3
3	0.00350	-0.00094	60.0	0.00275	51.3	-0.00610	-51.3
4	0.00350	-0.00140	60.0	0.00267	51.3	-0.00710	-51.3
5	0.00350	-0.00102	60.0	0.00273	51.3	-0.00629	-51.3
6	0.00350	-0.00141	60.0	0.00267	51.3	-0.00713	-51.3
7	0.00350	-0.00097	60.0	0.00274	51.3	-0.00618	-51.3
8	0.00350	-0.00159	60.0	0.00264	51.3	-0.00753	-51.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	14	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N. Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	53 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	S	634.00	509.67	2253.00	1295.42	104.4	21.80	1.028	7.5
2	S	11.00	797.16	2630.57	1270.38	109.6	21.80	1.165	0.1
3	S	153.00	702.29	2495.80	1276.05	108.5	21.80	1.112	1.8
4	S	111.00	585.29	2347.37	1288.72	105.9	21.80	1.061	1.3
5	S	165.00	675.32	2455.08	1282.23	107.2	21.80	1.101	2.0
6	S	121.00	582.35	2344.33	1288.72	105.9	21.80	1.060	1.4
7	S	784.00	692.13	2485.29	1276.05	108.5	21.80	1.107	9.5
8	S	348.00	543.63	2304.28	1288.72	105.9	21.80	1.042	4.2



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05.00.001	A	54 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

10.2.3 verifica a taglio

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 15.4 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	634.00	509.67	2253.00	1295.42	104.4	21.80	1.028	7.5
2	S	11.00	797.16	2630.57	1270.38	109.6	21.80	1.165	0.1
3	S	153.00	702.29	2495.80	1276.05	108.5	21.80	1.112	1.8
4	S	111.00	585.29	2347.37	1288.72	105.9	21.80	1.061	1.3
5	S	165.00	675.32	2455.08	1282.23	107.2	21.80	1.101	2.0
6	S	121.00	582.35	2344.33	1288.72	105.9	21.80	1.060	1.4
7	S	784.00	692.13	2485.29	1276.05	108.5	21.80	1.107	9.5
8	S	348.00	543.63	2304.28	1288.72	105.9	21.80	1.042	4.2



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	55 di 76

10.3 setti

10.3.1 verifica a flessione

Il massimo momento flettente sui setti si rileva in corrispondenza dell'attacco con la soletta; tale valore è pari a 2400 kNm

Si predispongono Ø26/10 su entrambi i lati della sezione.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	150

N°	As [cm²]	d [cm]
1	53.09	5.3
2	53.09	144.7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -2,914 kN m

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200,000 N/mm²	f _{cd}	14.17
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	9.75
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.6
		τ _{c1}	1.829

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 61.7 ‰
 d 144.7 cm
 x 7.767 x/d 0.05368
 δ 0.7

La sezione risulta verificata.

10.3.2 verifica a taglio

Calcestruzzo		Sollecitazioni		V
Tipo	C25/30	V_{Ed}	kN	1000
R_{ck}	30 N/mm ²	N_{Ed}	kN	0
f_{ck}	24.9 N/mm ²	Armatura a taglio		
γ_c	1.5	Diametro	mm	20
α_{cc}	0.85	Numero barre		2.5
f_{cd}	14.1 N/mm ²	A_{sw}	cm ²	7.85
Acciaio		Passo s	cm	40
f_{tk}	540 N/mm ²	Angolo α	°	90
f_{yk}	450 N/mm ²	Armatura longitudinale		
γ_s	1.15	n_1		10
f_{yd}	391 N/mm ²	\varnothing_1	mm	26
		n_2		
		\varnothing_2	mm	
		A_{sl}	cm ²	53.09
		Sezione		
		b_w	cm	100
		H	cm	150
		c	cm	5.3
		d	cm	144.7
		k	N/mm ²	1.37
		v_{min}	N/mm ²	0.28
		ρ		0.0037
		σ_{cp}	N/mm ²	0.00
		α_c		1.00
		Resistenza senza armatura a taglio		
		V_{Rd}	kN	498
		Resistenza con armatura a taglio		
		Inclinazione puntone θ	°	40
		V_{RSd}	kN	1192
		V_{RCd}	kN	4524
		V_{Rd}	kN	1192

La sezione risulta verificata.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	57 di 76

10.4 soletta

10.4.1 verifica a flessione

Il massimo momento flettente sulla soletta si rileva in corrispondenza dell'attacco con i setti; tale valore è pari a -2400 kNm; in campata il massimo momento risulta 1200 kNm

In corrispondenza dell'attacco con i setti, si predispongono $\varnothing 26/10+\varnothing 26/20$ in estradosso e $\varnothing 26/20$ in intradosso sezione.

Verifica CA.SLU - File

Titolo: _____

N° strati barre: 3

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	53.89	5.3
			2	26.55	114.7
			3	26.55	15.3

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baticentro cls

Tipologia: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{rd}: -3.259 kNm

Materiali: B450C C25/30

σ_{cu}: 67.5 % ε_{c2}: 2 ‰

f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰

E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17 MPa

E_s/E_c: 19 f_{cc}/f_{cd}: 0.8

σ_{spd}: 1.957 ‰ α_{c,adm}: 9.75

α_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{cc}: 0.6

τ_{c1}: 1.829

σ_c: -14.17 N/mm²

σ_s: 391.3 N/mm²

ε_c: 3.5 ‰

ε_s: 18.68 ‰

d: 114.7 cm

x: 18.1 x/d: 0.1570

δ: 0.7

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

In corrispondenza della mezzeria si predispongono $\varnothing 26/20$ in estradosso e $\varnothing 26/20+\varnothing 26/40$ in intradosso sezione.

Verifica CA.SLU - File

Titolo: _____

N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	26.55	5.3
			2	39.82	114.7

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baticentro cls

Tipologia: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{rd}: 1.722 kNm

Materiali: B450C C25/30

σ_{cu}: 67.5 % ε_{c2}: 2 ‰

f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰

E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17 MPa

E_s/E_c: 19 f_{cc}/f_{cd}: 0.8

σ_{spd}: 1.957 ‰ α_{c,adm}: 9.75

α_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{cc}: 0.6

τ_{c1}: 1.829

σ_c: -14.17 N/mm²

σ_s: 391.3 N/mm²

ε_c: 3.5 ‰

ε_s: 46.45 ‰

d: 114.7 cm

x: 8.037 x/d: 0.07007

δ: 0.7

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Le verifiche risultano soddisfatte.

10.4.2 verifica a taglio

Calcestruzzo		Sollecitazioni		V
Tipo	C25/30	V_{Ed}	kN	1350
R_{ck}	30 N/mm ²	N_{Ed}	kN	0
f_{ck}	24.9 N/mm ²	Armatura a taglio		
γ_c	1.5	Diametro	mm	20
α_{cc}	0.85	Numero barre		2.5
f_{cd}	14.1 N/mm ²	A_{sw}	cm ²	7.85
Acciaio		Passo s	cm	40
f_{tk}	540 N/mm ²	Angolo α	°	90
f_{yk}	450 N/mm ²	Armatura longitudinale		
γ_s	1.15	n_1		10
f_{yd}	391 N/mm ²	\varnothing_1	mm	26
		n_2		
		\varnothing_2	mm	
		A_{sl}	cm ²	53.09
		Sezione		
		b_w	cm	100
		H	cm	120
		c	cm	5.3
		d	cm	114.7
		k	N/mm ²	1.42
		v_{min}	N/mm ²	0.29
		ρ		0.0046
		σ_{cp}	N/mm ²	0.00
		α_c		1.00
		Resistenza senza armatura a taglio		
		V_{Rd}	kN	441
		Resistenza con armatura a taglio		
		Inclinazione puntone θ	°	28
		V_{RSd}	kN	1492
		V_{RCd}	kN	3019
		V_{Rd}	kN	1492

La sezione risulta verificata.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	59 di 76

11 VERIFICHE A FESSURAZIONE

11.1 Criteri di verifica

Verifiche di fessurazione

Si valuterà lo stato limite di apertura delle fessure; per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

Di seguito si riporta la tabella del paragrafo 4.1.2.2.4.3 del DM 14/01/2008, con i limiti di fessure per lo stato limite di esercizio considerato,

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Il valore di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non deve superare i valori nominali w_1 , w_2 , w_3 secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.IV. Il valore di calcolo è dato da:

$$1,7 w_m$$

dove w_m , rappresenta l'ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media delle fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

ϵ_{sm} e Δ_{sm} sono calcolati secondo le disposizioni della letteratura tecnica. In alternativa il valore di w_d può essere calcolato con la seguente espressione:

$$w_d = \epsilon_{sm} * \Delta_{smax}$$

dove:

Δ_{smax} è la distanza massima tra le fessure.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	60 di 76

La deformazione unitaria media delle esm può essere calcolata con l'espressione:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \leq \frac{\sigma_s}{E_s}$$

σ_s è la tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata;

α_e è il rapporto E_s/E_{cm} ;

ρ_{eff} è pari a $A_s / A_{c,eff}$

$A_{c,eff}$ è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza h_{c,e_f} , dove h_{c,e_f} è il minore tra $2,5 (h - d)$, $(h - x) / 3$ o $h / 2$ (vedere figura C4.1.9);

k_t è un fattore dipendente dalla durata del carico e vale:

$k_t = 0,6$ per carichi di breve durata,

$k_t = 0,4$ per carichi di lunga durata.

La distanza massima tra le fessure, Δ_{smax} , può essere valutata con l'espressione:

$$\Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{eff}}$$

Dove ϕ è il diametro delle barre.

Se nella sezione considerata sono impiegate barre di diametro diverso, si raccomanda di adottare un opportuno diametro equivalente, ϕ_{eq} . Se n_1 è il numero di barre di diametro ϕ_1 ed n_2 è il numero di barre di diametro ϕ_2 , si raccomanda di utilizzare l'espressione seguente:

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

c è il ricoprimento dell'armatura;

$k_1 = 0,8$ per barre ad aderenza migliorata,

$= 1,6$ per barre lisce;

$k_2 = 0,5$ nel caso di flessione semplice,

$= 1,0$ nel caso di trazione semplice.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k_2 , che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) / 2\varepsilon_1$$

	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Opera di protezione Badagnano Ramo 13 RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO OC 05 00 001	REV. A	FOGLIO 61 di 76

in cui ε_1 ed ε_2 sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

$$k_3 = 3,4;$$

$$k_4 = 0,425.$$

Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

Per calcestruzzo classe

combinazione rara

$$\sigma_{c,ad} = 0.60f_{ck} \text{ MPa}$$

combinazione quasi permanente

$$\sigma_{c,ad} = 0.45f_{ck} \text{ MPa}$$

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

la tensione massima σ_s , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.80f_{yk} = 0,80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	62 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

11.2 Pali

	N_{Ed} [kN]	$M2_{Ed}$ [kNm]	$M3_{Ed}$ [kNm]
N_{min}	-592	-49	-38
N_{max}	-1863.3	0	0
$M3_{max}^{(-)}$	-1243	-104	-496
$M3_{max}^{(+)}$	-862	296	498
$M2_{max}^{(-)}$	-1150	-1249	45
$M2_{max}^{(+)}$	-749	1180	-49
$V3_{max}$	-1221	-605	-307
$V2_{max}$	-678	-3	221

combinazioni di verifica

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
comb 1	-592	62
comb 2	-1863	0
comb 3	-1243	507
comb 4	-862	579
comb 5	-1150	1249
comb 6	-749	1181
comb 7	-1221	678
comb 8	-678	221



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	63 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Circolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resistenza compress. di calcolo fcd: 14.16 MPa
 Resistenza compress. ridotta fcd: 7.080 MPa
 Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020
 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa
 Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 15.000 MPa
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 15.000 MPa
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 11.250 MPa
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. a snerv. di calcolo fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di calcolo ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa
 Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$: 0.50
 Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 120.0 cm
 Barre circonferenza: 33Ø26 (175.2 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 8.7 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
 MT Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	441.00	578.00	634.00	0.00
2	2646.00	0.10	11.00	0.00
3	1792.00	749.00	153.00	0.00



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	64 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

4	981.00	814.00	111.00	0.00
5	1622.00	1858.00	165.00	0.00
6	959.00	1607.00	121.00	0.00
7	1717.00	934.00	784.00	0.00
8	669.00	319.00	348.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00
2	1863.00	0.00
3	1243.00	507.00
4	862.00	579.00
5	1150.00	1249.00
6	749.00	1181.00
7	1221.00	678.00
8	678.00	221.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00 (0.00)
2	1863.00	0.00 (0.00)
3	1243.00	507.00 (969.40)
4	862.00	579.00 (768.38)
5	1150.00	1249.00 (684.64)
6	749.00	1181.00 (648.96)
7	1221.00	678.00 (823.75)
8	678.00	221.00 (1164.32)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	592.00	62.00 (0.00)
2	1863.00	0.00 (0.00)
3	1243.00	507.00 (969.40)
4	862.00	579.00 (768.38)
5	1150.00	1249.00 (684.64)
6	749.00	1181.00 (648.96)
7	1221.00	678.00 (823.75)
8	678.00	221.00 (1164.32)

RISULTATI DEL CALCOLO



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	65 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.70	-60.0	0.15	60.0	2.9	51.1	0.0	0	0.0	----
2	S	1.34	-60.0	1.34	60.0	20.0	33.6	0.0	0	0.0	----
3	S	3.56	-60.0	0.00	60.0	-29.3	51.1	26.9	2361	47.8	----
4	S	4.07	-60.0	0.00	60.0	-57.7	51.1	26.9	2886	58.4	----
5	S	8.76	-60.0	0.00	60.0	-162.7	51.1	26.9	2886	58.4	----
6	S	8.25	-60.0	0.00	60.0	-173.5	51.1	26.9	2886	58.4	----
7	S	4.76	-60.0	0.00	60.0	-57.3	51.1	26.9	2361	47.8	----
8	S	1.57	-60.0	0.00	60.0	-8.5	51.1	26.9	1836	37.2	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 ScImin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 K3 = 0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1 * Beta2
 Psi = 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)² = 1 - Beta12 * (fctm/ScImin)² = 1 - Beta12 * (Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure. Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
 srm Distanza media in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7 * Eps * Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.70	0.15	---	---	---	0.000	---	0	---	----
2	S	1.34	1.34	---	---	---	0.000	---	0	---	----
3	S	3.12	-1.34	---	0.125	1.00	0.400	0.000059 (0.000059)	232	0.023	969.40
4	S	3.17	-1.93	---	0.125	1.00	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045	768.38
5	S	6.32	-4.67	---	0.125	1.00	0.700	0.000569 (0.000325)	232	0.224	684.64
6	S	5.73	-4.66	---	0.125	1.00	0.698	0.000606 (0.000347)	232	0.239	648.96
7	S	3.86	-2.11	---	0.125	1.00	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045	823.75
8	S	1.46	-0.49	---	0.125	1.00	0.400	0.000017 (0.000017)	232	0.007	1164.32

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	66 di 76

1	S	0.70	-60.0	0.15	60.0	2.9	51.1	0.0	0	0.0	---
2	S	1.34	-60.0	1.34	60.0	20.0	33.6	0.0	0	0.0	---
3	S	3.56	-60.0	0.00	60.0	-29.3	51.1	26.9	2361	47.8	---
4	S	4.07	-60.0	0.00	60.0	-57.7	51.1	26.9	2886	58.4	---
5	S	8.76	-60.0	0.00	60.0	-162.7	51.1	26.9	2886	58.4	---
6	S	8.25	-60.0	0.00	60.0	-173.5	51.1	26.9	2886	58.4	---
7	S	4.76	-60.0	0.00	60.0	-57.3	51.1	26.9	2361	47.8	---
8	S	1.57	-60.0	0.00	60.0	-8.5	51.1	26.9	1836	37.2	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.70	0.15	---	---	---	0.000	---	0	---	---
2	S	1.34	1.34	---	---	---	0.000	---	0	---	---
3	S	3.12	-1.34	---	0.125	0.50	0.400	0.000059 (0.000059)	232	0.023 (0.40)	969.40
4	S	3.17	-1.93	---	0.125	0.50	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045 (0.40)	768.38
5	S	6.32	-4.67	---	0.125	0.50	0.850	0.000691 (0.000325)	232	0.272 (0.40)	684.64
6	S	5.73	-4.66	---	0.125	0.50	0.849	0.000736 (0.000347)	232	0.290 (0.40)	648.96
7	S	3.86	-2.11	---	0.125	0.50	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045 (0.40)	823.75
8	S	1.46	-0.49	---	0.125	0.50	0.400	0.000017 (0.000017)	232	0.007 (0.40)	1164.32

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.70	-60.0	0.15	60.0	2.9	51.1	0.0	0	0.0	---
2	S	1.34	-60.0	1.34	60.0	20.0	33.6	0.0	0	0.0	---
3	S	3.56	-60.0	0.00	60.0	-29.3	51.1	26.9	2361	47.8	---
4	S	4.07	-60.0	0.00	60.0	-57.7	51.1	26.9	2886	58.4	---
5	S	8.76	-60.0	0.00	60.0	-162.7	51.1	26.9	2886	58.4	---
6	S	8.25	-60.0	0.00	60.0	-173.5	51.1	26.9	2886	58.4	---
7	S	4.76	-60.0	0.00	60.0	-57.3	51.1	26.9	2361	47.8	---
8	S	1.57	-60.0	0.00	60.0	-8.5	51.1	26.9	1836	37.2	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.70	0.15	---	---	---	0.000	---	0	---	---
2	S	1.34	1.34	---	---	---	0.000	---	0	---	---
3	S	3.12	-1.34	---	0.125	0.50	0.400	0.000059 (0.000059)	232	0.023 (0.30)	969.40
4	S	3.17	-1.93	---	0.125	0.50	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045 (0.30)	768.38
5	S	6.32	-4.67	---	0.125	0.50	0.850	0.000691 (0.000325)	232	0.272 (0.30)	684.64
6	S	5.73	-4.66	---	0.125	0.50	0.849	0.000736 (0.000347)	232	0.290 (0.30)	648.96
7	S	3.86	-2.11	---	0.125	0.50	0.400	0.000115 (0.000115)	232	0.045 (0.30)	823.75
8	S	1.46	-0.49	---	0.125	0.50	0.400	0.000017 (0.000017)	232	0.007 (0.30)	1164.32



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	67 di 76

11.3 Setti

Il massimo momento per la verifica in esercizio si ha in corrispondenza dell'attacco con la soletta.

Si riporta di seguito una sola verifica in quanto tutto il setto è armato in modo simmetrico.

Momento negativo: -1750 kNm

Solicitazioni			
Momento flettente	M	1750	kN m
Sforzo normale	N		kN
Materiali			
Res. caratteristica cubica cls	R_{ck}	30	N/mm ²
Res. caratteristica cilindrica cls	f_{ck}	24.9	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.6	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	1.8	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	
Caratteristiche geometriche			
Altezza sezione	H	150	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	53.09	cm ²
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²
		10 Ø 26	$c_{s1} = 5.3$ cm
		Ø	$c_{s2} =$ cm
		Ø	$c_2 =$ cm
		10 Ø 26	$c_1 = 5.3$ cm
Tensioni nei materiali			
Compressione max nel cls.	σ_c	5.3	N/mm ²
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	244.7	N/mm ²
Eccentricità	e (M)	∞	cm > H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm
Posizione asse neutro	y (M)	35.5	cm
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	16487	cm ²
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	3.6E+07	cm ⁴
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	1.2E+07	cm ⁴
Verifica a fessurazione			
Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	856	kN m La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	k_t	0.4	
Altezza efficace	d_{eff}	13.3	cm
Area efficace	A_{ceff}	1325	cm ²
Armatura nell'area efficace	A_s	53.1	cm ²
	$\rho_{p,eff}$	0.04007	
Resistenza cilindrica media	f_{ctm}	32.9	N/mm ²
Modulo elastico del cls	E_{cm}	31,447	N/mm ²
	α_e	6.7	
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.00101	
	k_1	0.8	
	k_2	0.5	
	k_3	3.4	
	k_4	0.425	
Copriferro netto	c'	4.0	cm
Diámetro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	26.0	mm
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	24.6	cm
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	0.25	mm
Tipo di armatura		Poco sensibile	
Condizioni ambientali		Ordinarie	
Stato limite		Quasi permanente	
Valore limite di apertura delle fessure		$w_2 = 0.3$ mm	



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	68 di 76

11.4 Soletta

Momento negativo: -1750 kNm

Momento positivo: 810 kNm

Solicitazioni					
Momento flettente	M	1750	kN m		
Sforzo normale	N		kN		
Materiali					
Res. caratteristica cubica cls	R_{ck}	30	N/mm ²		
Res. caratteristica cilindrica cls	f_{ck}	24.9	N/mm ²		
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.6	N/mm ²		
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	1.8	N/mm ²		
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15			
Caratteristiche geometriche					
Altezza sezione	H	120	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1^1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$C_{s1} = 5.3$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2^1	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{t2} = 15$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$C_{t1} = 5.3$ cm
Tensioni nei materiali					
Compressione max nel cls.	σ_c	6.9	N/mm ²		
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	225.7	N/mm ²		
Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata	
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.2	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	13858	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2E+07	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	9134079	cm ⁴		
Verifica a fessurazione					
Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess*}	596	kN m	La sezione è fessurata	
Fattore che tiene conto della durata del carico	k_f	0.4			
Altezza efficace	d_{eff}	25.4	cm		
Area efficace	$A_{C_{eff}}$	2537.5	cm ²		
Armatura nell'area efficace	A_s	79.6	cm ²		
	$\rho_{p,eff}$	0.03138			
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	32.9	N/mm ²		
Modulo elastico del cls	E_{cm}	31,447	N/mm ²		
	α_E	6.7			
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.00089			
	k_1	0.8			
	k_2	0.5			
	k_3	3.4			
	k_4	0.425			
Copriferro netto	c^1	4.0	cm		
Diámetro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	26.0	mm		
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	27.7	cm		
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	0.25	mm		
Tipo di armatura	Poco sensibile				
Condizioni ambientali	Ordinarie				
Stato limite	Quasi permanente				
Valore limite di apertura delle fessure	$w_2 = 0.3$ mm				



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 N7D2 01 D 78 CL OC 05 00 001 A 69 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Sollecitazioni

Momento flettente	M	810	kN m
Sforzo normale	N		kN

Materiali

Res. caratteristica cubica cls	R_{ck}	30	N/mm ²
Res. caratteristica cilindrica cls	f_{ck}	24.9	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.6	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	1.8	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	120	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5	$\emptyset 26$ $c_{s1} = 5.3$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²		\emptyset $c_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²		\emptyset $c_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	39.82	cm ²	7.5	$\emptyset 26$ $c_{t1} = 5.3$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.3	N/mm ²
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	192.2	N/mm ²

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	28.9	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	12929	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	1.7E+07	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	5423436	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess*}	519	kN m	La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	k_t	0.4		
Altezza efficace	d_{eff}	13.3	cm	
Area efficace	A_{Ceff}	1325	cm ²	
Armatura nell'area efficace	AS	39.8	cm ²	
	$\rho_{p,eff}$	0.03005		
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	32.9	N/mm ²	
Modulo elastico del cls	E_{cm}	31,447	N/mm ²	
	σ_e	6.7		
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.00072		
	k_1	0.8		
	k_2	0.5		
	k_3	3.4		
	k_4	0.425		
Copriferro netto	c'	4.0	cm	
Diámetro equivalente delle barre	\emptyset_{eq}	26.0	mm	
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	28.3	cm	
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	0.20	mm	

Tipo di armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Ordinarie
Stato limite	Quasi permanente
Valore limite di apertura delle fessure	$w_l = 0.3$ mm



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	70 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

12 VERIFICHE GEOTECNICHE

12.1 Criteri di calcolo

Le analisi sono state effettuate secondo le NTC 08 tenendo conto di possibili SLU di tipo geotecnico. Nello specifico sono state effettuate le verifiche dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO) per carichi limiti orizzontali

- collasso per raggiungimento della resistenza del terreno con rotazione attorno ad un punto della paratia stessa;

Le verifiche relative al dimensionamento geotecnico, nei confronti del meccanismo di collasso determinato dal raggiungimento della resistenza del terreno sono state effettuate con la combinazione 2 dell'approccio 1 (A2+M2+R1) che prevede l'amplificazione delle azioni variabili ($\gamma_q=1.3$) e la riduzione dei parametri di resistenza a taglio $\gamma_\phi=1.25$, mentre risultano unitari i coefficienti γ_r sulla resistenza globale del terreno.

SLU di tipo geotecnico (GEO) per carichi limiti verticali

- collasso per raggiungimento del carico limite verticale del palo;

Le verifiche relative al dimensionamento geotecnico, nei confronti del meccanismo di collasso determinato dal raggiungimento della resistenza del terreno sono state effettuate con l'approccio 2 (A1+M1+R3) che prevede l'amplificazione delle azioni variabili ($\gamma_q=1.3$) e la riduzione dei coefficienti γ_b e γ_s sulla resistenza laterale ed alla base, mentre risultano unitari i parametri di resistenza a taglio del terreno.

12.2 Algoritmo di calcolo

Le analisi sono state effettuate in condizioni di deformazione piana (secondo un piano verticale ortogonale all'asse della strada) utilizzando il codice di calcolo agli elementi finiti PARATIE- di CEAS (ver. 7).

Nel codice di calcolo la modellazione dell'interazione terreno-struttura è del tipo "Trave su suolo elastico". La struttura viene schematizzata mediante elementi tipo "trave", definiti nel piano da un nodo iniziale ed uno finale, e dalle caratteristiche inerziali della sezione trasversale. Ogni nodo dell'elemento possiede due gradi di libertà: la traslazione in direzione orizzontale e la rotazione intorno ad un asse ortogonale al piano di riferimento.

Il terreno viene schematizzato mediante elementi monodimensionali tipo molla, connessi alla paratia in ogni suo nodo. Il comportamento meccanico della molla è di tipo elasto-plastico: essa reagisce elasticamente fino ai valori limiti della resistenza, raggiunta la quale, a seconda del verso dello spostamento, assume un valore pari alla spinta attiva o alla spinta passiva del terreno. Il criterio di resistenza adottato è quello di Mohr-Coulomb. La deformabilità della molla è funzione dello stato tensionale a cui risulta sottoposta: in campo elastico essa è definita dalla rigidezza:

$$K = E \cdot D / L$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	71 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

dove E è il modulo di elasticità del terreno, L la lunghezza della molla e D l'interasse tra le singole molle. La lunghezza della molla L è variabile in funzione delle dimensioni della zona di terreno coinvolta nel movimento, sia in condizioni di spinta attiva sia di spinta passiva.

Lo stato tensionale iniziale della molla, nelle condizioni che precedono le operazioni di scavo e/o all'applicazione di qualsiasi azione esterna sulla paratia, è funzione della tensione verticale litostatica secondo la relazione $\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$, in cui K_0 è il coefficiente di spinta a riposo. A seguito delle operazioni di scavo, o per applicazione di azioni esterne sulla struttura, le reazioni offerte dalla molla aumentano o diminuiscono (a seconda del verso della deformazione) raggiungendo al limite le tensioni corrispondenti alle condizioni di spinta attiva o passiva, rispettivamente per decrementi o incrementi di tensione.

Per la valutazione del K_0 si utilizza l'espressione: $K_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva K_a e K_p sono state utilizzate le espressioni fornite da Caquot e Kerisel, ipotizzando un angolo di attrito tra terreno e struttura pari a $2/3\phi$.

12.3 Analisi dei carichi

I carichi di cui si è tenuto conto nelle analisi sono:

Spinta del terreno

I diagrammi di spinta delle terre vengono determinati dal codice di calcolo con riferimento alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alle fasi di scavo.

Sovraccarico permanente

Il rilevato sopra l'opera, di altezza pari ad 1.25 m è stata schematizzata mediante un sovraccarico permanente di 30kPa (valore caratteristico) uniformemente distribuito.

Sovraccarico accidentale

A monte della paratia è stato considerato un sovraccarico accidentale di 20 kPa (valore caratteristico), uniformemente distribuito, che schematizza la presenza del carico stradale sull'asse mediano e di eventuali mezzi di lavoro.

Carichi sismici

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a $\Delta S_{ae} = a_{\text{max}}/g \cdot \gamma \cdot H_2$, da applicare ad una quota pari ad $H/2$ nel caso di muro impedito di traslare.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	72 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSDX)

Risultante della spinta sismica	$\Delta SE = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot (H)^2 = 0.299 \cdot 19 \cdot 8.4^2$	402.2	kN
Pressione uniforme risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H = 502 / 8.4$	47.9	kN/m ²

12.4 Schematizzazione di calcolo

Le analisi sono state effettuate in condizioni di deformazione piana. Il modello di calcolo utilizzato per valutare lo stato di sforzo e di deformazione nel terreno consente di simulare ogni fase di lavoro, tenendo conto, quindi, dell'evoluzione del regime tensionale e deformativo in ogni "passo" dell'analisi. In particolare nelle analisi svolte sono state schematizzate le seguenti fasi costruttive:

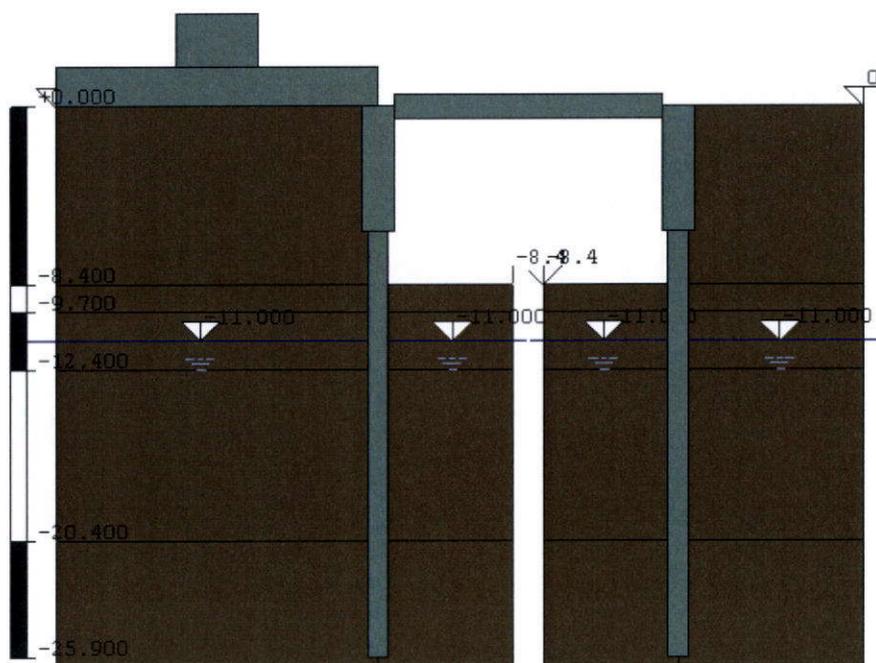
Fase 1: Condizione iniziale geostatica;

Fase 2: Scavo di sbancamento fino a -3.0m da testa piedritto

Fase 3: Scavo di sbancamento fino a -6.0m da testa piedritto

Fase 4: raggiungimento fondo scavo a quota -8.4m da testa piedritto

Fase 5: applicazione sovraccarico accidentale e sovraccarico permanente a monte opera





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	74 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

12.5 Schematizzazione geotecnica e parametri di calcolo

I calcoli sono stati condotti utilizzando i parametri caratteristici del terreno per le analisi STR ed parametri di resistenza ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, per le analisi GEO. Nelle tabelle sottostanti sono riportate le stratigrafie di calcolo ed i valori caratteristici dei parametri utilizzati nei calcoli di dimensionamento per le diverse sezioni tipo.

Stratigrafia e parametri caratteristici del terreno

TERRENO	Prof. m	γ kN/m ³	c' kPa	ϕ' °	Evc/Eur MPa
Terreno spingente	0 ÷ -8.4	19	0	30	10/15
Ril	-8.4 ÷ -9.7	19	0	30	30/45
DI	-9.7 ÷ -12.40	16	5	27	10/15
P0	-12.40 ÷ -20.4	16	0	35	15/22.5
T (Ts e Tl)	-20.4	15.0	5	35	30/45
FALDA -1 m da testa setti					

12.6 Risultati delle analisi

Nelle tabelle sono riportati i coefficienti di sicurezza, in termini di rapporto tra spinta passiva disponibile e quella mobilitata, ottenuti per le diverse fasi di scavo dalle analisi A2-M2.

Le analisi svolte per la verifica della stabilità dell'opera nei confronti del collasso per il raggiungimento della resistenza del terreno (A2-M2), mostrano la convergenza delle analisi numeriche, che garantisce le condizioni di equilibrio dell'opera.

Coefficiente di sicurezza - Analisi A2-M2

	F
FASE 2 (condizioni statiche)	6.11
FASE 3 (condizioni statiche)	4.85
FASE 4 (condizioni statiche)	3.79
FASE 5 (condizioni statiche)	3.45
FASE 6 (condizioni sismica)	3.45



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 13

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 05 00 001	A	75 di 76

RELAZIONE DI CALCOLO

12.7 Portanza per carichi verticali

La massima reazione nodale in combinazione SLU alla base dei pali risulta 2646 kN.

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F3
Text	Text	Text	Text	KN
193	ENV_SLU	Combination	Max	2200.2
193	ENV_SLU	Combination	Min	1291.8
194	ENV_SLU	Combination	Max	2183.9
194	ENV_SLU	Combination	Min	1390.9
195	ENV_SLU	Combination	Max	2313.5
195	ENV_SLU	Combination	Min	1418.9
196	ENV_SLU	Combination	Max	2370.9
196	ENV_SLU	Combination	Min	1459.7
197	ENV_SLU	Combination	Max	2370.0
197	ENV_SLU	Combination	Min	1537.2
198	ENV_SLU	Combination	Max	2430.4
198	ENV_SLU	Combination	Min	1585.4
199	ENV_SLU	Combination	Max	2645.6
199	ENV_SLU	Combination	Min	1524.7
200	ENV_SLU	Combination	Max	2385.3
200	ENV_SLU	Combination	Min	1520.9
201	ENV_SLU	Combination	Max	2234.5
201	ENV_SLU	Combination	Min	1530.6
202	ENV_SLU	Combination	Max	2239.8
202	ENV_SLU	Combination	Min	1430.1
203	ENV_SLU	Combination	Max	2288.8
203	ENV_SLU	Combination	Min	1321.2
204	ENV_SLU	Combination	Max	2320.0
204	ENV_SLU	Combination	Min	1233.8
205	ENV_SLU	Combination	Max	2276.6
205	ENV_SLU	Combination	Min	1162.6
206	ENV_SLU	Combination	Max	2345.5
206	ENV_SLU	Combination	Min	1006.1

Opera di protezione Badagnano Ramo 13
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
N7D2 01 D 78 CL OC 05 00 001 A 76 di 76

La verifica a carico limite verticale del palo, viene effettuata facendo affidamento solo all'ultimo strato T1.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

CANTIERE:

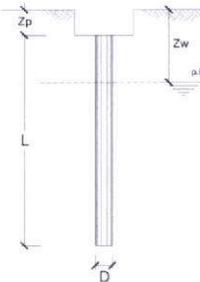
OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z₀): 3.00 (m) Quota falda dal p.c. (z₁): 6.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 2650 (kN) Carico Assiale variabile (Q): 0 (kN)
Numero di strati: 6 $\frac{6.00}{1.00}$ Lpalo = 17.50 (m)

coefficienti parziali	azioni		resistenza laterale e di base		
	permanenti	variabili	γ ₀	γ ₁	γ _{res}
Metodo di calcolo	γ ₀	γ ₁	γ ₀	γ ₁	γ _{res}
A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DMBS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definito dal progettista	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
γ ₀	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
γ ₁	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c _{med} (kPa)	φ _{med} (°)	c _{lim} (kPa)
1	1.30	Ri	18.00			
2	1.80	Di	16.00			
3	0.90	Di	16.00			
4	8.00	PO	16.00			
5	2.35	Ts	15.00			
6	3.15	Ti	15.00	50.0	38.0	

Coefficienti di Calcolo				
k	μ	α	α	α
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.38	0.78			

(n.b. lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del pilotto)

PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c _{med} (kPa)	φ _{med} (°)	c _{lim} (kPa)
1	1.30	Ri	18.00			
2	1.80	Di	16.00			
3	0.90	Di	16.00			
4	8.00	PO	16.00			
5	2.35	Ts	15.00			
6	3.15	Ti	15.00	50.0	38.0	

Coefficienti di Calcolo				
k	μ	α	α	α
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.00	0.00			
0.38	0.78			

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{sl} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{sl} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	1.30	Ri	0.0					0.0				
2	1.80	Di	0.0					0.0				
3	0.90	Di	0.0					0.0				
4	8.00	PO	0.0					0.0				
5	2.35	Ts	0.0					0.0				
6	3.15	Ti	635.5	24.19	29.88	5985.2	6769.1	635.5	24.19	29.88	5985.2	6769.1

CARICO ASSIALE AGENTE

N_d = N_g + γ_g + N_q + γ_q
N_d = 2650.0 (kN)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base R_{ccal med} = 6769.1 (kN)
laterale R_{ccal med} = 635.5 (kN)
totale R_{ccal med} = 7404.6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base R_{ccal min} = 6769.1 (kN)
laterale R_{ccal min} = 635.5 (kN)
totale R_{ccal min} = 7404.6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

R_{0,k} = Min(R_{ccal med}/γ₀; R_{ccal min}/γ₀) = 3981.8 (kN)
R_{0,k} = Min(R_{ccal med}/γ₀; R_{ccal min}/γ₀) = 373.8 (kN)
R_{0,k} = R_{0,k} + R_{0,k} = 4355.6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

R_{c,d} = R_{0,k}/γ₀ + R_{0,k}/γ₀ Fs = R_{c,d} / N_d
R_{c,d} = 3274.6 (kN) Fs = 1.24

