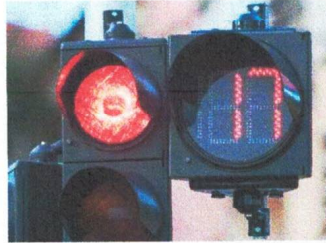




COMUNE DI NAPOLI
 Direzione centrale Infrastrutture, lavori pubblici e mobilità
 Servizio Mobilità sostenibile



PON METRO 2014/20 - MOBILITA' SOSTENIBILE E ITS

Infrastrutture e tecnologie intelligenti per la gestione dei flussi di traffico - Semafori

PROGETTO DEFINITIVO

Gruppo di progettazione - Comune di Napoli

arch. Angela D'Anna (Coordinatore della progettazione), ing. Francesco Addato, geom. Giuseppe Costa, geom. Luciano Marino, dott. Giuseppe Marzella, ing. Franco Savastano,

(Handwritten signatures)

Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione

arch. Francesca Spera

(Handwritten signature)

Supporto al gruppo di progettazione per ANM

ing. Francesco Chirillo, ing. Davide Pinto

(Handwritten signatures)

Responsabile del procedimento

ing. Marzia di Caprio

(Handwritten signature)

Il dirigente

ing. Giuseppe D'Alessio

(Handwritten signature)

Relazione sulle strutture

ER STR 02

emissione maggio 2018

revisione novembre 2018



PON METRO 2014-2020 – MOBILITÀ SOSTENIBILE E ITS

Obiettivo specifico 2.2

Aumento della mobilità sostenibile nelle aree urbane

Azione 2.2.1

Infomobilità e sistemi di trasporto intelligenti

Progetto 2.2.1.a

Infrastrutture e tecnologie intelligenti per la gestione dei flussi di traffico: Semafori

Relazione sulle strutture

1. Premessa.....	3
2. Sistema di rilievo del traffico.....	3
2.1 – Geometria della struttura, campo di applicazione e metodologia di calcolo.....	3
2.2 – Tensioni.....	4
3. Impianto semaforico.....	17
3.1 Tipologie di pali	17
3.2 Basamenti in calcestruzzo per pali.....	18
3.3 Verifiche	19
4. Norme di riferimento.....	22

1. PREMESSA

Il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo sistema avanzato per la gestione del traffico, della viabilità e della circolazione stradale della città di Napoli con l'obiettivo di incrementare, attuare ed integrare, secondo una logica di sistema globale, tutti gli strumenti per la gestione, il monitoraggio ed il controllo della circolazione stradale attualmente a disposizione.

Il progetto prevede, per lo più, la sostituzione di elementi già presenti sul territorio comunale, quali lanterne semaforiche, regolatori da installarsi su strutture esistenti già collaudate.

Si andranno ad analizzare, pertanto, le sole strutture di nuova installazione quali le paline semaforiche dei nuovi impianti semaforici pedonali su via Santa Teresa degli Scalzi e i pali per la posa delle videocamere di rilievo del traffico (telecamere di rilievo).

In particolare per l'installazione delle telecamere del sistema di rilievo del traffico (telecamere di rilievo) si è utilizzata la tipologia di palo già installata per il sistema di videosorveglianza in via Paolo Emilio Imbriani, di cui si riporta la relazione di calcolo adeguata alle nuove NTC 2018.

Per le paline semaforiche, invece, si è proceduto ad un dimensionamento di massima utilizzando la tipologia di pali e di plinti attualmente utilizzati sugli altri impianti semaforici installati sul territorio comunale.

In merito alle telecamere di presenza, la cui posa in opera è prevista sulle paline semaforiche già installate, si precisa che l'utilizzo di pali degli impianti semaforici esistenti presuppone l'impiego di idonei sistemi di fissaggio al fine di evitare danneggiamenti e compromissioni del palo stesso.

L'appaltatore dovrà farsi carico di effettuare la verifica del sistema palo – blocco di fondazione in ragione dei nuovi carichi (verticali e da vento) derivanti dall'installazione delle nuove telecamere. Sarà cura dell'appaltatore rilasciare, a valle dell'installazione, il nuovo certificato di idoneità statica. In alternativa, sarà possibile sostituire il palo esistente con uno adeguatamente configurato in funzione dei nuovi carichi, ridefinendo, se necessario, ed adeguando il blocco di fondazione esistente.

2. SISTEMA DI RILIEVO DEL TRAFFICO

2.1 – GEOMETRIA DELLA STRUTTURA, CAMPO DI APPLICAZIONE E METODOLOGIA DI CALCOLO

Sezione trasversale : CIRCOLARE

Tronco	Diam. testa [mm]	Diam. base [mm]	Lunghezza [mm]	Innesto [mm]	Spessore [mm]
1	80.0	80.0	2440.0	0	3.40
2	95.0	95.0	2030.0	0	3.40
3	114.0	114.0	3530.0	0	3.40

Tronchi	Flange	Tirafondi
S 275JR UNI EN 10025		

La presente relazione di calcolo contempla esclusivamente i componenti strutturali espressamente analizzati, tutti gli accessori ed i dispositivi di movimentazione non sono esaminati nel presente documento.

Il calcolo delle sollecitazioni viene eseguito considerando i carichi statici specificati nei punti successivi. L'analisi viene condotta tenendo in considerazione degli effetti del II ordine. La soluzione viene ricercata adottando un modello di trave alla Eulero-Bernoulli ed un metodo solutivo alla Newton-Raphson. Le tabelle successive sono formulate in modo tale da consentire di testare manualmente la bontà dell'analisi condotta.

2.2 – TENSIONI

Il valore delle sollecitazioni massime viene determinato mediante la relazione dettata dal criterio di Von Mises nel punto ove le tensioni sono massime.

Le combinazioni utilizzate per la verifica strutturale sono:

Combinazione di carico n° 1

Lo stato limite ultimo (pesi propri + carichi permanenti + vento T.D.R. 50 anni + ghiaccio sugli apparati)[2.5.1]:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_G G_{kj} + \gamma_{D1} Q_{k1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q1} \psi_{1i} Q_{kj}$$

$$j = 1; \gamma_{D1} = 1.3; \gamma_{Q1} = 1.5; i = 2; \gamma_{D2} = 1.5; \psi_{02} = 0.5$$

Combinazione di carico n° 2

Lo stato limite per combinazioni di progetto sismico (pesi propri + carichi permanenti + sisma)[2.5.5]:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \gamma_I A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \mu_{2i} Q_{ki}$$

$$j = 1; \gamma_I = 1.0; \mu_{21} = 0.0;$$

Mentre le tensioni ammesse lungo il fusto vengono calcolate secondo le UNI UNV 1993-1-3 in base al rapporto lato - spessore della sezione in esame, adottando sempre il modulo di inerzia minimo.

COMBINAZIONE DI CARICO N° 1

ZONA DI VENTO E RELATIVI CARICHI

Zona di installazione : 3 ; Categoria di esposizione = 2

Quota sul livello del mare \leq 500 m ; Quota della base dal terreno = 0.00 m

Velocità base del vento per la zona = 27.00 m/sec

Pressione di riferimento = 455.6 N/mq

Coeff. di esposizione (=ce) variabile con l'altezza come da D.M. del 17/01/2018

Coeff. di forma (=cf) variabile con il diametro come da D.M. del 17/01/2018

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DINAMICO -CD-

Il coefficiente dinamico viene determinato sulla base della UNI EN 1991-2-4

CD(comb. n° 1) = 1.22

tale valore incrementa la pressione del vento su tutta la struttura.

COMBINAZIONE DI CARICO N° 1

CARICHI CONCENTRATI

Sono costituiti dalle aree esposte al vento degli accessori, proiettori, antenne o carpenterie. Collocate alla quota dal suolo H e soggette alla corrispondente pressione indicata nell'ultima colonna.

Livello	H [m]	Superficie [m2]	Ecc. [mm]	Carico verticale [N]	Ecc. [mm]	Pressione [N/m2]
1.00	7.20	0.18	0.00	250.00	0.00	978.5

CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI

Sono costituiti dal peso proprio approssimato della torre, della scala e dei terrazzini di riposo se presenti

Peso approssimato della torre = 628.6 [daN]

Peso degli accessori continui (scale, piani di lavoro ..) = 0.0 [N/m]

CARICHI ORIZZONTALI DISTRIBUITI LUNGO IL FUSTO

Sono costituiti dalle aree esposte al vento dei tronchi, della scala e dei terrazzini di riposo (se presenti). Queste aree vengono suddivise in segmenti di lunghezza pari agli elementi finiti di calcolo.

PON METRO

Il carico orizzontale di vento viene determinato, per ogni sezione considerata, in base alla relazione:

$Q = (\text{Pressione di riferimento}) * C_e * C_f * C_d$ [N/mq] La sagoma della scala viene valutata con un'area esposta pari a

Area = 0.000 mq/m comprensivo di Coefficiente di forma

NOTA: L'eccentricità dei carichi verticali è riferita all'asse della torre. In presenza di scala, questa produce torsione sul fusto oltre che momenti secondari.

COMBINAZIONE DI CARICO N° 1

TABELLA DESCRITTIVA DELLE SEZIONI E DELLE AZIONI ESTERNE:

Tronco	Nodo	H [mm]	Diametro esterno [mm]	l. FEM [mm]	Ce	Q [N/m ²]	Coeff. di forma
1	1	8000	80.0	305	2.21	1008.0	1.12
1	2	7695	80.0	305	2.19	997.1	1.13
1	3	7390	80.0	305	2.16	985.7	1.13
1	4	7085	80.0	305	2.14	974.0	1.13
1	5	6780	80.0	305	2.11	961.8	1.14
1	6	6475	80.0	305	2.08	949.1	1.14
1	7	6170	80.0	305	2.05	935.8	1.15
1	8	5865	80.0	305	2.02	922.0	1.15
1	9	5560	80.0	305	1.99	907.5	1.16
2	10	5270	95.0	305	1.96	893.1	1.04
2	11	4980	95.0	305	1.93	878.0	1.05
2	12	4690	95.0	305	1.89	862.0	1.06
2	13	4400	95.0	305	1.86	845.2	1.06
2	14	4110	95.0	305	1.82	827.4	1.07
2	15	3820	95.0	305	1.80	820.4	1.07
2	16	3530	95.0	305	1.80	820.4	1.07
3	17	3236	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	18	2942	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	19	2648	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	20	2353	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	21	2059	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	22	1765	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	23	1471	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	24	1177	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	25	883	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	26	588	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	27	294	114.0	305	1.80	820.4	0.93
3	28	0	114.0	305	1.80	820.4	0.93

COMBINAZIONE DI CARICO N° 1
TABELLA DELLE AZIONI INTERNE

Nodo	Carico verticale [N]	Ty [N]	Mx [Nmm]	Tx [N]	My [Nmm]	Mt [Nmm]
2	25	51	16004	0	0	0
3	50	101	47892	0	0	0
4	238	254	122139	0	0	0
5	425	523	305914	0	0	0
6	450	572	490688	0	0	0
7	475	621	690626	0	0	0
8	500	669	905483	0	0	0
9	525	716	1134987	0	0	0
10	554	760	1366360	0	0	0
11	582	808	1611616	0	0	0
12	610	854	1870512	0	0	0
13	639	900	2142783	0	0	0
14	667	945	2428138	0	0	0
15	696	990	2726263	0	0	0
16	724	1034	3036940	0	0	0
17	759	1079	3365140	0	0	0
18	794	1126	3707029	0	0	0
19	829	1173	4062483	0	0	0
20	864	1220	4431369	0	0	0
21	898	1267	4813542	0	0	0
22	933	1314	5208845	0	0	0
23	968	1361	5617109	0	0	0
24	1003	1407	6038154	0	0	0
25	1038	1454	6471784	0	0	0
26	1073	1501	6917794	0	0	0
27	1107	1548	7375963	0	0	0
28	1142	1595	7846058	0	0	0

COMBINAZIONE DI CARICO N° 1
TABELLA DESCRITTIVA DELLE TENSIONI

Nodo	Sezione [mm²]	W min [mm³]	Jt [mm⁴]	Sig. amm. [N/mm²]	% Uso
2	818	15032	1202569	262	0.00
3	818	15032	1202569	262	0.01
4	818	15032	1202569	262	0.03
5	818	15032	1202569	262	0.08
6	818	15032	1202569	262	0.13
7	818	15032	1202569	262	0.18
8	818	15032	1202569	262	0.23
9	818	15032	1202569	262	0.29
10	978	21634	2055196	262	0.24
11	978	21634	2055196	262	0.29
12	978	21634	2055196	262	0.33
13	978	21634	2055196	262	0.38
14	978	21634	2055196	262	0.43
15	978	21634	2055196	262	0.48
16	978	21634	2055196	262	0.54
17	1181	31720	3616133	262	0.41
18	1181	31720	3616133	262	0.45
19	1181	31720	3616133	262	0.49
20	1181	31720	3616133	262	0.54
21	1181	31720	3616133	262	0.58
22	1181	31720	3616133	262	0.63
23	1181	31720	3616133	262	0.68
24	1181	31720	3616133	262	0.73
25	1181	31720	3616133	262	0.78
26	1181	31720	3616133	262	0.84
27	1181	31720	3616133	262	0.89
28	1181	31720	3616133	262	0.95

**COMBINAZIONE DI CARICO N° 1
FRECCE E ROTAZIONI MASSIME**

Tronco	Nodo	H [mm]	Freccia totale [mm]	Rotazione totale
1	1	8000	403	4.35°
1	2	7695	380	4.35°
1	3	7390	357	4.34°
1	4	7085	333	4.33°
1	5	6780	310	4.30°
1	6	6475	288	4.25°
1	7	6170	265	4.17°
1	8	5865	243	4.06°
1	9	5560	222	3.91°
2	10	5270	203	3.82°
2	11	4980	184	3.70°
2	12	4690	165	3.57°
2	13	4400	147	3.41°
2	14	4110	131	3.24°
2	15	3820	115	3.04°
2	16	3530	100	2.82°
3	17	3236	86	2.68°
3	18	2942	72	2.52°
3	19	2648	60	2.35°
3	20	2353	48	2.16°
3	21	2059	38	1.95°
3	22	1765	28	1.73°
3	23	1471	20	1.49°
3	24	1177	13	1.23°
3	25	883	8	0.95°
3	26	588	3	0.66°
3	27	294	1	0.34°
3	28	0	0	0.00°

**COMBINAZIONE DI CARICO N° 2
VERIFICA SISMICA - ANALISI STATICA**

Le strutture in lamiera presso-piegata oggetto della presente relazione di calcolo, ai fini sismici, sono assimilate a mensola o pendolo inverso.

Il comportamento strutturale a cui si fa riferimento è quello non dissipativo.

Rispetto alla zonizzazione del territorio nazionale, il presente calcolo si basa su alcuni presupposti che coprono la stragrande parte del territorio.

Di seguito sono elencati i dati di progetto sismici con cui la presente struttura è calcolata.

Si considera:

Classe d'uso = II - Coefficiente d'uso $CU = 1$

Vita nominale $VN \geq 50$ anni - Periodo di riferimento $VR = VN \times CU = 50$ anni.

Calcolo secondo lo stato limite di collasso (STC) con $TR = 975$ anni

Parametri di pericolosità sismica per TR : $ag = 0.510$ - $Fo = 2.511$ - $T^* = 0.441$

$F = 0.87$ [1/s] la frequenza del primo modo nella condizione corrente.

$S = 0.90$ - Categoria topografica T1, Categoria sottosuolo D.

$h_{\text{eq}} = 1.00$ fattore che altera lo spettro elastico.

$T_B = 0.28$; $T_C = 0.83$; $T_D = 3.64$

$S_e(T) = 0.83$ ordinata dello spettro di risposta di progetto

La presente relazione non effettua la verifica della forzante in direzione assiale in quanto le sollecitazioni sono trascurabili.

Il vento nella condizione sismica viene considerato assente.

COMBINAZIONE DI CARICO N° 2

CARICHI CONCENTRATI

Sono costituiti dalle aree esposte al vento degli accessori, proiettori, antenne o carpenterie. Collocate alla quota dal suolo H e soggette alla corrispondente pressione indicata nell'ultima colonna.

Livello	H [m]	Superficie [m ²]	Ecc. [mm]	Carico verticale [N]	Ecc. [mm]	Pressione [N/m ²]
1.00	7.20	0.18	0.00	250.00	0.00	0.0

CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI

Sono costituiti dal peso proprio approssimato della torre, della scala e dei terrazzini di riposo se presenti

Peso approssimato della torre = 628.6 [daN]

Peso degli accessori continui (scale, piani di lavoro ..) = 0.0 [N/m]

CARICHI ORIZZONTALI DISTRIBUITI LUNGO IL FUSTO

Sono costituiti dalle aree esposte al vento dei tronchi, della scala e dei terrazzini di riposo (se presenti). Queste aree vengono suddivise in segmenti di lunghezza pari agli elementi finiti di calcolo.

Il carico orizzontale di vento viene determinato, per ogni sezione considerata, in base alla relazione:

$$Q = (\text{Pressione di riferimento}) * C_e * C_f * C_d \text{ [N/mq]}$$

La sagoma della scala viene valutata con un'area esposta pari a

Area = 0.000 mq/m comprensivo di Coefficiente di forma

NOTA: L'eccentricità dei carichi verticali è riferita all'asse della torre. In presenza di scala, questa produce torsione sul fusto oltre che momenti secondari.

COMBINAZIONE DI CARICO N° 2

TABELLA DESCRITTIVA DELLE SEZIONI E DELLE AZIONI ESTERNE:

Tronco	Nodo	H [mm]	Diametro esterno [mm]	l. FEM [mm]	Ce	Q [N/m ²]	Coeff. di forma
1	1	8000	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	2	7695	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	3	7390	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	4	7085	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	5	6780	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	6	6475	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	7	6170	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	8	5865	80.0	305	1.00	0.0	1.00
1	9	5560	80.0	305	1.00	0.0	1.00
2	10	5270	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	11	4980	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	12	4690	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	13	4400	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	14	4110	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	15	3820	95.0	305	1.00	0.0	1.00
2	16	3530	95.0	305	1.00	0.0	1.00
3	17	3236	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	18	2942	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	19	2648	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	20	2353	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	21	2059	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	22	1765	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	23	1471	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	24	1177	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	25	883	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	26	588	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	27	294	114.0	305	1.00	0.0	1.00
3	28	0	114.0	305	1.00	0.0	1.00

COMBINAZIONE DI CARICO N° 2
TABELLA DELLE AZIONI INTERNE

Nodo	Carico verticale [N]	Ty [N]	Mx [Nmm]	Tx [N]	My [Nmm]	Mt [Nmm]
2	19	16	5097	0	0	0
3	38	32	15291	0	0	0
4	183	115	46599	0	0	0
5	327	273	142478	0	0	0
6	346	289	234127	0	0	0
7	365	305	330804	0	0	0
8	385	321	432474	0	0	0
9	404	337	539094	0	0	0
10	426	353	645833	0	0	0
11	448	373	757940	0	0	0
12	470	391	875381	0	0	0
13	491	410	998120	0	0	0
14	513	428	1126115	0	0	0
15	535	446	1259321	0	0	0
16	557	464	1397689	0	0	0
17	584	486	1544535	0	0	0
18	611	509	1697897	0	0	0
19	637	531	1857734	0	0	0
20	664	553	2023999	0	0	0
21	691	576	2196641	0	0	0
22	718	598	2375607	0	0	0
23	745	620	2560838	0	0	0
24	771	642	2752271	0	0	0
25	798	665	2949838	0	0	0
26	825	687	3153467	0	0	0
27	852	709	3363082	0	0	0
28	879	731	3578600	0	0	0

COMBINAZIONE DI CARICO N° 2
TABELLA DESCRITTIVA DELLE TENSIONI

Nodo	Sezione [mm²]	W min [mm³]	Jt [mm⁴]	Sig. amm. [N/mm²]	% Uso
2	818	15032	1202569	262	0.00
3	818	15032	1202569	262	0.00
4	818	15032	1202569	262	0.01
5	818	15032	1202569	262	0.04
6	818	15032	1202569	262	0.06
7	818	15032	1202569	262	0.09
8	818	15032	1202569	262	0.11
9	818	15032	1202569	262	0.14
10	978	21634	2055196	262	0.12
11	978	21634	2055196	262	0.14
12	978	21634	2055196	262	0.16
13	978	21634	2055196	262	0.18
14	978	21634	2055196	262	0.20
15	978	21634	2055196	262	0.22
16	978	21634	2055196	262	0.25
17	1181	31720	3616133	262	0.19
18	1181	31720	3616133	262	0.21
19	1181	31720	3616133	262	0.23
20	1181	31720	3616133	262	0.25
21	1181	31720	3616133	262	0.27
22	1181	31720	3616133	262	0.29
23	1181	31720	3616133	262	0.31
24	1181	31720	3616133	262	0.33
25	1181	31720	3616133	262	0.36
26	1181	31720	3616133	262	0.38
27	1181	31720	3616133	262	0.41
28	1181	31720	3616133	262	0.43

**COMBINAZIONE DI CARICO N° 2
FRECCE E ROTAZIONI MASSIME**

Tronco	Nodo	H [mm]	Freccia totale [mm]	Rotazione totale
1	1	8000	185	2.00°
1	2	7695	174	2.00°
1	3	7390	163	2.00°
1	4	7085	153	2.00°
1	5	6780	142	1.98°
1	6	6475	132	1.96°
1	7	6170	121	1.92°
1	8	5865	111	1.86°
1	9	5560	102	1.80°
2	10	5270	93	1.75°
2	11	4980	84	1.70°
2	12	4690	75	1.63°
2	13	4400	67	1.56°
2	14	4110	60	1.48°
2	15	3820	52	1.39°
2	16	3530	46	1.29°
3	17	3236	39	1.22°
3	18	2942	33	1.15°
3	19	2648	27	1.07°
3	20	2353	22	0.98°
3	21	2059	17	0.89°
3	22	1765	13	0.79°
3	23	1471	9	0.68°
3	24	1177	6	0.56°
3	25	883	3	0.43°
3	26	588	2	0.30°
3	27	294	0	0.15°
3	28	0	0	0.00°

ANALISI SUL FENOMENO DEL DISTACCO DEI VORTICI

Lo studio del distacco dei vortici viene condotto secondo i criteri dell'eurocodice 1: UNI EN 1991-2-4-2005.

Nell'annesso (E) vengono precisati due metodi per individuare fenomeni pericolosi indotti dal distacco dei vortici.

In questa sezione saranno adottati entrambi i criteri con l'obiettivo di stabilire se il distacco di vortici induce nella struttura, rispetto al primo modo di vibrare, delle deflessioni significative.

Nell'eventualità che gli spostamenti indotti siano significativi si procede ad una verifica statica ed una verifica a fatica.

Si stabilisce, convenzionalmente, che il valore significativo della freccia indotta dal distacco dei vortici sia pari ad 1/50 dell'altezza della struttura. Oltre tale valore si ritiene che le tensioni indotte dagli effetti di Von Karman, combinati alla fatica possano essere pericolosi per la struttura. Si precisa inoltre che le scale o i cavi esterni alla struttura di norma rompono la simmetria radiale della stessa annullando quasi totalmente il fenomeno.

Per la torre della presente relazione la freccia minima di pericolo per distacco dei vortici vale:

160.0 mm.

Verifica con metodo 1 (paragrafo E.1.5.2)

<i>Coefficiente di Stouhall</i>	<i>St = 0.20</i>
<i>Numero di Scruton</i>	<i>Sc = 8.28</i>
<i>Frequenza del primo modo [s]</i>	<i>f = 0.87</i>
<i>Diametro medio [m]</i>	<i>b = 0.10</i>
<i>Fattore modale</i>	<i>K = 0.13</i>
<i>Fattore per lunghezza di correlazione</i>	<i>Kw = 0.60</i>
<i>Coefficiente di forza laterale</i>	<i>C = 0.70</i>
<i>y(F,max) secondo la (E.7) [mm]</i>	<i>y = 16.00</i>

Verifica con metodo 2 (paragrafo E.1.5.3)

<i>Deviazione standard della freccia</i>	$\text{Sigma}(y) = 0.03$
<i>Fattore di picco</i>	$K_p = 1.43$
$y(F, \text{max})$ secondo la (E.13) [mm]	$y = 45.43$

Visti i valori di freccia non sono necessarie ulteriori verifiche per fenomeni conseguenti al distacco dei vortici.

FORZE AGENTI ALLA BASE DELLA TORRE INCLUSI I COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA

CONDIZIONE n. = 1 <i>Carico verticale = 1142 [N]</i> <i>Taglio principale = 1595 [N]</i> <i>Momento principale = 7846058 [Nmm]</i> <i>Taglio secondario = 0 [N]</i> <i>Momento secondario = 0 [Nmm]</i> <i>Torsione = 0 [Nmm]</i>	CONDIZIONE n. = 2 <i>Carico verticale = 879 [N]</i> <i>Taglio principale = 731 [N]</i> <i>Momento principale = 3578600 [Nmm]</i> <i>Taglio secondario = 0 [N]</i> <i>Momento secondario = 0 [Nmm]</i> <i>Torsione = 0 [Nmm]</i>
--	--

FORZE AGENTI SULLA FONDAZIONE SENZA COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA

La presente tabella riporta i valori da utilizzare per il calcolo della fondazione.

CONDIZIONE n. = 1 <i>Carico verticale = 879 [N]</i> <i>Taglio principale = 1063 [N]</i> <i>Momento principale = 5230705 [Nmm]</i> <i>Taglio secondario = 0 [N]</i> <i>Momento secondario = 0 [Nmm]</i> <i>Torsione = 0 [Nmm]</i>	CONDIZIONE n. = 2 <i>Carico verticale = 879 [N]</i> <i>Taglio principale = 731 [N]</i> <i>Momento principale = 3578600 [Nmm]</i> <i>Taglio secondario = 0 [N]</i> <i>Momento secondario = 0 [Nmm]</i> <i>Torsione = 0 [Nmm]</i>
---	--

3. IMPIANTO SEMAFORICO

3.1 TIPOLOGIE DI PALI

I pali sono costituiti da tubi in acciaio del tipo S 235 JR (UNI EN 10025-2005), zincati a caldo per immersione a norme UNI EN ISO 1461 e CEI 7-6 con le dimensioni e le lavorazioni previste sulle allegare Schede Tecniche (vedere allegati).

Dati tecnici paline semaforiche:

Atezza fuori terra: 3000 mm

Altezza totale: 3600 mm

Diametro base: 102 mm

Diametro in cima: 60 mm

Spessore: 3 mm

Peso: 25 Kg

Materiale: Acciaio S 235 JR UNI EN 10025

Finitura : Zincatura a caldo a Norme UNI EN 1461

Dispositivo di attacco alla fondazione : mediante infissione diretta

3.2 BASAMENTI IN CALCESTRUZZO PER PALI

Il progetto prevede la predisposizione di basamenti di tipo non armato, costruiti in calcestruzzo con classe di resistenza C12/15 secondo la Legge n. 1086/1971 e s.m.i., le norme UNI EN 206-2016 e UNI 11104-2016.

Le dimensioni minime dei basamenti per i sostegni sono le seguenti:

- paline semaforiche: m 0,65 x 0,65 x 0,70

Può essere previsto l'utilizzo di basamenti prefabbricati in calcestruzzo. Tale scelta conferisce vantaggi nella rapidità di posa e facilità di installazione dei pali senza particolari problemi di controlli dimensionali.

Inoltre, ai fini dell'infissione del palo, dovrà essere predisposto, lungo il loro asse longitudinale, un foro in cemento per l'innesto del palo di diametro non inferiore a 1,5 volte il diametro di base del palo stesso e della profondità minima di mm. 600.

I pali dovranno essere posizionati all'interno del plinto in modo che la parte interrata sia quella richiesta e che la protezione a base palo si venga a trovare nella zona d'incastro.

Il basamento tipo per palina semaforica, dovendo sostenere un palo di 3 m, dovrà avere la dimensione di 650x650x700 mm con peso 580 kg affinché il momento stabilizzante risulti essere minore di quello ribaltante generato prevalentemente dalle forze del vento.

I basamenti dovranno essere completi di pozzetto ispezionabile, il quale dovrà essere posizionato nelle immediate vicinanze del palo, con chiusino di cemento o metallico, avente luce netta minima pari a 40x40 cm e completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini. Il basamento viene sistemato sotto la pavimentazione del marciapiede, come nella sistemazione delle strade esistenti.

I pozzetti possono essere realizzati in opera purché rispettino le seguenti prescrizioni:

- il calcestruzzo da utilizzarsi deve essere con classe di resistenza C12/15 e le pareti devono avere uno spessore minimo di 15 cm;
- le tubazioni devono essere conglobate nella muratura del pozzetto, con sigillatura degli interstizi mediante malta di cemento e rifinite/tagliate regolarmente a filo della parete

interna del pozzetto stesso;

- la parete interna dei pozzetti eseguiti in mattoni pieni deve essere rinzaffata con malta di cemento grossolanamente lisciata.

E' consentito l'utilizzo di elementi prefabbricati in cls vibrato aventi le stesse caratteristiche.

3.3 VERIFICHE

Scelto il basamento si è eseguita una verifica a ribaltamento del pozzetto che andrà approfondita in fase esecutiva del progetto. Si è proceduto come prescritto dalla normativa vigente in materia ossia calcolando il momento resistente (M_s) e quello ribaltante (M_r) generato dalla forza del vento, rispetto al piano d'appoggio del blocco e verificando la seguente relazione:

$$M_s \geq M_r$$

Nella presente relazione tecnica non si riportano i risultati inerenti la verifica sismica condotta per l'opera in oggetto in quanto l'azione del sisma è involupata da quella del vento che, per tale tipologia strutturale, risulta dimensionante.

Il peso delle apparecchiature installate alla sommità dei pali è da considerarsi trascurabile rispetto al peso del palo stesso.

L'appaltatore dovrà farsi carico, in fase di progettazione esecutiva, di effettuare la verifica del sistema palo – blocco di fondazione in ragione delle eventuali diverse tipologie di pali e dei nuovi carichi (verticali e da vento) derivanti dall'installazione delle nuove telecamere. Sarà cura dell'appaltatore rilasciare, a valle dell'istallazione, il certificato di idoneità statica.

Si riportano, di seguito, i parametri di riferimento per le verifiche effettuate:

Zona di installazione: 3;

Categoria di esposizione = 2

Quota sul livello del mare \leq 500 m;

Quota della base dal terreno = 0.00 m

Il **momento resistente M_s** è stato calcolato considerando il basamento del palo come un blocco di fondazione parallelepipedo utilizzando quindi la seguente relazione:

$$M_s = \gamma * b * c^3 + 0,85 * [(P * a)/2] [N*m]$$

Dove:

b: base del blocco

c: altezza interrata del blocco

γ : peso specifico del terreno:

P: peso del blocco e della struttura che insiste su di esso: peso del basamento + peso del palo [N]

a: lato del basamento [m]

In questa fase, a margine di sicurezza, si è deciso di non considerare il contributo del terreno quindi il primo termine è nullo:

$$M_s = 0,85 * [(P * a)/2] [N*m]$$

Il **momento ribaltante Mr** viene valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento.

Il carico orizzontale di vento viene determinato, per ogni sezione considerata, in base alla relazione:

$$Q = (\text{Pressione di riferimento}) * C_e * C_f * C_d [N/mq]$$

dove:

- Q è la pressione cinetica del vento;
- Pressione di riferimento = $V_{ref}^2/1,6 = 455.6 \text{ N/mq}$;
- V_{ref} è la velocità base del vento per la zona pari a 27.00 m/sec;
- Coefficiente di forma (C_f) variabile con il diametro come da D.M. del 14/01/2018
 $C_p = 1 - 0,01 h = 0,92$;
- Coefficiente dinamico $C_d=1,22$ con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovute alle vibrazioni strutturali. Il coefficiente dinamico viene determinato sulla base della UNI EN 1991-2-4. Tale valore incrementa la pressione del vento su tutta la struttura.
- Coefficiente di esposizione (C_e) variabile con l'altezza come da D.M. del 14/01/2008. Questo valore è stato ricavato considerando la categoria di appartenenza dell'area in cui si andrà ad installare la nuova rete di illuminazione secondo la normativa vigente. L'area di interesse è stata considerata di categoria IV. Di seguito è stata riportata la tabella riassuntiva in cui vengono descritte le IV categorie di terreno.

Stabilita la categoria di appartenenza dell'area, da valori tabellati nella normativa UNI EN 40-3-1 è possibile ricavare il coefficiente di esposizione in base all'altezza del palo.

Descrizione delle categorie di terreno

Categoria	Descrizione
I	Costa marina. Costa di lago con lunghezza sopravvento di almeno 5 km. Terreno piano, senza ostacoli.
II	Terreni coltivati cintati da siepi, qualche piccola costruzione agricola, case o alberi.
III	Aree suburbane o industriali e foreste permanenti.
IV	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie è coperto da edifici con altezza media maggiore di 15 m.

Coefficiente di esposizione $C_{e(z)}$

Altezza dal suolo (z) m	Categoria di terreno			
	I	II	III	IV
20	3,21	2,81	2,28	1,72
19	3,17	2,77	2,24	1,69
18	3,14	2,74	2,20	1,65
17	3,10	2,70	2,16	1,60
16	3,07	2,66	2,11	1,56
15	3,03	2,62	2,07	1,56
14	2,98	2,57	2,02	1,56
13	2,94	2,52	1,96	1,56
12	2,89	2,47	1,91	1,56
11	2,83	2,41	1,85	1,56
10	2,78	2,35	1,78	1,56
9	2,71	2,29	1,71	1,56
8	2,64	2,21	1,63	1,56
7	2,57	2,13	1,63	1,56
6	2,48	2,04	1,63	1,56
5	2,37	1,93	1,63	1,56
4	2,35	1,80	1,63	1,56
3	2,09	1,80	1,63	1,56
2	1,88	1,80	1,63	1,56
1	1,88	1,80	1,63	1,56

Da **Q** cui è possibile ricavare la forza orizzontale, in N:

$$F = Q * D * H [N]$$

dove:

- D: diametro medio del palo

- H: altezza del palo fuori terra

Il momento ribaltante calcolato rispetto alla base del blocco:

$$M_r = F * (L/2 + h) \text{ [N m]}$$

dove:

h: altezza del basamento pali.

Si riportano, di seguito, le verifiche effettuate per le paline semaforiche e per i pali del sistema di monitoraggio del traffico.

PALINA SEMAFORICA					
DATI DIMENSIONALI PALO			MOMENTO RIBALTANTE M_R	566,25	[N*m]
H altezza palo fuori terra	3,00	[m]	Q_{ref} pressione vento di rifer.	455,63	[N/m ²]
D diametro palo	0,102	[m]	C_p coeff. di forma	0,97	
P_{pal} peso del palo	245,17	[N]	Q_e pressione del vento	841,13	[N/m ²]
			F forza orizzontale	257,39	[N]
DATI DIMENSIONALI BASAMENTO					
a lato del basamento	0,65	[m]	MOMENTO RESISTENTE M_S	1639,00	[N*m]
b base del blocco	0,65	[m]	γ peso specifico terreno	0,00	[N*m ³]
c altezza interrata del blocco	0,70	[m]	$P = P_{bas} + P_{pal}$	5933,02	[N]
P_{bas} peso del basamento	5687,85	[N]			
VALORI DA NORMATIVA					
V_{ref} velocità vento di riferim.	27,00	[m/s]			
C_d coeff. dinamico	1,22				
C_e coeff. di esposizione	1,56				

Visto che:

$$M_s > M_r$$

i basamenti per pali scelti, secondo la normativa vigente, risultano verificati ed idonei all'installazione.

4. NORME DI RIFERIMENTO

- Generale: Legge n.1086 del 5/11/1971

- Per la verifica delle strutture: Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia, di cui al D.P.R. 06/06/2001 n° 380 - Decreto del presidente della repubblica del 28/05/2004 n°

136, art. 5; convertito in legge, con modificazioni, dall art. 1 della legge n° 186 del 27/07/2004

- D.M 17 Gennaio 2018 : Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- Per le caratteristiche dei materiali: UNI EN 10025 : Prodotti laminati a caldo ..
- Per la verifica delle sezioni in acciaio: UNI ENV 1993-1-1: Progettazione delle strutture in acciaio.
- Per la definizione delle tensioni nei tronchi pressopiegati: UNI ENV 1993-1-3 Regole per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
- Per i carichi esterni sulla struttura: Norme tecniche per le costruzioni: D.M 17 Gennaio 2018 : Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- Eurocodice 1 - UNI ENV 1991-1-4 Parte 2-4 Azioni sulle strutture - Azioni del vento - per i coefficienti di forma della struttura; - Eurocodice 1 - UNI ENV 1991-2-1 Parte 2-1 Azioni sulle strutture - Massa volumica, pesi propri e carichi imposti; - Eurocodice 1 - UNI ENV 1991-2-3 Parte 2-3 Azioni sulle strutture - Carichi da neve.
- Per le combinazioni di carico: D.M 17 Gennaio 2018 : Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- Per la verifica in zone sismiche: D.M 17 Gennaio 2018 : Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni;
- Eurocodice 8-1-1 - UNI ENV 1998-1-1. - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture. - Eurocodice 8-1-2 - UNI ENV 1998-1-2. - Regole generali per gli edifici. - Eurocodice 8-1-3 - UNI ENV 1998-1-3. - Regole generali - Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi.
- Eurocodice 8-6 - PR EN 1998-6. - Tower, masts and chimneys.