

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**

LUCE E FORZA MOTRICE

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

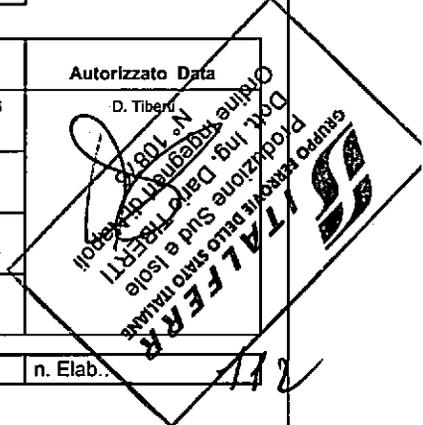
SCALA:

-

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

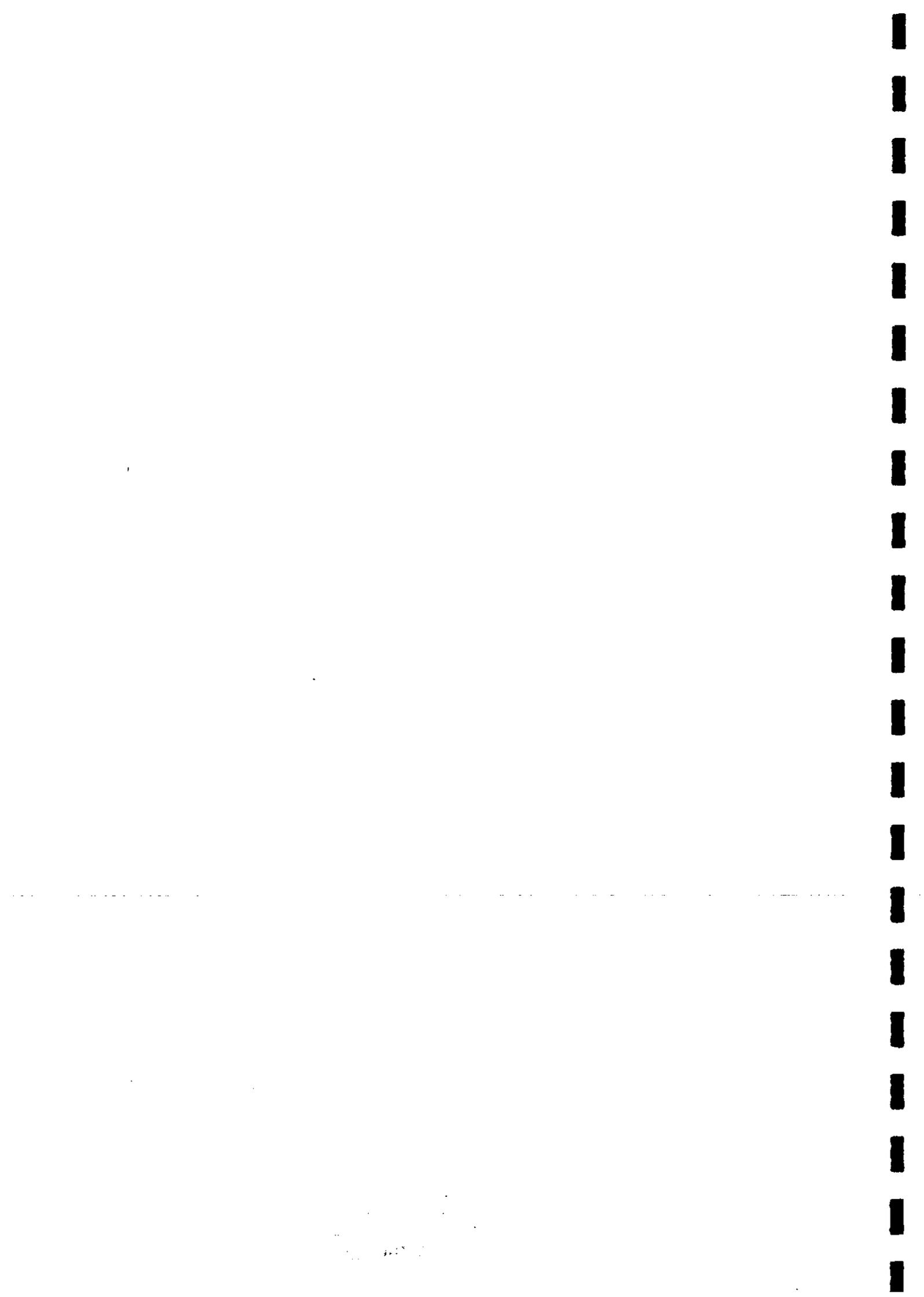
N7D2 01 D 78 CL LF00000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	Apr 2016	G. Giustino	Apr 2016	M. Marino	Apr 2016	D. Tiberti	



File: N7D201D78CLLF0000002A.doc

n. Elab.





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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	2 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

INDICE

1	GENERALITÀ.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4.1	CALCESTRUZZO.....	7
4.2	ACCIAIO.....	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENO DI FONDAZIONE.....	9
6	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	10
7	ANALISI DEI CARICHI.....	11
7.1	ANALISI DEI CARICHI DA PESO PROPRIO E PERMANENTI.....	11
7.2	AZIONE DEL VENTO.....	12
7.3	AZIONE SISMICA.....	14
7.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO DI ILLUMINAZIONE.....	17
8	COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	18
8.1	COMBINAZIONI DI CARICHI SLU.....	18
8.2	COMBINAZIONI DI CARICHI SLE.....	19
9	CRITERI DI CALCOLO.....	20
9.1	CRITERIO DI VERIFICA A CAPACITA PORTANTE DELLA FONDAZIONE (GEO).....	22
9.2	CRITERIO DI VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (GEO).....	23
9.3	CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU).....	24
10	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	25
10.1	VERIFICA A CARICO LIMITE SLU.....	25
10.1.1	Verifica a carico limite SLU.....	26
10.1.2	Verifica allo scorrimento SLU rilevato basso.....	30



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D.78 CL	LF 00 00 002	A	3 di 36

10.2	VERIFICA ALLA ROTAZIONE SLU	30
10.3	VERIFICA A CARICO LIMITE SLV	31
10.3.1	<i>Verifica a carico limite SLV</i>	32
10.3.2	<i>Verifica allo scorrimento SLV rilevato basso</i>	36
10.4	VERIFICA ALLA ROTAZIONE SLV	36



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	4 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

1 GENERALITÀ

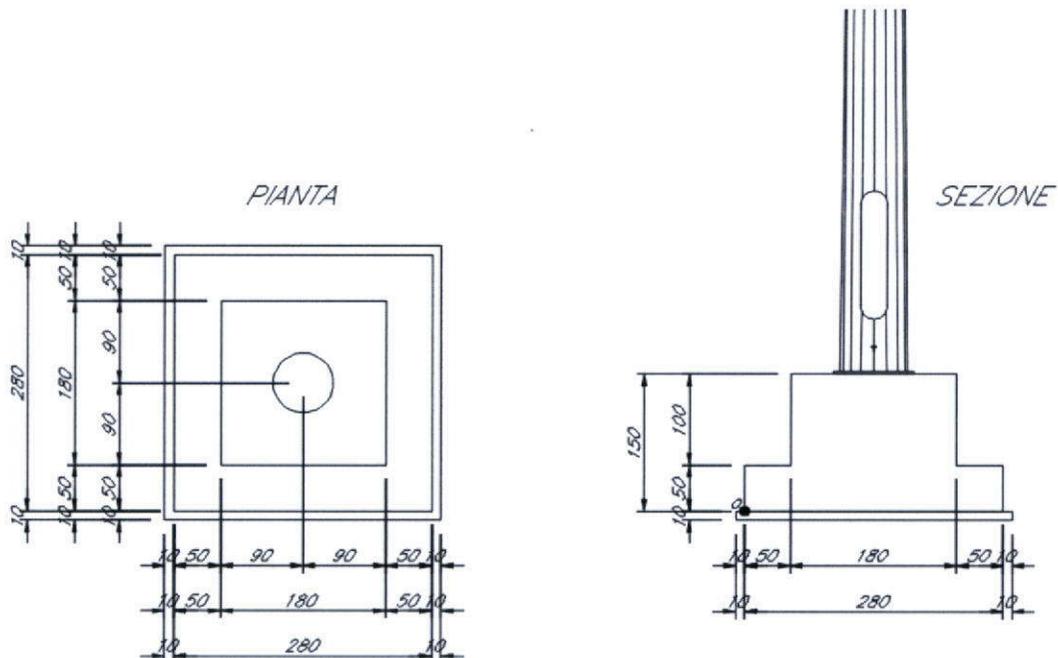
Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione della viabilità di accesso alla stazione AV Napoli-Afragola sulla linea AV Milano-Napoli tratta Roma-Napoli di cui alla lettera b) dell'articolo 6 dell'Accordo Procedimentale RFI- Comune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

La presente relazione ha come oggetto il calcolo del plinto sul quale verrà ancorata la torre faro posta al centro delle quattro rotatorie previste nella viabilità di accesso alla stazione AV Napoli - Afragola.

Il plinto in oggetto è la fondazione di una torre-faro, una torre per l'illuminazione stradale alta 25 m e fissata al plinto tramite tirafondi.

Il plinto ha dimensioni 280x280 cm H=50 cm e bicchiere 180x180 cm H=100 cm.

Si riportano di seguito pianta e sezione del plinto:



Si fa riferimento alla sezione tipo in rilevato, in cui il plinto è soggetto solo ai carichi trasmessi dal palo.



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	5 di 36

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	6 di 36

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

N7D2 00 D 78 WB IF 0005 001_3A - Viabilità - Sezioni Tipo

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

Classe di resistenza per plinti fondazione pali

C25/30

Modulo di elasticità longitudinale	EC	=	31447	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	α	=	10x10 ⁻⁶	[C-1]
Coefficiente di Poisson	ν	=	0,20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma\chi$	=	1,50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha\chi\chi$	=	0,85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	Rck	=	30,0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	fck	=	24,9	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	fcm	=	32,9	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	fctm	=	2,56	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	fctk	=	1,79	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	fcfm	=	3,07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	fcfk	=	2,15	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	fbk	=	4,03	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	fcd	=	14,1	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	fctd	=	1,19	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	fcfd	=	1,43	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	fbd	=	2,69	[MPa]

Magro di fondazione:

C12/15

Resistenza cubica a compressione caratteristica: Rck = 15 MPa

Resistenza cilindrica a compressione caratteristica: fck = 12 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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	8 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

Fattore di sicurezza cls:

$$\gamma_c / \alpha_{cc} = 1.5 / 0.85 = 1.765$$

Compressione di calcolo:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 6.8 \text{ MPa}$$

Modulo elastico:

$$E = 27100 \text{ MPa}$$

4.2 Acciaio

Acciaio da armatura cls

B450C

Modulo di elasticità longitudinale

$$E_s = 210000 \quad [\text{MPa}]$$

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1,15 \quad [-]$$

Tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 450 \quad [\text{MPa}]$$

Tensione caratteristica di rottura

$$f_{tk} = 540 \quad [\text{MPa}]$$

Allungamento

$$\frac{A_{gt}}{k} \geq 7,50\% \quad [-]$$

Resistenza di calcolo

$$f_{yd} = 391,3 \quad [\text{MPa}]$$



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	9 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENO DI FONDAZIONE

Ai fini del calcolo, il terreno di interesse è quello di riporto, a cui sono stati attribuiti i seguenti parametri fisici e meccanici in accordo a quanto dettagliato per i rilevati stradali al §4.2 della "Specificazione per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie" (elab. RFI-DTC-INC-CS-SP-IFS-001-A):

STRATO SUPERFICIALE - Terreno di riporto

- Peso per unità di volume $\gamma_{\text{nat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione efficace $c' = 0.00 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace $\phi' = 35^\circ$
- Modulo di elasticità $E = 11 \text{ MPa}$

Ai fini del dimensionamento delle opere di fondazione (verifica a carico limite), essendo il plinto alto 1.5 m ed avendo una larghezza di 2.8 m, il terreno di interesse è quello in sito a piano campagna, i cui parametri fisici e meccanici sono stati stabiliti in base alla relazione geotecnica a cui si rimanda

STRATO SUPERFICIALE - Terreno in sito

- Peso per unità di volume $\gamma_{\text{nat}} = 16.00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione efficace $c' = 5.00 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace $\phi' = 27^\circ$

La falda idrica, come evidenziato nella relazione geotecnica, si rinviene ad una profondità di circa 6.80 m dal p.c..

	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					
Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00 00 002	REV. A	FOGLIO 10 di 36

6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo con le norme vigenti [NTC - 3.2]. Secondo tali norme, l'entità dell'azione sismica è innanzitutto funzione della sismicità dell'area in cui viene costruita l'opera e del periodo di ritorno dell'azione sismica.

Poichè 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 $CU = 1.50$.

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

In funzione dello stato limite rispetto al quale viene verificata l'opera si definisce una probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento. Per il progetto dell'opera in esame si farà essenzialmente riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), a cui è associata una PVR pari al 10% [NTC - Tabella 3.2.I]. Nota la probabilità di superamento nel periodo di riferimento è possibile valutare il periodo di ritorno T_R , come previsto nell'allegato A alle norme tecniche per le costruzioni, secondo la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{112.5}{\ln(1 - 0.10)} = 1072 \text{ anni}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica [NTC - 7.11.6.2.1] in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k , dipendente dall'accelerazione massima al sito a_g in condizioni rocciose e topografia orizzontale; tale parametro è uno dei tre indicatori che caratterizza la pericolosità sismica del sito ed è tanto più alto tanto più è ampio il periodo di ritorno al quale si riferisce. Nel caso in esame, per il comune di Afragola (NA), allo SLV risulta:

$$a_g = 0.214 g$$

[NTC - 3.2.2] Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione dei categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento. Nel caso in esame, la categoria di suolo di fondazione è stata definita sulla base della conoscenza di $V_{s,30}$, ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche. In particolare, nel caso in esame si considera una categoria di suolo di tipo C: "Depositi di terreno a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti". Per quanto riguarda le condizioni topografiche, si può far riferimento ad una superficie pianeggiante (categoria T1). In definitiva, il sito in esame è caratterizzato solo da amplificazioni di carattere stratigrafico e, per tale motivo, in fase di progetto, il coefficiente topografico previsto dalla norma può essere considerato unitario [NTC - Tabelle 3.2.V e 3.2.VI]:

$$S_S = 1.382$$

$$S_T = 1.0$$

	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					
Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00 00 002	REV. A	FOGLIO 11 di 36

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Analisi dei carichi da peso proprio e permanenti

I carichi permanenti strutturali sono rappresentati dal peso del plinto avente peso per unità di volume $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, dal peso del terreno avente peso per unità di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ e dal peso della torre faro.

Peso plinto:

$$P_b = B_b \cdot L_b \cdot H_b \cdot \gamma_{cls} = 1.8 \cdot 1.8 \cdot 1.0 \cdot 25 = 81.0 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 1.40 m.

$$P_f = B_f \cdot L_f \cdot H_f \cdot \gamma_{cls} = 2.8 \cdot 2.8 \cdot 0.5 \cdot 25 = 98.0 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 1.40 m.

Peso palo:

$$P_{\text{palo}} = 16 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 1.40 m.

Peso terreno:

Si considera un peso del terreno da rilevato di 19 kN/m^3 (vedi cap.5).

$$P_{t1} = 0.5 \cdot 2.8 \cdot 1.0 \cdot 19 = 26.60 \text{ kN applicato a } 0.25 \text{ m dal punto di rotazione.}$$

$$P_{t2} = 2 \cdot (1.80 \cdot 0.50 \cdot 1 \cdot 19) = 34.2 \text{ kN applicato a } 0.30 \text{ m dal punto di rotazione.}$$

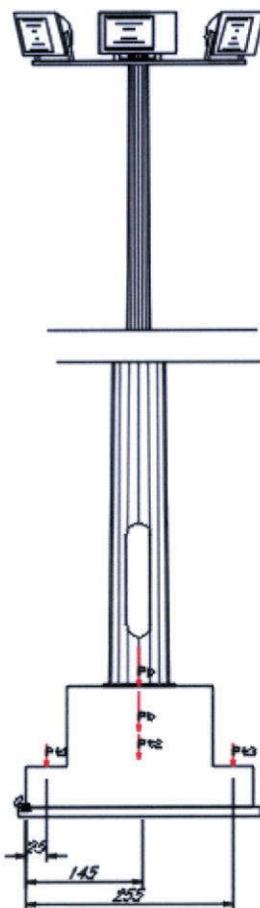
$$P_{t3} = 0.5 \cdot 2.8 \cdot 1.0 \cdot 19 = 26.60 \text{ kN applicato a } 2.55 \text{ m dal punto di rotazione.}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	12 di 36



7.2 Azione del Vento

Per calcolare il Momento ribaltante dovuto al vento, si è deciso di dividere idealmente la torre in due tronchi: uno da 10 m e l'altro da 15 m. Su detti tronchi si applicherà la pressione cinetica di riferimento relativa alla quota di 10 m sul primo tronco e di 25 m sul secondo tronco.

Inoltre verrà considerato l'effetto del vento sulla corona mobile che regge i proiettori, considerando che questa possa avere un diametro massimo di 2.5 m ed un'altezza massima di 1 m.

Pressione cinetica di riferimento a 10 m:

Zona vento = 3

($V_{b.o} = 27$ m/s; $A_o = 500$ m; $K_a = 0.020$ 1/s)

Classe di rugosità del terreno: D



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	13 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

Categoria esposizione: tipo II

($K_r = 0.19$; $Z_o = 0.05$ m; $Z_{min} = 4$ m)

Velocità di riferimento = 27.00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 46 daN/mq

Il Coefficiente di forma (C_p) per corpi cilindrici a sezione circolare di diametro d ed altezza h vale:

$$c_p = \begin{cases} 1,2 & \text{per } d\sqrt{q} \leq 2,2 \\ (1,783 - 0,263d\sqrt{q}) & \text{per } 2,2 < d\sqrt{q} < 4,2 \\ 0,7 & \text{per } 4,2 \leq d\sqrt{q} \end{cases}$$

In cui $q = q_b \cdot c_e = 460 \cdot 2.35 = 1081$ N/m²

Il diametro del palo è 650 mm alla base e 200 mm in testa. Considero quindi un diametro pari a 470 mm a 10 m di altezza.

$d \cdot \sqrt{q} = 15.5$ N/m

Ricadiamo quindi nel terzo caso, per cui:

Coefficiente di forma (C_p) = 0.7

Coefficiente dinamico (C_d) = 1.00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2.35

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1.00

Altezza dell'edificio = 10.00 m

Pressione del vento a 10 m ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 757 N/m²

Pressione cinetica di riferimento a 25 m:

Zona vento = 3

($V_{b.o} = 27$ m/s; $A_o = 500$ m; $K_a = 0.020$ 1/s)

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

	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					
Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00 00 002	REV. A	FOGLIO 14 di 36

Categoria esposizione: tipo II

($K_r = 0.19$; $Z_o = 0.05$ m; $Z_{min} = 4$ m)

Velocità di riferimento = 27.00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 46 daN/mq

Il Coefficiente di forma (C_p) per corpi cilindrici a sezione circolare di diametro d ed altezza h vale:

$$c_p = \begin{cases} 1,2 & \text{per } d\sqrt{q} \leq 2,2 \\ (1,783 - 0,263d\sqrt{q}) & \text{per } 2,2 < d\sqrt{q} < 4,2 \\ 0,7 & \text{per } 4,2 \leq d\sqrt{q} \end{cases}$$

In cui $q = q_b \cdot c_e = 460 \cdot 2.96 = 1361.6$ N/m²

Il diametro del palo a 25 m di altezza è pari a 200 mm.

$d\sqrt{q} = 7.4$ N/m

Ricadiamo quindi nel terzo caso, per cui:

Coefficiente di forma (C_p) = 0.7

Coefficiente dinamico (C_d) = 1.00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2.96

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1.00

Altezza dell'edificio = 25.00 m

Pressione del vento a 25 m ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 953 N/m²

7.3 Azione sismica

L'analisi sismica è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo, i valori di β_m sono riportati in tabella 7.11.II della NTC2008.



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	15 di 36

kh è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

kv è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

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

dove:

Ss = 1.372 tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

St = 1.000 tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.221$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

Il calcolo dei coefficienti sismici di spinta viene effettuata tramite foglio di calcolo.

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno
 Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,37	1,28
Cc * Coeff. funz categoria	1,53	1,51	1,49	1,49
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,025	0,094	0,108
kv	0,010	0,013	0,047	0,054
Amax [m/s²]	1,060	1,369	2,969	3,415
Beta	0,180	0,180	0,310	0,310

Per il calcolo della spinta 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

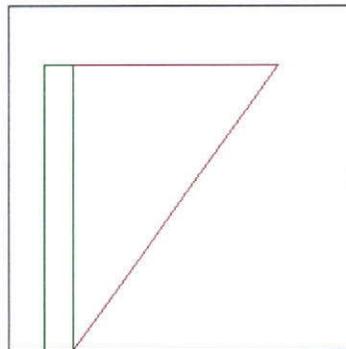
PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	16 di 36

Dati di input	
Altezza muro [m]	1.5
Angolo inclinazione profilo [°]	0
Incl. parete interna risp. alla verticale [°]	0
Angolo resist. a taglio [°]	35
Peso unità volume [KN/m³]	19
Angolo attrito terra-muro [°]	21
<input checked="" type="checkbox"/> Spinta sismica	
Coefficiente sismico orizzontale	0.094
Coefficiente sismico verticale	0.047



Spinta sismica 6,2 KN
 Spinta statica 5,23 KN
 Incremento sismico spinta 0,97 KN
 Coefficiente di spinta attiva sismica 0,3
 Punto di applicazione spinta sismica 0,56 m
 Inclinazione cuneo di rottura rispetto all'orizzontale 54,41 °

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

Combinazione SLV (A1+M1):

$\beta_m=0.31$

$k_h=0.094$

$k_{as}=0.3$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	17 di 36

$$\Delta S_{as} = \frac{1}{2} \cdot [\gamma \cdot H^2 \cdot (k_{as} - k_a)]$$

Da cui:

$$\Delta S_{as,b} = \frac{1}{2} \cdot [\gamma \cdot H_b^2 \cdot (k_{as} - k_a)] \cdot 1.8 = 0.5 \cdot (19 \cdot 1.0^2) \cdot (0.03) \cdot 1.8 = 0.51 \text{ kN}$$

$$\Delta S_{as,f} = (\frac{1}{2} \cdot (\gamma \cdot H_f^2 \cdot (k_{as} - k_a)) \cdot 2.8 = [(19 \cdot 1.0 \cdot 0.5 + 1/2 \cdot 19 \cdot 0.5^2) \cdot (0.03)] \cdot 2.8 = 1.00 \text{ kN}$$

La sovrappinta sismica, a vantaggio di sicurezza, si considera applicata ad H/2.

Per quanto riguarda l'effetto del sisma sulla torre faro si considera, a favore di sicurezza, una forza pari al peso della torre, applicata in testa e moltiplicata per l'accelerazione sismica.

7.4 Caratteristiche geometriche del palo di illuminazione

CODICE	L mm	sp1 mm	sp2 mm	d mm	D mm	P kg	S m ²
CM 20-1	20000	4	4	200	440	970	21
CM 20-2	20000	4	4	200	520	1060	24
CM 20-3	20000	4	4	220	600	1200	27
CM 25-1	25000	4	4	200	580	1500	32
CM 25-2	25000	4	4	200	650	1600	35
CM 25-3	25000	4	4	220	720	1700	38
CM 25-4	25000	4	5	240	720	2000	39
CM 30-1	30000	4	4	220	700	1950	46
CM 30-2	30000	4	5	230	710	2150	47
CM 30-3	30000	4	5	240	740	2430	49
CM 30-4	30000	4	5	240	820	2700	54
CM 35-1	35000	4	5	240	745	2700	57
CM 35-2	35000	4	5	240	840	3070	63
CM 35-3	35000	4	5	240	910	3300	67

Ai fini dei calcoli si utilizza un diametro medio pari a:

$$D = 425 \text{ mm}$$

$$d = 417 \text{ mm}$$

$$\text{Momento d'inerzia } J = \pi \cdot (D^4 - d^4) / 64 = 11722.1 \text{ cm}^4$$

$$\text{Modulo di resistenza } W = \pi \cdot (D^4 - d^4) / (32 \cdot D) = 551.6 \text{ cm}^3$$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	18 di 36

8 COMBINAZIONE DEI CARICHI

8.1 Combinazioni di carichi SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1 : azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2 : azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P : azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik} : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E : azioni dovute ai carichi simici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_{lk} + \sum_i (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0,9÷1,1	1,0÷1,3	1,0÷1,0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3

Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	19 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

8.2 Combinazioni di carichi SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	20 di 36

9 CRITERI DI CALCOLO

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed R_d l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a secondo si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	γ_{G1}	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	γ_{G2}	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	γ_{Qi}	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza φ'	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare avremo:

Terreno in situ

Metodo M1

Peso per unità di volume totale	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
Coesione	$c' = 5.00 \text{ kPa}$
Angolo di attrito di calcolo	$\phi' = 27^\circ$

Metodo M2

Peso per unità di volume	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
Coesione	$c' = 0 \text{ kPa}$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 20^\circ$

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 2, che prevede i seguenti coefficienti:

(A1+M1+R3)

I coefficienti parziali di sicurezza R3 sono pari a:



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	22 di 36

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte ed il fattore parziale di sicurezza R2=1.0.

Nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

9.1 Criterio di verifica a capacità portante della fondazione (GEO)

La verifica a carico limite della fondazione è stata eseguita facendo riferimento alla nota formula trinomia di Terzaghi.

$$q_{lim} = \psi_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \psi_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot N_c \cdot c + \psi_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

in cui:

- γ_1 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sopra del piano di posa della fondazione;
- γ_2 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sotto del piano di posa della fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- B è la larghezza della fondazione;
- N_q, N_c, N_γ sono i fattori di capacità portante calcolati in funzione dell'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\psi_0, \psi_\gamma, \psi_\gamma$ sono i coefficienti correttivi legati al tipo di rottura (generale o per punzonamento);
- $\zeta_0, \zeta_\gamma, \zeta_\gamma$ sono i coefficienti correttivi di forma; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione;



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	23 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

- ξ_0, ξ_x, ξ_y sono i coefficienti correttivi di inclinazione del carico; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione, dall'entità dei carichi verticale ed orizzontale agenti, dalla coesione e dall'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\alpha_0, \alpha_x, \alpha_y$ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- $\beta_0, \beta_x, \beta_y$ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna.
 In particolare, per la determinazione del carico verticale di esercizio, si pone:

$$q_{es} = \frac{N}{L' \cdot B'}$$

dove:

- N è la risultante delle azioni verticali agenti sulla fondazione nella condizione di carico considerata, comprensivi del peso della platea;
- L' è la lunghezza ridotta della fondazione;
- B' è la larghezza della fondazione.

Per tener conto dell'eccentricità del carico viene considerata, ai fini del calcolo, una fondazione di dimensioni ridotte pari a:

$$L' = L - 2e_L$$

$$B' = B - 2e_B$$

con e_L ed e_B eccentricità del carico nelle due direzioni.

9.2 Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)

La verifica allo scorrimento della fondazione consiste nell'assicurare la stabilità dell'opera nei confronti di un meccanismo di collasso tale per cui l'intera opera va a scorrere sul piano di contatto con il terreno di fondazione. Pertanto essa risulta soddisfatta se la componente delle forze agenti nella direzione parallela al piano di scorrimento risulta inferiore alla forza di attrito che si genera al contatto tra opera e terreno di fondazione. Tale forza risulta proporzionale al peso del plinto ed è espressa dalla relazione (per terreni caratterizzati da $\varphi' \neq 0$ e $c' = 0$).

$$R = N \cdot \tan \varphi'_d$$

dove:

R è la forza resistente allo scorrimento;



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	24 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

N è la risultante delle azioni verticali agenti sul piano di fondazione;

φ'_d è l'angolo di resistenza a taglio del terreno di fondazione relativamente all'approccio di progetto.

9.3 Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)

Il meccanismo di collasso per ribaltamento prevede la rotazione intorno all'estremità di valle della suola di fondazione, che diventa il centro di rotazione dell'opera. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

M_s è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

M_r è il momento ribaltante rispetto al centro di rotazione dovuto alla spinta del terrapieno e di eventuali sovraccarichi.

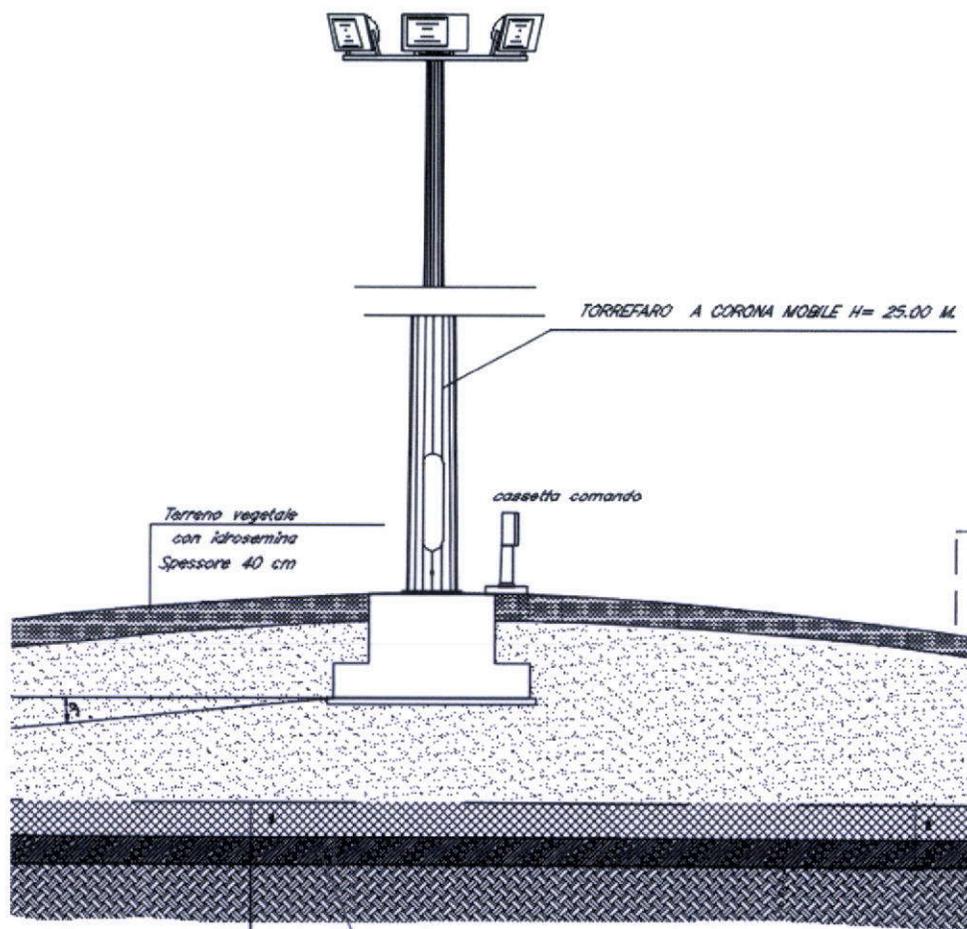
10 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.1 Verifica a carico limite SLU

A vantaggio di sicurezza, nelle verifiche a carico limite, si è considerato che la profondità del piano di posa D è la minima letta in corrispondenza dello spigolo esterno della fondazione + magrone senza considerare i 0.40 m di terreno vegetale.

Si considera quindi una profondità del piano di posa D sia pari a 100 cm.

Si è inoltre tenuto conto di una riduzione del carico limite dovuta all'inclinazione del piano campagna, ponendo l'angolo pari a 6°.



Si è considerato agente anche il 30% di taglio e momento da vento nella direzione ortogonale.

10.1.1 Verifica a carico limite SLU

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot q_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot q_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \gamma_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

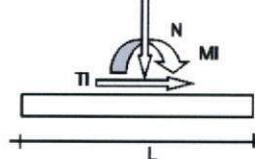
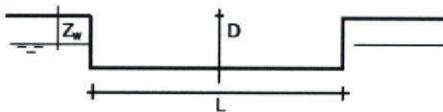
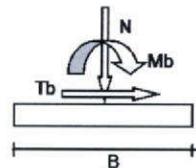
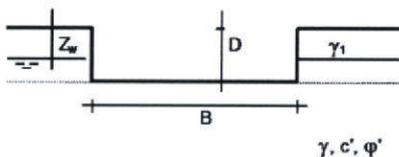
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

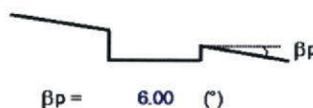
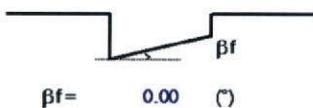
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 2.80 (m)
L = 2.80 (m)
D = 1.00 (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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	27 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	195.00	0.00	253.50
Mb [kNm]	0.00	153.10	229.65
MI [kNm]	0.00	45.90	68.85
Tb [kN]	0.00	10.70	16.05
TI [kN]	0.00	3.21	4.82
H [kN]	0.00	11.17	16.76

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 16.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 5.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 27.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 5.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 27.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 6.80$ (m)

$e_B = 0.91$ (m)

$e_L = 0.27$ (m)

$B^* = 0.99$ (m)

$L^* = 2.26$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 19.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 16.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi')}$$

$N_q = 13.20$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$N_c = 23.94$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$N_\gamma = 14.47$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	28 di 36

s_c, s_q, s_y : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.24$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.22$$

$$s_y = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_y = 0.82$$

i_c, i_q, i_y : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.70$$

$$\theta = \arctg(Tb/\Pi) = 73.30 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.30$$

$$m = 1.66 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

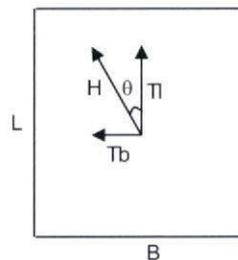
$$i_q = 0.90$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.89$$

$$i_y = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.85$$



d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.24$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (Nc \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.26$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	29 di 36

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 6.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_y = b_q$$

$$b_y = 1.00$$

g_c, g_q, g_y : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 6.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.80$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 0.78$$

$$g_y = g_q$$

$$g_y = 0.80$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 469.57 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 113.67 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 204.16 \geq q = 113.67 \quad (\text{kN/m}^2)$$

10.1.2 Verifica allo scorrimento SLU rilevato basso

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 16.76 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

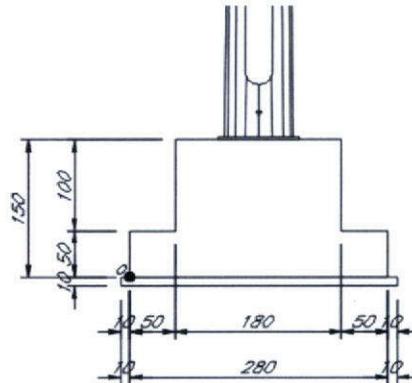
$$S_d = 140.32 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 127.56 \geq H_d = 16.76 \quad (\text{kN})$$

10.2 Verifica alla rotazione SLU

Vengono calcolati i momento rispetto al punto O ipotizzato come punto di rotazione.



Calcolo momento stabilizzante e resistente secondo la combinazione EQU:

I carichi che contribuiscono al momento stabilizzante sono: Peso del palo, della suola, del plinto. A favore di sicurezza viene trascurato il peso del terreno sopra il plinto.

Il carico che invece contribuisce al momento ribaltante è il vento. Non si considera la spinta del terreno poiché è la stessa su tutti i lati.



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	31 di 36

$$M_{stab} = 0.9 * (P_{suola} * 1.4 + P_{plinto} * 1.4 + P_p * 1.4)$$

$$M_{stab} = 0.9 * (98 * 1.4 + 81 * 1.4 + 16 * 1.4) = 245.7 \text{ kNm}$$

$$M_{rib} = 1.5 * M_{vento\ palo} + 1.5 * M_{vento\ corona}$$

$$M_{rib} = 1.5 * [(0.757 * 10 * 0.47 * 6.50) + (0.953 * 25 * 0.2 * 14)] + 1.5 * (0.953 * 2.5 * 1.00 * 26.5) = 229.6 \text{ kNm}$$

$M_{stab} > M_{rib}$ la verifica è soddisfatta.

10.3 Verifica a carico limite SLV

Nelle verifiche a carico limite, si è considerato che la profondità del piano di posa D sia pari a 100 cm.

Si è inoltre tenuto conto di una riduzione del carico limite dovuta all'inclinazione del piano campagna, ponendo l'angolo pari a 6°.

Si è considerato agente anche il 30% di taglio e momento da sisma nella direzione ortogonale.

10.3.1 Verifica a carico limite SLV

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

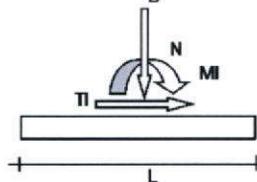
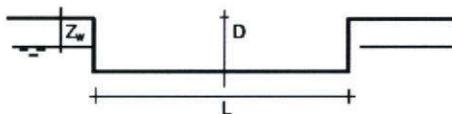
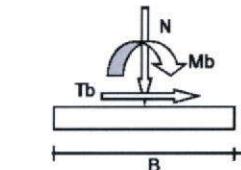
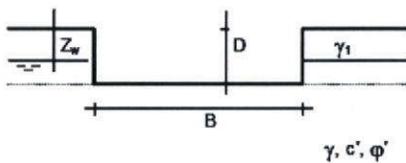
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

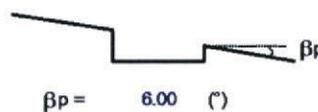
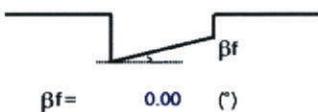
coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze			
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	☐	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M2+R2	☐	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	☑	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	☐	1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00	



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 2.80 (m)
L = 2.80 (m)
D = 1.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	195.00	0.00	253.50
Mb [kNm]	0.00	94.50	141.75
MI [kNm]	0.00	28.35	42.53
Tb [kN]	0.00	5.05	7.58
TI [kN]	0.00	1.51	2.27
H [kN]	0.00	5.27	7.91

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)

$\gamma = 16.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 5.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 27.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 5.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 27.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 6.80$ (m)

$e_B = 0.56$ (m)

$e_L = 0.17$ (m)

$B^* = 1.68$ (m)

$L^* = 2.46$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 19.00$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 16.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$

$N_q = 13.20$

$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$

$N_c = 23.94$

$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N_\gamma = 14.47$



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

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	34 di 36

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

s_c, s_q, s_y : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.38$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.35$$

$$s_y = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_y = 0.73$$

i_c, i_q, i_y : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.59 \quad \theta = \arctg(Tb/\Pi) = 73.35 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.41 \quad m = 1.58 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

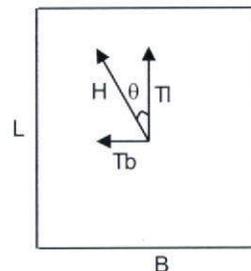
$$i_q = 0.96$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.95$$

$$i_y = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.93$$



d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.18$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (Nc \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.20$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00.00.002	A	35 di 36

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 6.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 6.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.80$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 0.78$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 0.80$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 559.23 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 61.17 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 243.14 \geq q = 61.17 \quad (\text{kN/m}^2)$$



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

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI TORRE FARO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 002	A	36 di 36

10.3.2 Verifica allo scorrimento SLV rilevato basso

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 7.91 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 149.89 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 136.26 \geq H_d = 7.91 \quad (\text{kN})$$

10.4 Verifica alla rotazione SLV

Vengono calcolati i momento rispetto al punto O ipotizzato come punto di rotazione.

I carichi che contribuiscono al momento stabilizzante sono: peso del palo, della suola, del plinto. A favore di sicurezza viene trascurato il peso del terreno sopra il plinto.

I carichi che invece contribuiscono al momento ribaltante sono: la spinta sismica del terreno e la spinta sismica applicata alla torre faro. A favore di sicurezza si considera che la spinta sismica sia applicata in testa alla torre faro.

Si riporta di seguito lo schema dei carichi agenti.

Calcolo momento stabilizzante e resistente secondo la combinazione EQU:

$$M_{\text{stab}} = 0.9 * (P_{\text{suola}} * 1.4 + P_{\text{plinto}} * 1.4 + P_{\text{palo}} * 1.4)$$

$$M_{\text{stab}} = 0.9 * (98 * 1.4 + 81 * 1.4 + 16 * 1.4) = 245.7 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{rib}} = 1 * (M_{\text{sisma terreno}} + M_{\text{sisma torre}})$$

$$M_{\text{rib}} = 1 * [(0.51 * 1.00 + 1.00 * 0.25) + (0.221 * 16.00 * 26.5)] = 94.5 \text{ kNm}$$

$M_{\text{stab}} > M_{\text{rib}}$ la verifica è soddisfatta.