

# COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM



## RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA FASCIA LITORANEA

### SECONDO STRALCIO FUNZIONALE - I LOTTO

Progetto definitivo approvato con

[ ] Delibera di CC [ ] Delibera di GC [ ] Determinazione Dirigenziale  
n. \_\_\_\_ del \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RUP- PROGETTISTA - SUPPORTO AL RUP

Ing. Giovanni Vito Bello Arch. Luca Cerullo

SINDACO

Avv. Francesco Alfieri

VER. 1.0	VERSIONE INIZIALE	DATA __/__/__
VER. N. X	NOTE DI VERSIONE	DATA VERSIONE

FASE PROGETTUALE

PROGETTO  
ESECUTIVO



RELAZIONE TECNICA PUBBLICA ILLUMINAZIONE

DATA: SETTEMBRE 2021

RE04



**COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM**

**PROVINCIA DI SALERNO**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

**Riqualificazione ambientale e messa in sicurezza  
della Fascia Litoranea – 2° Stralcio I Lotto**

**RELAZIONE ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

## Sommario

1) PREMESSA.....	3
2) Descrizione ambito .....	3
3) Riqualificazione Area .....	3
4) Interventi di messa in sicurezza della rete .....	3
5) Interventi di Efficientamento energetico .....	3
6) Rifacimento quadri .....	3
7) Requisiti minimi della fornitura.....	5
Caratteristiche Lampione .....	5
Caratteristiche Faretti vegetazione .....	5
Caratteristiche Faretti passeggiata.....	5
8) CARATTERISTICHE NOMINALI.....	5
9) RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
10) GENERALITA' .....	8
Gli impianti di illuminazione pubblica e la Norma CEI 64-8 sezione 714.....	9
11) CALCOLI ILLUMINOTECNICI .....	9
12) DIMENSIONAMENTO MECCANICO.....	13
13) DIMENSIONAMENTO ELETTRICO.....	17
14) SCELTA DEI COMPONENTI .....	19
15) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	20
Descrizione e classificazione delle strade.....	20
16) PROVE .....	21

## **1) PREMESSA**

L'Amministrazione comunale di Capaccio-Paestum intende realizzare una serie di iniziative volte alla riqualificazione ambientale e alla messa in sicurezza della fascia litoranea, interessata da numerose infrastrutture ed attività turistiche che costituiscono una delle fonti economiche primarie per il territorio.

Pertanto, con Delibera di Giunta Comunale n. 176 del 05/09/2019, ha approvato lo studio di fattibilità dal titolo "Riqualificazione ambientale e messa in sicurezza della Fascia Litoranea" redatto dall'Ufficio Tecnico Comunale.

A tal fine l'amministrazione ha redatto un progetto di messa in sicurezza per pubblica utilità dell'area che include la riqualificazione della rete di illuminazione pubblica esistente nonché l'integrazione in fasce attualmente non provviste della zona del litorale. La presente relazione si riferisce al II stralcio I Lotto relativo alla riqualificazione del lungomare nel tratto che va dal lido Il Tuffatore al Molo Sirena.

Oggetto della relazione sono le indicazioni tecniche per la costruzione dell'impianto elettrico di illuminazione pubblica esterna facente parte della riqualificazione e messa in sicurezza del lungomare di Capaccio Paestum (SA).

Gli impianti di illuminazione pubblica presentano allo stesso tempo problemi di carattere elettrico, meccanico, urbanistico ed illuminotecnico, richiedendo così la collaborazione di diversi progettisti ognuno specializzato in un diverso settore.

## **2) Descrizione ambito**

L'amministrazione di Capaccio Paestum, intende avviare attività di Riqualificazione ambientale e messa in sicurezza della Fascia Litoranea II stralcio relativo alla riqualificazione del lungomare nel tratto che va dal lido Nausica al Clorinda come nel seguito descritto.

## **3) Riqualificazione Area**

Sarà uniformato e reso più armonico con il contesto ambientale della pineta il tratto di viabilità a fronte mare eliminando le linee aeree attualmente presenti e realizzando un nuovo impianto di pubblica illuminazione per un tratto di circa 0,750 km, per dettagli vedasi planimetria di progetto.

L'amministrazione del comune di Capaccio ha scelto di effettuare un'efficientamento della Pubblica illuminazione per la sicurezza dei cittadini, la riduzione dei consumi e l'ottimizzazione dell'uso delle risorse comunali.

## **4) Interventi di messa in sicurezza della rete**

1. Interramento linee di distribuzione aerea;
2. Installazione pali, faretti nella vegetazione e lungo la passeggiata
3. Messa a terra dei pali;
4. Rifacimento quadri.

## **5) Interventi di Efficientamento energetico**

1. Installazione di nuovi punti di illuminazione a led;
2. Installazione sistemi automatici di regolazione, accensione e spegnimento dei punti luce.

## **6) Rifacimento quadri**

Ogni area è servita da un quadro di illuminazione pubblica dedicato, ubicato in vano separato dall'armadio in vetroresina in cui è installato anche il Gruppo di Misura dell'Ente Distributore. I

gruppi di misura saranno installati ex novo entro contenitori in resina poliestere rinforzato con fibre di vetro con grado di protezione minimo IP 55. Tale contenitore sarà diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo misura installato dall'Ente distributore, con la relativa serratura di chiusura installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dell'Ente medesimo. Il contenitore sarà fissato su apposito zoccolo in calcestruzzo realizzato in opera che consente l'imbocco delle tubazioni interrato, sia in derivazione dalla cabina per l'alimentazione primaria che delle tubazioni di distribuzione all'impianto.

Il secondo vano conterrà tutte le apparecchiature, di sezionamento, di comando e di protezione del quadro di comando realizzato con classe di isolamento analoga a tutto il resto dell'impianto. Le apparecchiature elettriche installate all'intero oltre ad essere conformi alle corrispondenti Norme CEI saranno dimensionate in modo da garantire la protezione contro le sovracorrenti, in accordo alle Norme CEI 64-8 dell'intero impianto.

Il quadro sarà fornito in opera con le tubazioni per raccordo con i pozzetti di derivazione compresi

- opere di scavo,
- posa di tubazioni in PEAD stesura di linee,
- opere per la messa a terra del quadro stesso,
- collegamenti delle linee in entrata ed uscita,
- sigillatura delle tubazioni PE/HD diametro interno 90/63 mm per l'alimentazione del quadro di potenza e dal vano misure ENEL con schiuma poliuretanica per evitare accumulo di umidità all'interno del quadro,
- altro onere e materiale per darlo installato e funzionante in conformità alla normativa vigente.

I quadri oltre ad essere rispondenti alla Norma CEI 17-13/1 EN 61439-1 "Apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione" e/o alla Norma CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similari" saranno corredati di Dichiarazione di Conformità in base ai disposti delle prove di nelle stesse contenute.

La protezione contro i contatti indiretti è affidata ad interruttori differenziali ad alta sensibilità ( $I_{\Delta n}=30$  mA), posti su ogni linea in partenza e alla circuitazione in classe II di isolamento.

L'impianto di messa a terra utilizzerà una corda di rame nudo in trefoli  $s=35$  mmq min. interrato direttamente a profondità  $p \geq 0.50$  m, non ispezionabile interconnessi ad una serie di dispersori verticali (puntazze) in acciaio zincato  $l=1.5$  m sezione a croce spessore 5 mm non ispezionabili posti in adiacenza ai pali ed al quadro di comando.

Nel caso di impianto impiegante apparecchiature con classe II di isolamento, non è richiesta la posa di impianto di messa a terra per realizzare la protezione contro i contatti indiretti (CEI 64-7 – Art. 3.3.7).

Si avrà cura di valutare per impianto di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, la resistenza di isolamento verso terra, che dovrà risultare non inferiore a:

$$R_i = 2 U_0 / (L + N) \text{ [MOhm]}$$

dove:

$U_0$  = tensione nominale verso terra in kV dell'impianto (si assume il valore 1 per tensione nominale inferiore a 1 kV);

$L$  = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in km (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);

$N$  = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

La misura della resistenza di isolamento sarà effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti; eventuali messe a terra di funzionamento devono essere disinserite durante la prova. Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova devono essere oggetto di misure separate; non è necessario eseguire misure sul

secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione. Le misure devono essere effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 500 V. Le misure devono essere effettuate senza tener conto delle condizioni meteorologiche e dopo che la tensione è stata applicata da circa 60 s.

### **7) Requisiti minimi della fornitura**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici saranno adatti all'ambiente cui sono destinati ed avranno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio, così come previsto dal DM n. 37 del 22/01/2008. In particolare sono da ritenere a regola d'arte tutti gli impianti realizzati con i materiali e gli apparecchi aventi marchio IMQ o comunque realizzati secondo le Norme tecniche CEI ed UNI.

#### ***Caratteristiche Lampione***

Colonna per illuminazione di spazi pubblici, viabilità e zone pedonali alta 5e/o 7metri e sezione troncoconica, realizzata in lamiera d'acciaio corten di 5 mm di spessore, lavorata e piegata con una conicità del 12%.

Piastra di ancoraggio 360 x 360 mm e spessore 10 mm saldata alla colonna con quattro staffe di rinforzo.

Rinforzo inferiore della colonna alto 500 mm con un tappo superiore tagliato con un'inclinazione per evacuare il deflusso delle acque piovane. Angolo di inclinazione rispetto alla pavimentazione di 95 gradi.

Due supporti per proiettore in acciaio inossidabile saldati a colonna e orientati all'apertura a 36 gradi. Due tubi curvi saldati alla colonna per l'uscita del cablaggio elettrico dei proiettori con supporto a lira.

#### ***Caratteristiche Faretti vegetazione***

Apparecchi da incasso a terra con ottica basculante +/- 5 ° Fascio asimmetrico classe II costituita da: corpo i tecnopolimero rinforzato e stabilizzato al calore, diffusore in vetro pressato e temperato, gruppo ottico ad elevata trasmittanza della luce sistema di connessione alla rete stagno radente con emissione a 210°. Alimentatore output fisso LED 4000°K da 16 W montati su dissipatori termici in alluminio; Classe II, IP67. Corpo in alluminio stampato a iniezione; Chiusura in vetro temprato piano; Viti in acciaio inox.

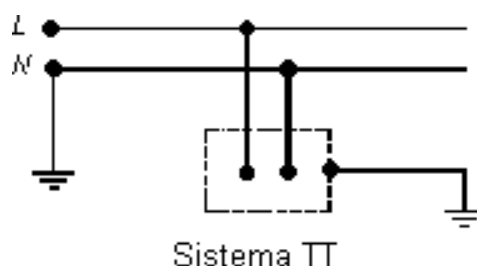
#### ***Caratteristiche Faretti passeggiata***

Apparecchi da incasso a terra classe II costituita da: corpo i tecnopolimero rinforzato e stabilizzato al calore, diffusore in vetro pressato e temperato, gruppo ottico ad elevata trasmittanza della luce sistema di connessione alla rete stagno radente con emissione a 210°. Alimentatore output fisso LED 4000°K da 5 W montati su dissipatori termici in alluminio; Classe II, IP67. Corpo in alluminio stampato a iniezione; Chiusura in vetro temprato piano; Viti in acciaio inox.

### **8) CARATTERISTICHE NOMINALI**

La fornitura dell'energia elettrica sarà effettuata da parte dell'Ente distributore direttamente in Bassa Tensione (BT), nel punto di consegna predisposto nel pressi della cabina elettrica esistente come riportato nella planimetria allegata.

Il sistema di distribuzione utilizzato in bassa tensione sarà del tipo monofase (sistema TT).



- sistema distribuzione
- potenza impegnata massima dell'ampliamento
- coefficienti contemporaneità illuminazione
- coefficienti contemporaneità carichi fissi
- tensione di distribuzione lato B.T.
- corrente di Corto-Circuito Trifase presunta 6 kA

TT  
1,5 kW  
1  
non disponibile  
230V

## 9) RIFERIMENTI NORMATIVI

<b>Legge n° 186 del 01/03/1968</b>	-Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
<b>D.M. n° 236 del 23/06/1989</b>	-Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche
<b>Legge n° 123 del 03/08/2007</b>	Disposizioni in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
<b>Decreto Legislativo n° 81 del 09/04/2008</b>	Regolamento di attuazione della Legge 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
<b>Norma UNI 11248</b>	modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione pubblica stradale
<b>Norma UNI EN 13201</b>	modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione pubblica esterna per rotatorie, parcheggi ed altre aree stradali
<b>UNI 10819 Marzo 1999</b>	Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
<b>UNI-EN 40</b>	Pali per illuminazione. Parte 2 Dimensioni e tolleranze.
<b>Legge N. 17 del 07/08/2009</b>	Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.

- Norme C.E.I. con particolare riferimento ai fascicoli:

<b>0-3 ( Fascicolo 2910 )</b>	- Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e
-------------------------------	---

	relativi allegati:
<b>11-1 ( Fascicolo 1008 )</b>	-Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica: Norme generali;
<b>11-8 ( Fascicolo 1285 )</b>	-Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica: Norme generali;
<b>11-37 (Fascicolo 2911)</b>	- Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria;
<b>17-5 ( Fascicolo 460 )</b>	- Norme per interruttori automatici per c.a. a tensione nominale minore o uguale a 1000V;
<b>17-11</b>	-Norme per interruttori di manovra, sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili;
<b>17-13/1 CEI EN 60439-1 (Fascicolo 2463 E)</b>	-Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
<b>20-19</b>	-Cavi isolati con gomma;
<b>20-20</b>	-Cavi isolati con P.V.C.;
<b>20-22</b>	-Cavi isolati in P.V.C. non propaganti la fiamma per tensioni fino a 1000V;
<b>CEI-UNEL 35024/1 ( Fascicolo 3516 )</b>	-Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensione nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
<b>23-3 ( Fascicolo 1550 )</b>	-Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici o similari;
<b>23-8</b>	-Tubi protettivi rigidi in P.V.C. e accessori;
<b>23-9</b>	-Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico;
<b>23-11</b>	-Interruttori e commutatori per apparecchi per uso domestico e similari;
<b>23-12</b>	-Presa a spina per usi industriali;
<b>23-14</b>	-Tubi protettivi flessibili in P.V.C. e loro accessori;
<b>23-17</b>	-Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti in materiale termoplastico non auto estinguente;
<b>23-18</b>	-Norme per interruttori differenziali per usi domestici o similari;
<b>23-25</b>	-Tubi per le installazioni elettriche;
<b>23-31</b>	-Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi;
<b>23-48 (Fascicolo 2711)</b>	- Involucri per apparecchi per installazioni fisse per usi domestici e similari:
<b>23-49 (Fascicolo 2730)</b>	- Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari – Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza trascurabile.
<b>23-51</b>	- Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
<b>32-1</b>	-Fusibili a tensione non superiore a 1000V per corrente alternata

	e 1500V per corrente continua;
<b>33-1</b>	-Condensatori statici di rifasamento per impianti a corrente alternata;
<b>37-1</b>	-Scaricatori a resistenza non lineare per impianti a corrente alternata;
<b>64-7 ( Fascicolo 4618 )</b>	-Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari.
<b>64-8/1 ( Fascicolo 1916 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Oggetto scopo e principi fondamentali;
<b>64-8/2 ( Fascicolo 1917 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Definizioni;
<b>64-8/3 ( Fascicolo 1918 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Caratteristiche generali;
<b>64-8/4 ( Fascicolo 1919 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Prescrizioni per la sicurezza;
<b>64-8/5 ( Fascicolo 1920 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;
<b>64-8/6 ( Fascicolo 1921 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Verifiche;
<b>64-8/7 ( Fascicolo 1922 )</b>	-Impianti elettrici utilizzatori a tensione minore o uguale a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua: Ambienti ed applicazioni particolari;
<b>70-1 ( Fascicolo 519 )</b>	-Norme per la classificazione dei gradi di protezione degli involucri;

In base ai riferimenti normativi e legislativi sopra citati gli impianti dovranno essere realizzati secondo le direttive descritte nella presente relazione tenendo inoltre in considerazione le prescrizioni dettate dagli enti preposti quali ENEL, USL, Ufficio Igiene, ecc.

## 10) GENERALITA'

L'impianto di illuminazione pubblica oggetto del presente elaborato sarà costituito schematicamente:

- dagli apparecchi di illuminazione;
- dai sostegni costituiti da pali;
- dalle linee di alimentazione costituite da cavi interrati;

dagli apparecchi di protezione e comando installati all'origine dell'impianto.

L'impianto sarà destinato a fornire l'illuminazione di aree esterne caratterizzate dalla presenza di sollecitazioni ambientali gravose quali polvere, acqua di condensa, pioggia, neve e vento; l'accessibilità al pubblico impone inoltre particolari provvedimenti per la sicurezza.

Con riferimento alle caratteristiche elettriche e meccaniche, il principale riferimento normativo è costituito dalla norma CEI 64-8 sezione 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno".

Per i criteri di scelta e di messa in opera delle condutture si dovrà fare riferimento prevalentemente alle Norme del Comitato 11 e più precisamente, per le linee aeree esterne alla Norma CEI 11-4 e,

per le altre, alla Norma CEI 11-17 (linee in cavo). Anche la Norma CEI 64-8 è un utile riferimento per quanto riguarda i criteri generali di progetto dell'impianto, per la protezione contro le sovracorrenti delle condutture e per la protezione delle persone contro i contatti diretti ed indiretti.

### ***Gli impianti di illuminazione pubblica e la Norma CEI 64-8 sezione 714***

La Norma si applica agli impianti elettrici di illuminazione pubblica con riferimento alle sole caratteristiche elettriche e meccaniche, prescindendo da quelle illuminotecniche.

Per gli impianti elettrici di illuminazione pubblica si deve intendere il complesso formato dalle linee di alimentazione, dai sostegni e dalle apparecchiature destinate a realizzare l'illuminazione di aree esterne ad uso pubblico che sono parte di una rete di distribuzione pubblica dell'energia e gestiti da un distributore pubblico di energia o altre autorità pubbliche.

La Norma fissa i requisiti e le prove alle quali devono rispondere gli impianti affinché essi diano affidamento di buon funzionamento, di durata e di sicurezza nei confronti delle persone e delle cose, in ordinarie condizioni di installazione.

Pertanto le prescrizioni della sezione 714 devono essere integrate per impianti con caratteristiche particolari, come ad esempio, gli impianti in luoghi con pericolo di esplosione o d'incendio, gli impianti ferroviari, gli impianti situati nelle aree minerarie, gli impianti per piscine o fontane.

Quando gli impianti sono totalmente esterni non rientrano nella disciplina del nuovo Decreto 22/1/08 n°37.

La Norma CEI 64-8 sezione 714 non si applica a:

- catene luminose temporanee;
- sistemi di segnalazione del traffico stradale (impianti semaforici, messaggi variabili
- stradali, ecc.);

apparecchi di illuminazione che sono fissati all'esterno di un edificio e che sono alimentati direttamente tramite le condutture interne di tale edificio.

## **11) CALCOLI ILLUMINOTECNICI**

Per la determinazione dell'illuminamento di strade locali urbane: aree pedonali ed altre aree esterne, si dovranno seguire le prescrizioni dettate dalla norma CEI 64-8 sezione 714 (generalità degli impianti esterni d'illuminazione), dalla norma UNI 11248 (modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione esterna stradale) e dalla norma UNI EN 13201 (modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione esterna rotatorie, parcheggi ed altre aree).

Tabella 1: Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>2)</sup>	30	

1)

Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>14)</sup>.

2)

Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3)

Vedere punto 6.3.

4)

Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

Tabella 2: Parametri d'influenza (se rilevanti) considerati per le categorie illuminotecniche di riferimento di cui alla

**Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto <sup>1) 2)</sup>	1
Segnaletica cospicua <sup>3)</sup> nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 <sup>19</sup> .	

**Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Nota: trattandosi di normativa europea, è stata introdotta anche una classificazione simile per condizioni atmosferiche prevalentemente bagnate; questa non viene applicata in Italia, in quanto sul nostro territorio, a differenza del Nord-Europa, le condizioni atmosferiche sono a scarso carattere piovoso.

Tabella 3: Categorie illuminotecniche C: applicabili ad aree a traffico motorizzato in cui non sia possibile ricorrere al calcolo della luminanza, quali zone di conflitto, incroci, strade commerciali e rotonde, e ad alcune situazioni ad uso ciclo-pedonale qualora le categorie S ed A non siano ritenute adeguate.

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (minimo mantenuto)	Uo (minima)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3 a)	15	0,4
<b>C4</b>	<b>10</b>	<b>0,4</b>
C5	7,5	0,4
a) Per le aree verdi pubbliche massimo categoria CE3 15 lux.		

Tabella 4: Comparazione di categorie illuminotecniche (illuminazione pubblica).

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di $Q_0$ vedere punto 13 e l'appendice B.						

La precedente tabella si può applicare ove siano presenti più zone differenti adiacenti, paragonando la luminanza e l'illuminamento. Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto (ad es. una rotonda che interrompe una strada), è opportuno adottare per questa zona un livello luminoso maggiore del 50% di quello delle strade di accesso. Per le zone adiacenti si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona in cui il livello luminoso è più elevato, costituisce la zona di riferimento.

NEL CASO IN ESAME, LA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA SCELTA, AVENDO GIA' DECLASSATO E AVENDO GIA' VERIFICATO TUTTI I PARAMETRI DI INFLUENZA E':

- Impianto di illuminazione pubblica strada di quartiere con parcheggi adiacenti "CATEGORIA ME4";
- Impianto di illuminazione area verde con marciapiedi "CATEGORIA C4".

L'IMPIANTO VERRA' PROGETTATO RISPETTANDO TUTTE LE INDICAZIONI RIPORTATE NELLA PRESENTE RELAZIONE.

#### *Descrizione Impianti*

Gli apparecchi illuminanti saranno installati con diverse tipologie di installazione, a testa palo o con sbraccio doppio.

Per la distribuzione dell'energia elettrica agli apparecchi illuminanti saranno posate linee monofase costituite da cavo multipolare con guaina con caratteristiche tipo FG16OR16 e grado di isolamento 0,6/1kV della sezione di  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ ; (4x10) in prossimità di ogni palo le linee faranno capo ad un'apposita morsettiera dalla quale sarà derivato il circuito terminale di alimentazione del punto luce con cavo a doppio isolamento tipo FG16OR16 con formazione  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ .

Le linee saranno posate entro cavidotto guidacavi interrato a doppia parete in PVC intercettato nei pressi dei pali da pozzetti dotati di chiusino di ispezione con dimensioni minime  $50 \times 50 \text{ cm}$

Si ricorda che per ottemperare a quanto richiesto dalla L.R. 17/2000 l'impianto di illuminazione pubblica dovrà prevedere l'impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza.

A tale scopo si è prevista l'installazione di apparecchi illuminanti dotati di reattore elettronico con programmazione della mezzanotte virtuale che andrà a ridurre il flusso luminoso degli apparecchi illuminanti entro le ore 24.00 secondo quanto richiesto dalla L.R. 17/2000.

## 12) DIMENSIONAMENTO MECCANICO

### Disposizione e distanziamenti

A prescindere dai criteri fotometrici, gli impianti di illuminazione stradale possono essere disposti sia su un unico lato che su entrambi i lati della strada come illustrato in figura 1.

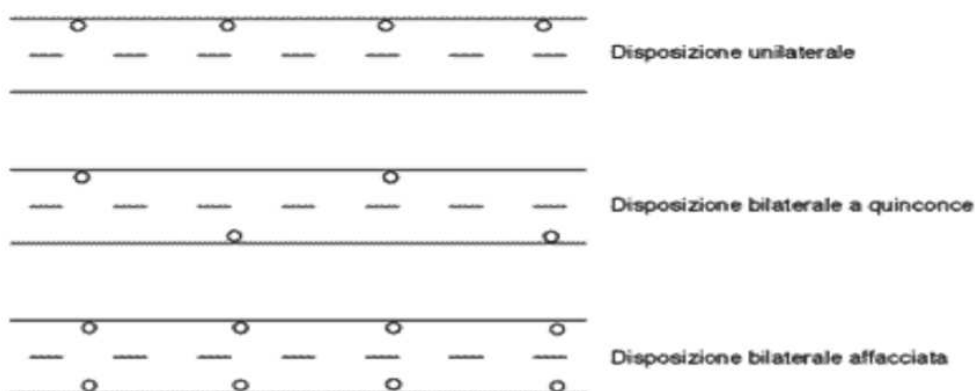
L'impianto di illuminazione in oggetto presenta diverse configurazioni, dettate anche dalla conformazione dell'area da illuminare.

La disposizione dei sostegni (pali) e relativi apparecchi illuminanti è riportata nella tavola planimetrica allegata al progetto.

I distanziamenti minimi del sostegno dai bordi della carreggiata e dal limite della sede stradale, in funzione del tipo di strada, sono sintetizzati in figura 2.

Disposizioni più comuni dei centri luce ai bordi della strada

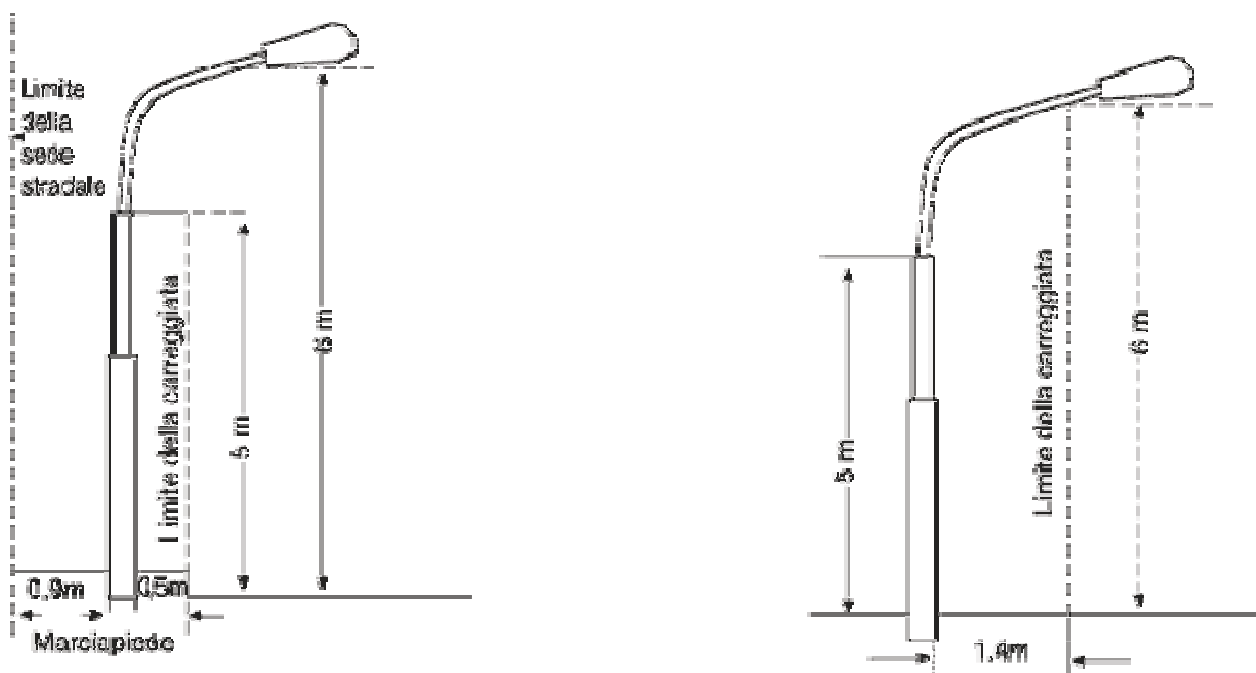
**Figura 1: Disposizioni più comuni dei centri luce ai bordi della strada**



**Figura 2: Distanziamenti e altezze minime**

**Strade urbane con marciapiede**

**Strade extraurbane o urbane senza marciapiede**



Sono prescritte inoltre specifiche distanze tra i sostegni degli apparecchi di illuminazione ed i conduttori di linee elettriche e telefoniche come sintetizzato in figura 3.

È importante sottolineare che questi distanziamenti:

- si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici;
- devono essere opportunamente maggiorati, in generale, per tenere conto delle esigenze di sicurezza degli operatori che intervengono sugli impianti di illuminazione;
- si applicano sia ai pali che ai bracci a muro.

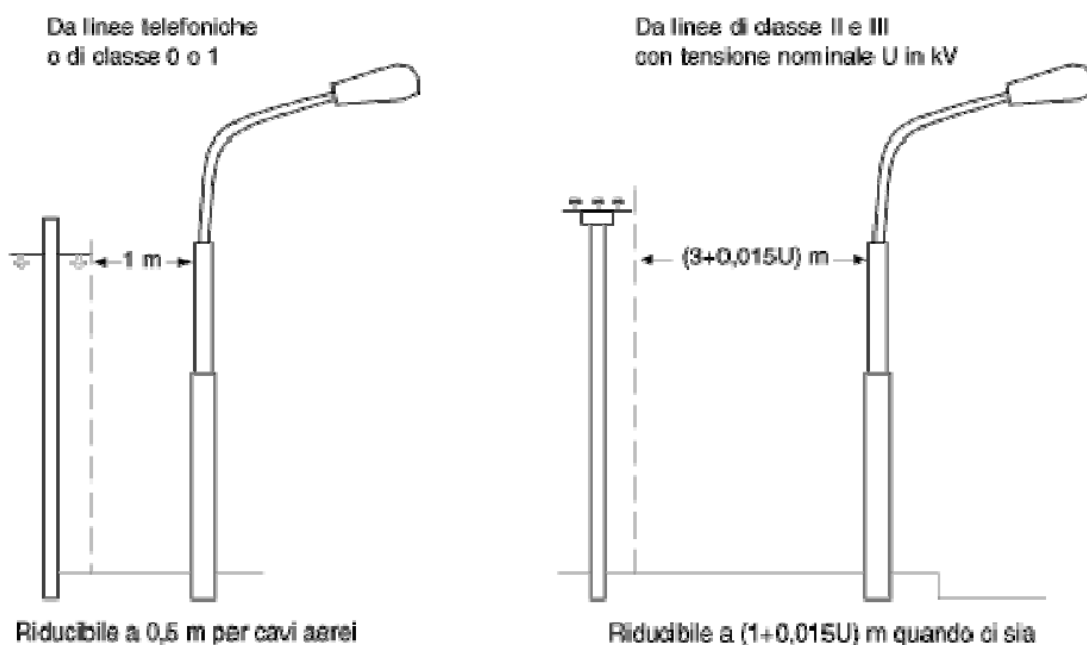


Figura 3: Distanze minime da altre condutture

## Scelta dei sostegni

I sostegni avranno caratteristiche come di seguito descritto:

Palo conico curvato singolo laminato a caldo, in acciaio UNI EN 10219, zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461.

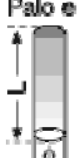


La spinta del vento ( $\text{kg/m}^2$ ) viene valutata in base alla Norma UNI-EN 40 e la verifica della stabilità dei sostegni può essere condotta secondo i calcoli contenuti nella Norma CEI 11- 4 tenendo conto dei valori indicati (zona A vento a 130 km/h, zona B vento a 50 km/h).

Le spinte specifiche sui pali e sugli apparecchi illuminanti, possono essere dedotte dalla tabella 1, la spinta totale può essere facilmente calcolata moltiplicando la spinta specifica per la sezione maggiore che il complesso presenta al vento. Per forme simmetriche il centro di spinta del vento coincide con il centro della figura.

I limiti di flessibilità dei pali devono essere tali da limitare a qualche centimetro lo spostamento dell'apparecchio di illuminazione sotto l'azione del vento e del proprio peso.

Le sollecitazioni sul palo devono risultare non superiori alle massime ammesse dalla tabella UNI 10011-64.

Tabella 5: Spinta esercitata dal vento sui sostegni degli apparecchi di illuminazione stradale

Velocità del vento km/h		26	50	65	100	130
COMPONENTE	Palo e braccio  $S_{(m^2)} = h_{(m)} \times \phi_{(m)}$	2,88	10,65	18	42,6	72
	Apparecchio  $S_m$	1,2	4,44	7,50	17,75	30
	Scatola, quadro o similari  $S_{(m^2)} = h_{(m)} l_{(m)}$	4,8	17,75	71	71	120
		Spinta specifica in $\text{kg/m}^2$				

### Pali per illuminazione dei tratti stradali

#### PALI CONICI DA LAMIERA A SEZIONE CIRCOLARE

Esecuzione:

Pali di forma conica in lamiera, fabbricati mediante pressopiegatura di fogli trapezoidali in lamiera d'acciaio e successivamente saldati longitudinalmente con conicità di 10 mm/m.

Materiale:

Acciaio del tipo S235 JR UNI EN 10025 zincabile a caldo con caratteristiche minime:

Carico unitario di resistenza e trazione  $R \geq 360 \text{ N/mm}^2$  Carico unitario di snervamento  $S \geq 235 \text{ N/mm}^2$  Protezione:

Zincatura a caldo per immersione in bagno di zinco fuso secondo norme EN ISO 1461.

MODELLO: PCL980/3

Parametri geometrici: vedi tavole progetto

Completo di PORTELLO e MORSETTIERA, MANICOTTO TERMORESTRINTE.

## Pali per illuminazione dei tratti pedonali

### PALI CONICI DA LAMIERA A SEZIONE CIRCOLARE

Esecuzione:

Pali di forma conica in lamiera, fabbricati mediante pressopiegatura di fogli trapezoidali in lamiera d'acciaio e successivamente saldati longitudinalmente con conicità di 10 mm/m.

Materiale:

Acciaio del tipo S235 JR UNI EN 10025 zincabile a caldo con caratteristiche minime:

Carico unitario di resistenza e trazione  $R \geq 360 \text{ N/mm}^2$  Carico unitario di snervamento  $S \geq 235 \text{ N/mm}^2$  Protezione:

Zincatura a caldo per immersione in bagno di zinco fuso secondo norme EN ISO 1461.

Parametri geometrici: vedi tavole progetto

Completo di PORTELLO e MORSETTIERA, MANICOTTO TERMORESTRINTE.

### Dimensionamento delle fondazioni

L'interramento dei pali, espresso in metri, è pari a 0,5m per i pali di altezza 4m f.t. e 0,8 m per i pali di altezza 9m f.t., come riportato nei dettagli costruttivi nella tavola planimetrica.

I pali devono avere fondazioni tali che il momento di stabilità, calcolato tenendo conto del peso del braccio e delle reazioni del terreno non sia inferiore a 1,25 volte il momento di rovesciamento (vedere figura 4); È consentita anche l'infissione diretta nel terreno del palo anche se si tratta di una realizzazione sconsigliabile; in tal caso l'equazione di stabilità è indicata in figura 5.

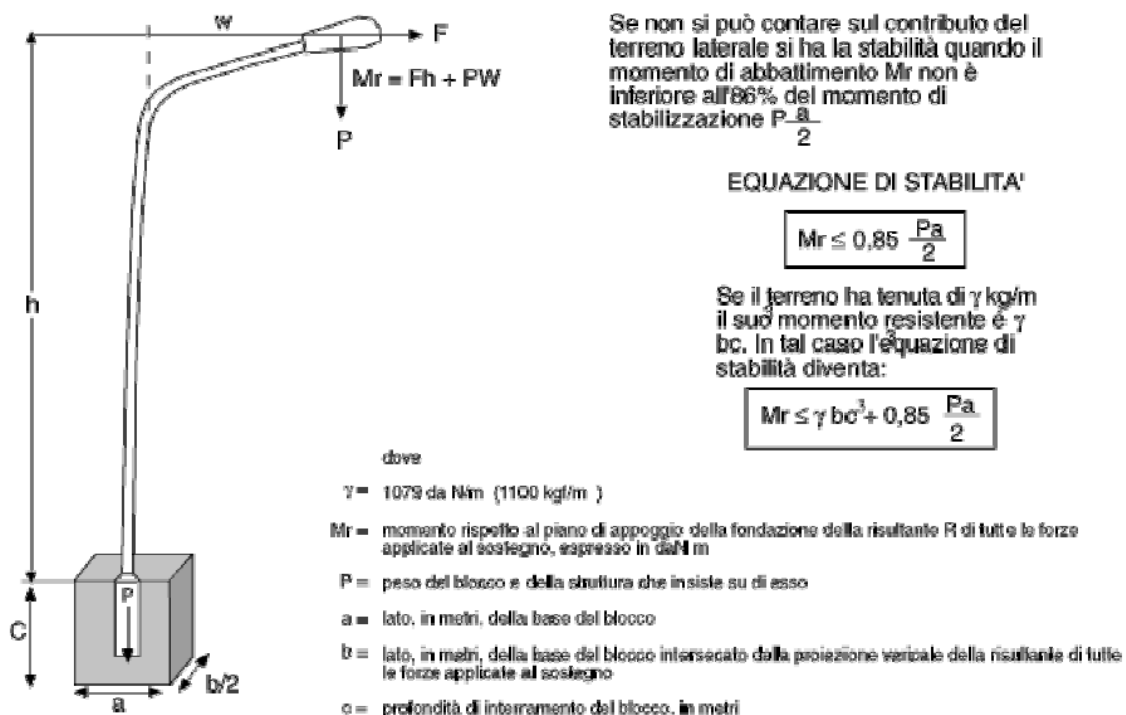


Figura 4\_ Fondazione a blocco unico

Si consiglia di infilare i pali di illuminazione all'interno di plinti in cemento armato aventi le seguenti dimensioni minime:

- per i pali di altezza 4m f.t.  
Lato "a": 0,8 m  
Lato "b": 0,8 m

- Lato “c”: 0,7 m
- per i pali di altezza 9m f.t.
- Lato “a”: 1,1 m
- Lato “b”: 1,1 m
- Lato “c”: 1,1 m

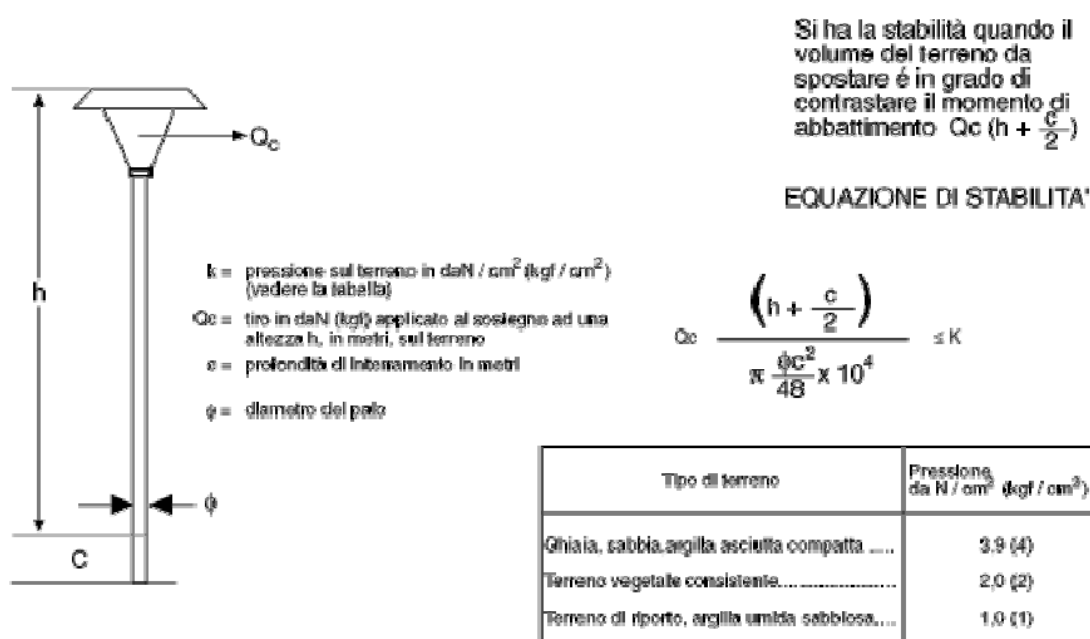


Figura 5: Sostegno infisso direttamente nel terreno

### Criteri realizzativi

L'illuminazione stradale richiede, per evidenti motivi estetici, un buon allineamento degli apparecchi di illuminazione e la perfetta verticalità dei pali.

È pertanto indispensabile che i plinti di fondazione siano disposti perfettamente in linea.

Il plinto di fondazione deve avere un foro di diametro maggiore rispetto al palo di almeno 7-8 cm per consentire, mediante l'utilizzazione di cunei, l'aggiustamento verticale.

L'intercapedine verrà quindi riempita con sabbia fine costipata mediante acqua, per rendere possibile un'eventuale rimozione del palo.

Si può completare l'opera consolidando la base del palo mediante un collare in calcestruzzo.

L'impianto prevede la distribuzione con linee dorsali interrate; i plinti dovranno avere una tubazione flessibile in PVC in corrispondenza dell'ingresso del cavo nel palo.

### 13) DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Gli apparecchi illuminanti saranno alimentati tramite linee elettriche dorsali costituite da cavi multipolari con guaina tipo FG16OR16, in conformità alla nuova direttiva C.P.R., e saranno posati entro cavidotti interrati intercettati da pozzetti in c.a. dotati di chiusino di ispezione.

L'alimentazione sarà monofase e sarà dimensionata in funzione della potenza installata e della lunghezza delle linee (distanza da coprire).

Nel caso in oggetto le linee saranno realizzate con cavo multipolare avente caratteristiche di doppio isolamento tipo FG16OR16 con formazione  $4 \times 10 \text{mm}^2$ ; in prossimità di ogni palo le linee faranno capo ad un'apposita morsettiera dalla quale sarà derivato il circuito terminale di alimentazione del punto luce con cavo a doppio isolamento tipo FG16OR16.

Il calcolo della sezione dei conduttori (dimensionamento delle linee) deve essere tale che la corrente di impiego non superi la portata del cavo e che la massima caduta di tensione, calcolata dal punto di consegna al centro luminoso più lontano, non superi il 5% del valore nominale della tensione di alimentazione.

### **Sezionamento e Protezioni contro le sovracorrenti**

La protezione contro i cortocircuiti, contro i contatti diretti e contro i contatti indiretti deve essere realizzata secondo i criteri generali riportati nella Norma CEI 64-8.

Cautelativamente andremo a proteggere localmente il circuito terminale tramite l'installazione di un fusibile all'interno della morsettiera presente in ogni palo, tale morsettiera avrà caratteristiche di doppio isolamento.

### **Caduta di tensione**

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione.

Secondo l'articolo 525 della norma CEI 64-8 la caduta di tensione non deve superare il 4% della tensione nominale, salvo più precise indicazioni da parte della committente o di più severe limitazioni in relazione al tipo di lampade.

Questo articolo si applica anche agli impianti di illuminazione esterna, ma secondo la norma, per quanto concerne gli impianti di illuminazione, il limite del 4% può essere aumentato al 5%.

### **Protezione contro i contatti diretti e indiretti**

#### *Protezione contro i contatti diretti*

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti.

Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate.

Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m.

#### *Protezione contro i contatti indiretti*

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente Sezione, si applicano solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purché:

- tali parti metalliche risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei

conduttori nudi di alimentazione per quanto concerne i distanziamenti di sicurezza che devono essere osservati dagli operatori in occasione di interventi sugli impianti.

Per quanto riguarda la protezione contro i contatti indiretti l'impianto in oggetto sarà realizzato tramite l'installazione di apparecchiature elettriche aventi caratteristiche di isolamento in classe 2. I cavi dovranno fare capo ad apposite morsettiere in classe 2 ed anche gli apparecchi di illuminazione devono essere, ovviamente di classe 2 (vedere figura 6).

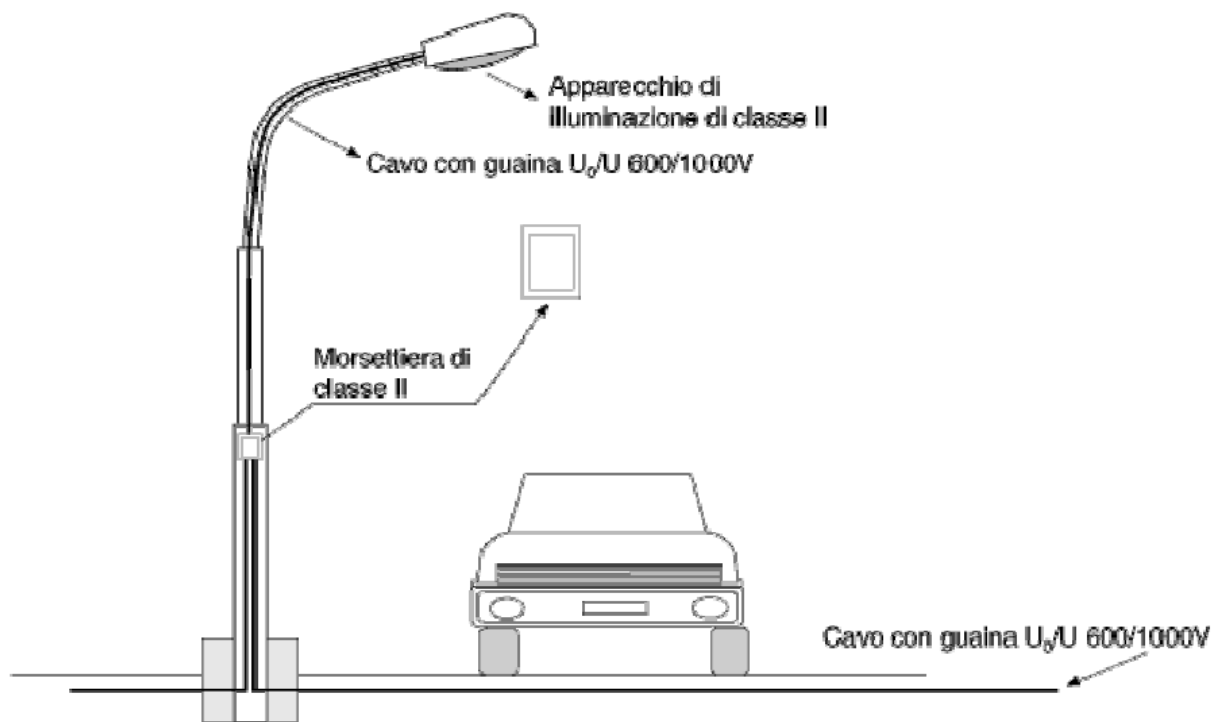


Figura 6: Condizioni per realizzare la protezione mediante doppio isolamento

### Protezione contro i fulmini

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria.

In casi particolari (es. torri faro) per la protezione dai sostegni si fa riferimento alla serie di Norme CEI EN 62305 (serie CEI 81-10).

## 14) SCELTA DEI COMPONENTI

### Generalità

Tutti i componenti dell'impianto di illuminazione pubblica devono essere scelti in modo da rispondere ai requisiti di sicurezza previsti dalle rispettive Norme CEI di prodotto ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste esistano.

In particolare i componenti costruiti in materiale ferroso devono essere zincati a caldo, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 17-6, oppure opportunamente verniciati previo idoneo trattamento antiruggine.

I cavi devono avere isolamento e guaina composti con mescole adatte alla posa in ambiente bagnato; non sono ammessi cavi senza guaina isolati in PVC, neppure se inseriti in cavidotti o all'interno dei pali (vedere Norma CEI 64-8/5).

I materiali isolanti devono avere adeguate caratteristiche di non propagazione della fiamma, non

devono essere igroscopici o strutturati in modo tale da favorire l'accumulo di acqua di condensa; non è ammesso l'uso di legno o di marmo.

### **Grado di protezione**

Tutti i componenti devono avere gradi di protezione contro l'ingresso di corpi solidi e di acqua idonei alle sollecitazioni ambientali tenendo come base quanto indicato nella seguente tabella e assegnando comunque il grado IP5X se la strada non è asfaltata o se il luogo è particolarmente polveroso.

Gradi di protezione minimi	
Applicazione	Grado di protezione
Componenti installati a 3 metri o più dal suolo in luoghi non esposti alla pioggia	IP22
Come sopra ma in luoghi esposti alla pioggia	IP23
Componenti installati a meno di 3 metri dal suolo in luoghi non esposti alla pioggia	IP43
Vano in cui è montata la lampada in apparecchi dotati di coppe di protezione	IP44
Componenti posti sotto il piano stradale	IP57

### **Apparecchi di illuminazione**

Gli apparecchi di illuminazione sono costituiti da un complesso meccanico, elettrico ed ottico che deve rispondere a requisiti di sicurezza elettrica, meccanica, termica ed a requisiti fotometrici ed estetici.

Gli aspetti relativi alla sicurezza elettrica sono oggetto della normativa CEI; in particolare gli apparecchi di illuminazione stradale rientrano nel campo di applicazione delle seguenti norme:

CEI 34-21 Fasc. 2913 Parte prima - Apparecchi di illuminazione: prescrizioni generali e prove;

CEI 34-33 Terza edizione Fasc. 2761 Parte seconda - Apparecchi di illuminazione: apparecchi di illuminazione stradale.

Gli apparecchi illuminanti impiegati per l'illuminazione in oggetto saranno del tipo arredo urbano per il tratto ciclabile/pedonale aventi le seguenti caratteristiche:

Palo a LED, con distribuzione luminosa simmetrica.

Alimentatore output fisso, elettronico a LED a 250mA. Classe II, IP66, IK09. Corpo e base: alluminio stampato a iniezione (EN AC-46100), verniciato a scelta.

Chiusura: trasparente policarbonato.

Completo di LED da 3000 a 4000K.

Potenza totale: 55 W

Flusso luminoso apparecchio: 1950 lm Efficienza apparecchio: 98 lm/W

Installato su palo conico avente altezza fuori terra di 5 o 7 m.

## **15) DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

### ***Descrizione e classificazione delle strade***

AMBITO DI APPLICAZIONE: strade urbana a traffico motorizzato.

In Ottobre 2007 è stata pubblicata dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione la norma UNI11248 a completamento delle normative europee EN 13201. Con l'approvazione della nuova norma, l'ente italiano UNI ha recepito nella sua completezza la EN 13201.

La suddetta norma va a sostituire la precedente UNI10439:2001, non più applicabile.

L'impianto di illuminazione in oggetto è costituito da diversi tratti di strada e zone di parcheggi. In mancanza del Piano regolatore Illuminazione Comunale (P.R.I.C.) siamo a classificare le strade e le zone parcheggio come di seguito riportato:

- **Tratti Stradali: Classe M5** considerando il calcolo della Luminanza, essa richiede i seguenti valori illuminotecnici:
  - o  $L \text{ cd/m}^2$  – Luminanza media del manto stradale (minima mantenuta):  $0,5 \text{ cd/m}^2$
  - o  $U_0$  – Uniformità generale (minima): 0,35
  - o  $U_1$  – Uniformità longitudinale (minima): 0,4
  - o TI – Abbagliamento (massimo): 15%
  - o EIR – Rapporto di prossimità (minimo): 0,3
- **Tratti pedonali: Classe P2** considerando il calcolo dell'illuminamento orizzontale, essa richiede i seguenti valori illuminotecnici:
  - o  $E_m$  – Illuminamento medio (minimo mantenuto): 10 lx
  - o  $E_{min}$  – Illuminamento minimo (mantenuto): 2 lx

## 16) PROVE

### *Generalità*

Prima di essere posto in esercizio l'impianto di illuminazione pubblica deve essere verificato mediante esami a vista e prove strumentali al fine di accertarne sia il buon funzionamento dell'impianto stesso che l'efficienza dei dispositivi di protezione.

*Gli esami a vista comprendono le seguenti verifiche:*

- corretta installazione dei dispositivi di sezionamento, comando e protezione contro le sovracorrenti;
- corretto coordinamento fra i dispositivi di interruzione dell'alimentazione e la resistenza del dispersore;
- resistenza ed idoneità dei collegamenti di tutte le masse all'impianto di terra mediante conduttori di protezione (PE) con particolare riguardo alla sezione dei conduttori dell'impianto di terra;
- se la protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante componenti di classe II in luogo delle ultime due verifiche si deve accertare la corretta scelta ed installazione dei componenti in modo che in ogni situazione siano realizzate le condizioni di doppio isolamento;
- resistenza di involucri protettivi idonei a realizzare i necessari gradi di protezione sia contro i contatti diretti che contro la penetrazione di corpi solidi e di acqua.

*Le prove strumentali riguardano:*

- la misura della resistenza di isolamento da terra;
- la misura della resistenza di terra;
- l'eventuale misura delle tensioni di contatto e di passo per impianti alimentati in sistema TN o a tensione superiore a 1000 V.

Per quanto riguarda la misura della resistenza di terra del dispersore valgono gli ordinari criteri applicabili agli impianti utilizzatori, compresa anche la misura della resistenza dell'anello di guasto.

### *Misura della caduta di tensione*

La verifica della caduta di tensione è effettuata analiticamente.

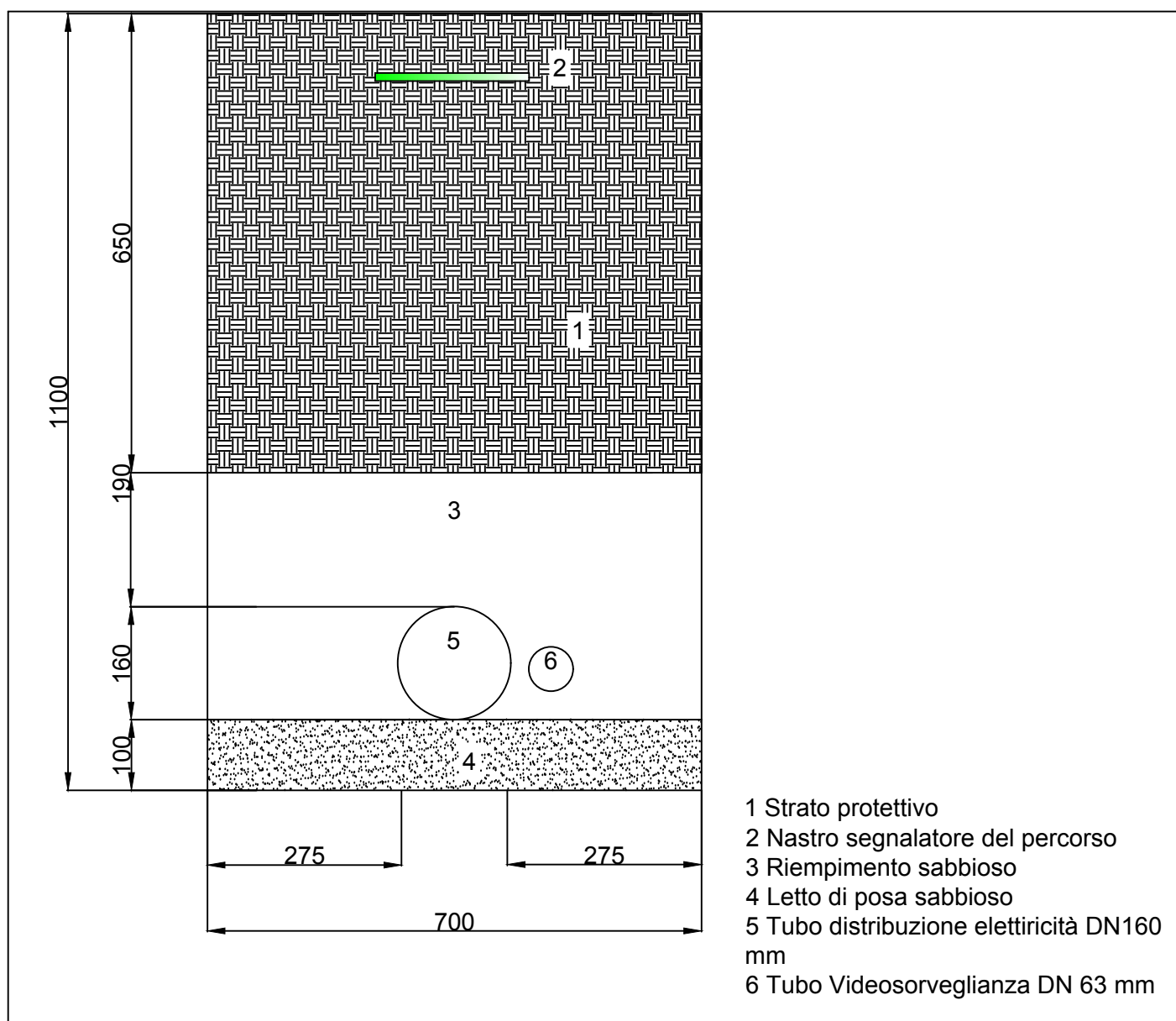
Al termine dei lavori la ditta realizzatrice dell'impianto dovrà misurare la caduta di tensione. Si dovrà verificare che ad impianto funzionante, la tensione misurata ai morsetti dell'apparecchio di illuminazione più lontano non sia inferiore al 95% della tensione contemporaneamente misurata all'origine dell'impianto a monte dell'interruttore generale.

Capaccio Peastum,

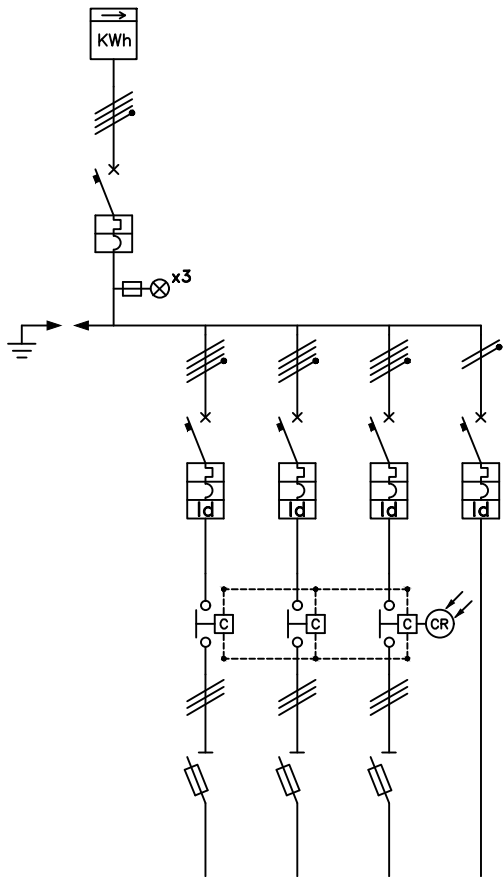
Il Tecnico

---

## IMPIANTO ELETTRICO

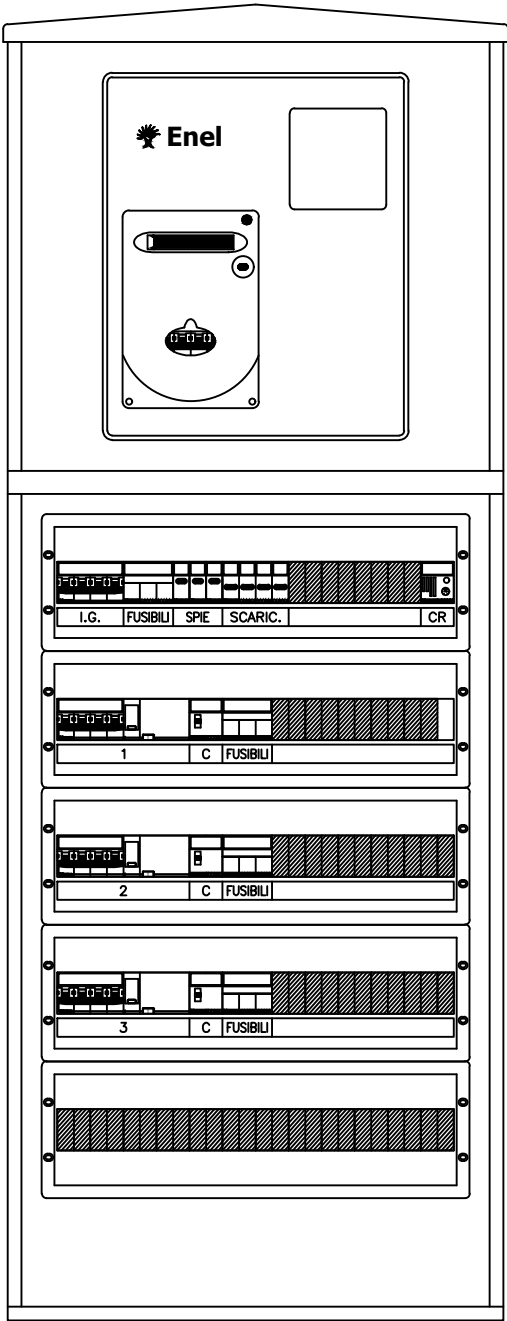


SCHEMA UNIFILARE QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE PUBBLICA



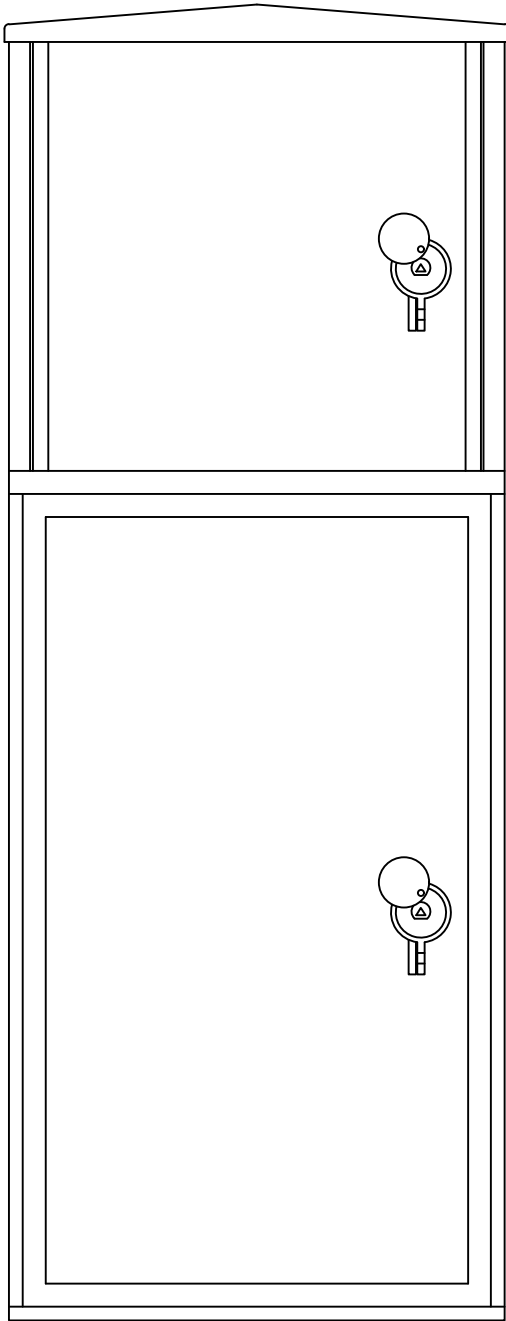
Denominazione linea		GENERALE QUADRO	LINEA 1	LINEA 2	RISERVA	LINEA AUSILIARI
Caratteristiche tecniche protezione	Riferimento quadro	I.G.	1	2	3	4
	Portata [A]	25	16	16	16	10
	Corrente differenziale [mA]		30÷3000	30÷3000	30÷3000	30
	Classe interruttore differenziale		A	A	A	A
	Potere di interruzione CEI-EN 60898 [kA]	10	10	10	10	10
Curva caratteristica di intervento		C	C	C	C	C

VISTA INTERNA



ARMADIO STRADALE IN VETRORESINA  
dim. BxHxP 540x1433x305 mm

VISTA ESTERNA



ARMADIO STRADALE IN VETRORESINA  
dim. BxHxP 540x1433x305 mm

VANO "CONTATORE"

VANO "APPARECCHIATURE"



**COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM**

**PROVINCIA DI SALERNO**

# **PROGETTO ESECUTIVO**

**Riqualificazione ambientale e messa in sicurezza  
della Fascia Litoranea – II STRALCIO**

**PUBBLICA ILLUMINAZIONE  
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI IN OPERA**

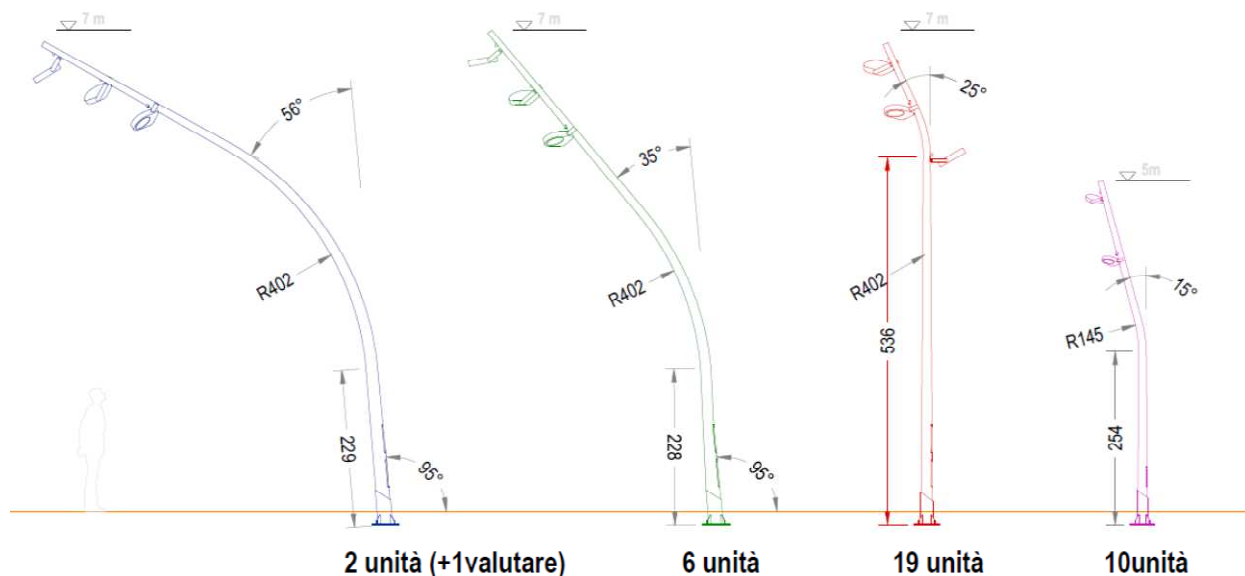
## PREMESSA

L'Amministrazione comunale di Capaccio-Paestum intende realizzare una serie di iniziative volte alla riqualificazione ambientale e alla messa in sicurezza della fascia litoranea, interessata da numerose infrastrutture ed attività turistiche che costituiscono una delle fonti economiche primarie per il territorio.

Pertanto, con Delibera di Giunta Comunale n. 176 del 05/09/2019, ha approvato lo studio di fattibilità dal titolo "Riqualificazione ambientale e messa in sicurezza della Fascia Litoranea" redatto dall'Ufficio Tecnico Comunale.

A tal fine l'amministrazione ha redatto un progetto di messa in sicurezza per pubblica utilità dell'area che include la riqualificazione della rete di illuminazione pubblica esistente nonché l'integrazione in fasce attualmente non provviste della zona del litorale. La presente relazione si riferisce al calcolo statico del plinto di fondazione per i pali della pubblica illuminazione.

Si riporta di seguito un grafico di sintesi delle tipologie di pali che saranno installati nell'ambito del suddetto progetto.



## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica delle struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

*“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

*“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*

**D.P.R. 380 del 6/06/2001:**

*“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”*

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018** (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

*“Norme tecniche per le Costruzioni”*

**Circolare 21/01/2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**

*“Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 17/01/2018”.*

## **MATERIALI ED ISTRUZIONI D'USO**

Il plinto di fondazione è utilizzato per la posa di pali d'acciaio per l'illuminazione con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica. Il manufatto è costruito interamente in calcestruzzo, un blocco monolitico nel quale è ricavato un foro per l'alloggiamento del palo di illuminazione. In esso, inoltre, è ricavato il pozzetto d'ispezione, oltre ai vari fori di collegamento.

I materiali da costruzione utilizzati sono:

- Calcestruzzo C25/30;
- Acciaio tipo B450C.

Il manufatto va posato su uno strato di magrone di livellamento (cls dosato a  $1 \div 1,5$  q/m<sup>3</sup>). Il riempimento della sezione cava attorno al plinto viene fatto con sabbia ben costipata. Nel caso in cui il manufatto interessi riporti e zone in cui il terreno è stato manomesso e pertanto con portanza ridotta, dovranno essere valutate operazioni di bonifica. Il posizionamento in scarpata non è ammesso. Per il riempimento dell'alloggiamento del palo è consigliato l'uso di malte cementizie espansive essendo stata valutata la condizione statica di incastro al piede del palo. Il plinto deve essere completamente inserito nel terreno al fine di assicurare un adeguato contrasto al ribaltamento, allo scorrimento laterale, nonché la garanzia alla sicurezza della circolazione stradale.

Va sottolineato che il funzionamento teorico del blocco deve essere seguito da una corretta esecuzione. Pertanto è necessario che dopo lo scavo e il posizionamento del manufatto che il ricoprimento del terreno ai lati avvenga con estrema cura e che sia ben costipato e rispettato il ricoprimento minimo dell'interramento; la scelta del terreno di riempimento dovrà essere selezionata e preferibilmente dovrà essere di tipo arido.

## DIMENSIONI DEL PALO PUBBLICA ILLUMINAZIONE

I pali da alloggiare sul plinto in progetto avranno le seguenti caratteristiche geometriche

- Plinto tipo 1: alloggiamento Palo h 7 inclinazione al piede 95° inclinazione sbraccio 35°
- Plinto tipo 2: alloggiamento Palo h 7 inclinazione al piede 95° inclinazione sbraccio 25°

Il montaggio è previsto con sistema di piastra e tirafondi al piede del palo.

## CARICHI DI PROGETTO

Le forze agenti sul sistema sono: il peso del plinto, il peso dell'oggetto verticale (palo, oggetto illuminante e pannello), la spinta delle terre e la pressione del vento. Le azioni sono ricavate dal capitolo 3 del D.M. 17/01/2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

1. Peso proprio del plinto
2. Peso degli oggetti verticali
3. Spinta delle terre
4. Pressione del vento

### **PESO PROPRIO DEL PLINTO**

Considerata la geometria del plinto il suo peso sarà pari a:

$$P1_{PLIN} = 1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/mc} = 84375 \text{ N}$$

$$P2_{PLIN} = 1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/mc} = 56250 \text{ N}$$

### **FORZA DEL VENTO**

#### Calcolo della pressione del vento

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_{ref} \times c_e \times c_p \times c_d \quad [N/m^2]$$

dove:

- $q_b$  = è la pressione cinetica di riferimento, in  $N/m^2$ ;
- $c_e$  = è il coefficiente di esposizione;
- $c_p$  = è il coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico;
- $c_d$  = è il coefficiente dinamico.

#### Calcolo della pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 \quad \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

dove:

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/m}^3$ ;

$V_b$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s) ed è data dall'espressione:

$$V_b = V_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

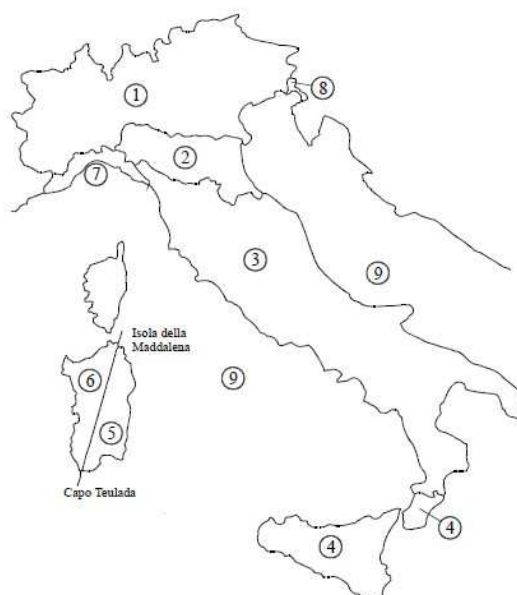
$$V_b = V_{b,0} + k_a * (a_s - a_0) \quad \text{per } a_s > a_0 \quad \text{dove:}$$

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

I valori della pressione cinetica di riferimento per ogni zona sono riportati in Tabella 5. Le zone sono illustrate in Figura:

ZONA	DESCRIZIONE	$a_0$ [m]	$V_{b,0}$ [m/s]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	1.000	25	0,010
2	Emilia Romagna	750	25	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	500	27	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	500	28	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	750	28	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	500	28	0,020
7	Liguria	1.000	28	0,015
8	Provincia di Trieste	1.500	30	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	500	31	0,020

**Tabella 5: Valori di  $a_0$ ,  $v_{b,0}$  e  $k_a$  per le varie zone.**



*Mapa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano.*

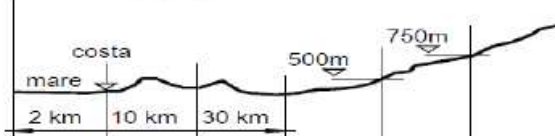
#### Calcolo del coefficiente di esposizione $c_e$

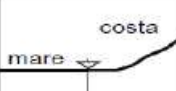
Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200$  m, esso è dato dalla formula:

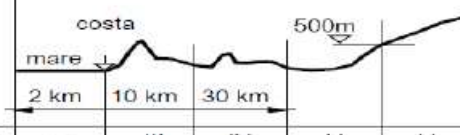
$$c_e(z) = (k_r) c_t \times \ln(z/z_0) \times (7 + c_t \times \ln(z/z_0)) \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Il coefficiente di topografia  $c_t$  è generalmente posto uguale a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. Gli altri coefficienti sono determinati dalla categoria di esposizione che a sua volta si individua data la rugosità del terreno assieme alla distanza dalla costa e dall'altitudine del sito. La suddivisione delle classi di rugosità del terreno è riportata in Tabella 2. La presenta la definizione delle categorie di esposizione, mentre la riporta I parametri per la definizione del coefficiente di esposizione.

ZONE 1,2,3,4,5					
					
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	III	IV
D	I	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5					
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1					

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

ZONA 6				
				
A	--	III	IV	V
B	--	II	III	IV
C	--	II	III	IV
D	I	I	II	III


ZONE 7,8		
		
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

Tabella 6: Definizione delle categorie di esposizione.

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,2	0,1	5
IV	0,22	0,3	8
V	0,23	0,7	12

Tabella 7: Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione.

### Calcolo del coefficiente di forma $c_p$

Il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico) è funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

Per i corpi cilindrici a sezione circolare di diametro  $d$  e altezza  $h$  (ambedue espressi in metri), i coefficienti  $c_p$  sono i seguenti:

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

per  $q = q_b$   $c_e$   $[N/m^2]$

L'azione di insieme esercitata dal vento va valutata con riferimento alla superficie proiettata sul piano ortogonale alla direzione del vento.

### Calcolo del coefficiente dinamico $c_d$

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Esso assume normalmente il valore 1.

$$c_d = 1$$

### Calcoli dell'azione del vento per un caso particolare

Sotto le seguenti ipotesi di caso particolare:

- Zona di riferimento 3;
- Classe di rugosità del terreno D;
- Distanza dalla costa compresa nei primi 10 km (categoria di esposizione II); si ottengono i valori riportati in Tabella 8.

$v_{b,0}$	27	$[m/s]$
$k_a$	0,020	$[1/s]$
$a_0$	500	$[m]$
$q_b$	455,625	$[N/m^2]$
$z_{min}$	4	$[m]$
$z_0$	0,05	$[m]$
$k_r$	0,19	
$C_d$	1	

Tabella 8: Valori di riferimento per l'azione del vento in un caso specifico.

### Calcolo della forza del vento

La forza del vento è considerata parallela al terreno e si può scomporre come agente sui rispettivi baricentri di palo e oggetto illuminante. Il palo viene ancora considerato come scomposto in quattro zone che presentano aree diverse, a seconda del loro crescente diametro,

all'esposizione del vento. I pali si intendono assimilati per il calcolo di tale coefficiente considerando a vantaggio della sicurezza il palo tipo 1.

**Forza del vento sul palo cilindrico:**

Altezza z [m]	Pressione del vento p(z) [N/m <sup>2</sup> ]	Diametro palo d (z) [mm]	Forza del vento F <sub>v</sub> palo (z) [N]
z = 7,50	637,48	184,0	803,25

Tabella 9: Azione del vento sul palo rastremato, caso particolare.

Dove il diametro scelto per ogni sezione è quello medio, di conseguenza anche l'area esposta al vento è quella media per ogni sezione.

**Calcoli dell'azione del vento per zone e categorie di esposizione**

In si riportano i calcoli per determinare le forze orizzontali a diverse altezze per ogni zona e per ciascun coefficiente di esposizione al sito.

ZONA	vb,0	qb	CAT. ESPOSIZIONE	kr	z0	zmin	z1	z1m	ce(z)	d med (z)	q	cp	p
	[m/s]	[N/m <sup>2</sup> ]			[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[N/m <sup>2</sup> ]		[N/m <sup>2</sup> ]
3	27	455,625	I	0,17	0,01	2	3,75	1,875	1,883	0,253	858,00	0,70	600,60
						2	7,5	5,625	2,440	0,202	1.111,68	0,70	778,18
						2	11,25	9,375	2,738	0,151	1.247,39	0,70	873,17
						2	15	13,125	2,942	0,1	1.340,53	0,82	1099,33
			II	0,19	0,05	4	3,75	1,875	1,801	0,253	820,37	0,70	574,26
						4	7,5	5,625	1,999	0,202	910,68	0,70	637,48
						4	11,25	9,375	2,311	0,151	1.053,15	0,70	737,21
						4	15	13,125	2,528	0,1	1.151,68	0,89	1025,54
			III	0,2	0,1	5	3,75	1,875	1,708	0,253	777,99	0,70	544,59
						5	7,5	5,625	1,778	0,202	810,06	0,70	567,05
						5	11,25	9,375	2,096	0,151	955,02	0,70	668,52
						5	15	13,125	2,317	0,1	1.055,70	0,93	980,19
			IV	0,22	0,3	8	3,75	1,875	1,634	0,253	744,59	0,70	521,21
						8	7,5	5,625	1,634	0,202	638,36	0,70	521,21
						8	11,25	9,375	1,740	0,151	679,52	0,75	592,68
						8	15	13,125	1,971	0,1	769,98	1,05	945,90
			V	0,23	0,7	12	3,75	1,875	1,479	0,253	674,04	0,70	471,83
						12	7,5	5,625	1,479	0,202	674,04	0,70	471,83
						12	11,25	9,375	1,479	0,151	674,04	0,75	506,85
						12	15	13,125	1,540	0,1	701,63	1,09	762,22

Tabella 10: Determinazione dell'azione del vento per zona e classe di esposizione al sito.

## SOLELCITAZIONI E VERIFICHE DEL PLINTO

### MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato														
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	C <sub>Erid</sub>	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	γ <sub>c</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	n Ac
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
<b>Cls C25/30_B450C - (C25/30)</b>														
002	25 000	0,000010	31 447	13 103	60	P	30,00	-	0,85	1,50	14,11	1,19	3,07	003

#### LEGENDA:

N <sub>id</sub>	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ <sub>k</sub>	Peso specifico.
α <sub>T, i</sub>	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C <sub>Erid</sub>	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E <sub>sisma</sub> = E·C <sub>Erid</sub> ].
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica cubica.
R <sub>cm</sub>	Resistenza media cubica.
%R <sub>ck</sub>	Percentuale di riduzione della R <sub>ck</sub>
γ <sub>c</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f <sub>cd</sub>	Resistenza di calcolo a compressione.
f <sub>ctd</sub>	Resistenza di calcolo a trazione.
f <sub>cfm</sub>	Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																	
N <sub>id</sub>	γ <sub>k</sub>	α <sub>T, i</sub>	E	G	Stz	LMT	f <sub>yk</sub>	f <sub>tk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>td</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>	γ <sub>M3,SLV</sub>	γ <sub>M3,SLE</sub>	γ <sub>M7</sub>	N <sub>Cnt</sub>
	[N/m <sup>3</sup> ]	[1/°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]							Cnt
S235 - Acciaio per Profilati - (S235)																	
001	78 500	0,000012	210 000	80 769	P	40	235,00	360,00	-		1,05	1,05	1,25	-	-	-	-
						80	215,00	360,00	-								
Acciaio B450C - Acciaio in Tondini - (B450C)																	
003	78 500	0,000010	210 000	80 769	P	-	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-	-

#### LEGENDA:

N <sub>id</sub>	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ <sub>k</sub>	Peso specifico.
α <sub>T, i</sub>	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
LMT	Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti)
f <sub>yk</sub>	Resistenza caratteristica allo snervamento
f <sub>tk</sub>	Resistenza caratteristica a rottura
f <sub>yd</sub>	Resistenza di calcolo
f <sub>td</sub>	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
γ <sub>s</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
γ <sub>M1</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
γ <sub>M2</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
γ <sub>M3,SLV</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
γ <sub>M3,SLE</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
γ <sub>M7</sub>	Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.
NOTE	[-] = Parametro non significativo per il materiale.

### TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali			
Materiale	SL	Tensione di verifica	σ <sub>d,amm</sub>
			[N/mm <sup>2</sup> ]

#### LEGENDA:

SL	Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.
σ <sub>d,amm</sub>	Tensione ammissibile per la verifica.

## CARICHI SUI PALO ILLUMINAZIONE

													Carichi sui pilastri		
TC	C	CC	SR	Dis <sub>i</sub>	F <sub>X,i</sub> /Q <sub>X,i</sub>	F <sub>Y,i</sub> /Q <sub>Y,i</sub>	F <sub>Z,i</sub> /Q <sub>Z,i</sub>	M <sub>X,i</sub> /M <sub>T,i</sub>	M <sub>Y,i</sub>	M <sub>Z,i</sub>	Dis <sub>f</sub>	Q <sub>X,f</sub>	Q <sub>Y,f</sub>	Q <sub>Z,f</sub>	M <sub>T,f</sub>
				[m]	[N;N/m]	[N;N/m]	[N;N/m]	[N;m;N-m/m]	[N-m;N-m/m]	[N-m;N-m/m]	[m]	[N/m]	[N/m]	[N/m]	[N-m/m]
Palo tipo 1													Peso proprio		-178
Palo tipo 2													Peso proprio		-123

### LEGENDA:

<b>TC</b>	Descrizione del tipo di carico: [L] = Lineare - [C] = Concentrato - [S] = Superficiale - [T] = Termico.
<b>C</b>	Descrizione del carico:
<b>CC</b>	Identificativo della tipologia di carico nella relativa tabella.
<b>SR</b>	Identificativo del sistema di riferimento considerato: [G] = Sistema di riferimento Globale X, Y, Z - [L] = Sistema di riferimento Locale 1, 2, 3.
<b>Dis<sub>i</sub></b>	Distanza del punto "i" dall'estremo inferiore dell'elemento. Il punto "i", in relazione alla descrizione riportata nella colonna "TC" ("Lineare" o "Concentrato"), indica rispettivamente il punto iniziale del tratto interessato dal carico distribuito o in cui è posizionato il carico concentrato.
<b>M<sub>X,i</sub>/M<sub>T,i</sub></b>	Se nella colonna "TC" è riportato "Concentrato", è il valore del vettore momento concentrato collocato nel punto "i", riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R.". Se nella colonna "TC" è riportato "Lineare", è il valore nel punto "i", del vettore momento (torcente) distribuito sempre riferito all'asse 1 (asse dell'elemento) del sistema di riferimento locale 1, 2, 3, quale che sia il sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R".
<b>Dis<sub>f</sub></b>	Distanza del punto "f" dall'estremo inferiore dell'elemento. Il punto "f" indica il punto finale del tratto interessato dal carico distribuito.
<b>M<sub>T,f</sub></b>	Se nella colonna "TC" è riportato "Lineare", è il valore nel punto "f", del vettore momento (torcente) distribuito sempre riferito all'asse 1 (asse dell'elemento) del sistema di riferimento locale 1, 2, 3, quale che sia il sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R".
<b>F<sub>X,i</sub>/Q<sub>X,i</sub></b>	Valore (nel punto "i") della forza concentrata/distribuita riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R".
<b>F<sub>Y,i</sub>/Q<sub>Y,i</sub></b>	
<b>F<sub>Z,i</sub>/Q<sub>Z,i</sub></b>	
<b>M<sub>Y,i</sub>, M<sub>Z,i</sub></b>	Valore (nel punto "i") del vettore momento concentrato riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R".
<b>Q<sub>X,f</sub>, Q<sub>Y,f</sub></b>	Valore (nel punto "f") della forza distribuita riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "S.R".
<b>Q<sub>Z,f</sub></b>	
<b>ΔT<sub>1</sub>, ΔT<sub>2</sub>, ΔT<sub>3</sub></b>	Variazione di temperatura rispettivamente lungo gli assi 1, 2 o 3 del sistema locale.

## PLINTI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLO SLU (Fondazione)

Plinti - Sollecitazioni e verifiche														
Id <sub>pil</sub>	Lv	Soll. Plinto Basso					Soll. Plinto Alto			A <sub>s,s</sub>	A <sub>s,i</sub>	A <sub>s,pz</sub>	CS <sub>f</sub>	CS <sub>pz</sub>
		N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,X</sub>	M <sub>Ed,Y</sub>	V <sub>Ed,X</sub>	V <sub>Ed,Y</sub>	Di <sub>r</sub>	Cmp.	Trz.					
		[N]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]		[N]	[N]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]		
001	Fondazione	110381	11272	11272	0	0	A	-	-	45,24	45,24	0,00	NS	VNR
							B	-	-	45,24	45,24	0,00	NS	VNR
001	Fondazione	73587	7515	7515	0	0	A	-	-	45,24	45,24	0,00	NS	VNR
							B	-	-	45,24	45,24	0,00	NS	VNR

### LEGENDA:

<b>Id<sub>pil</sub></b>	Identificativo della pilastrata cui il plinto è collegato.
<b>Lv</b>	Livello o piano di appartenenza dell'elemento strutturale.
<b>A<sub>s,s</sub></b>	Armatura superiore esecutiva nella direzione A/B.
<b>A<sub>s,i</sub></b>	Armatura superiore esecutiva nella direzione A/B.
<b>A<sub>s,pz</sub></b>	Armatura a punzonamento esecutiva in direzione A/B.
<b>CS<sub>f</sub></b>	Coefficiente di sicurezza relativo all'armatura a flessione nella direzione A/B ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100).
<b>CS<sub>pz</sub></b>	Coefficiente di sicurezza per punzonamento ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).
<b>N<sub>Ed</sub></b>	Sollecitazioni di progetto.
<b>M<sub>Ed,X</sub></b>	
<b>M<sub>Ed,Y</sub>, V<sub>Ed</sub></b>	
<b>V<sub>Ed,X</sub></b>	
<b>Cmp., Trz.</b>	Componenti di compressione e di trazione del modello strut and tie nelle direzioni A e B

## VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU (Fondazione)

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																
Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>X</sub>	L <sub>Y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Plinto 1	11,95	1,80	1,80	0,00	1,65	-	NON Coesivo	1,77	0,00	0,74	23,18	35,49	30,21	0,053	0,632	NO
Plinto 2	11,95	1,80	1,80	0,00	1,15	-	NON Coesivo	1,17	0,00	0,53	23,18	35,49	30,21	0,027	0,451	NO

### LEGENDA:

<b>Id<sub>Fnd</sub></b>	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b>L<sub>X/Y</sub></b>	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
<b>R<sub>tz</sub></b>	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
<b>Z<sub>p.cmp</sub></b>	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
<b>Z<sub>Fid</sub></b>	Profondità della falda dal piano campagna.
<b>Cmp T</b>	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
<b>C.</b>	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
<b>Terzaghi</b>	
<b>Q<sub>Ed</sub></b>	Carico di progetto sul terreno.
<b>Q<sub>Rd</sub></b>	Resistenza di progetto del terreno.
<b>R<sub>f</sub></b>	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO (Fondazione)

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N <sub>Ed</sub> [N]	M <sub>Ed</sub> [N-m]	V <sub>Ed</sub> [N]	F <sub>RD1</sub> [N]	F <sub>RD2</sub> [N]	F <sub>RD3</sub> [N]	F <sub>RD</sub> [N]	CS
Plinto 1	B	110 380	2	0	62703	0	42721	105424	NS
	L	110 380	-35 415	0	62703	0	42721	105424	NS
Plinto 2	B	73 587	1,34	0	41384	0	28196	63257	NS
	L	73 587	-23 374	0	41384	0	28196	63257	NS

### LEGENDA:

<b>Elm</b>	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
<b>Dir</b>	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
<b>F<sub>RD1</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
<b>F<sub>RD2</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
<b>F<sub>RD3</sub></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
<b>F<sub>RD</sub></b>	Resistenza allo scorrimento.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b>N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>, V<sub>Ed</sub></b>	Sollecitazioni di progetto.

## GEOTECNICA - CALCOLO DEI CEDIMENTI (Fondazione)

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti – Palo 1						
Id <sub>w</sub>	N <sub>PS</sub>	N <sub>id</sub>	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Pressione del Vento (+X) * 1</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Pressione del Vento (+X) * 0.2</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Geotecnica - Calcolo dei cedimenti– Palo 2						
Id <sub>w</sub>	N <sub>PS</sub>	N <sub>id</sub>	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Pressione del Vento (+X) * 1</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Pressione del Vento (+X) * 0.2</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1</b>						
C0001	00001	1	0,00	0,00	0,00	0,00

### LEGENDA:

<b>Id<sub>w</sub></b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>N<sub>PS</sub></b>	Numero identificativo del Punto Significativo.
<b>N<sub>id</sub></b>	Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto).
	[*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.
<b>W<sub>ed</sub></b>	Cedimento edometrico.
<b>W<sub>0</sub></b>	Cedimento istantaneo.
<b>W<sub>c</sub></b>	Cedimento di consolidazione.
<b>W<sub>f</sub></b>	Cedimento finale.

## VERIFICA A RIBALTAMENTO

La verifica al ribaltamento viene effettuata valutando il rapporto tra momento ribaltante ed il momento stabilizzante, che deve essere superiore al fattore di sicurezza 1,5. La verifica viene effettuata a quota piano di posa del plinto.

Il momento stabilizzante è dato dal peso del palo, dalla spinta passiva del terreno e dal peso del plinto.

L'azione instabilizzante è costituita dal vento incidente lungo la superficie cilindrica del palo, che investe anche i corpi illuminanti.

Il momento ribaltante è somma di tre componenti:

1. la prima data dal vento incidente lungo il fusto curvilineo del palo, che viene considerato come una forza applicata alla metà dell'altezza del palo:

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$M_{R,1} = 803,25 \text{ N} \times 3,50 \text{ m} = 2811 \text{ Nm}$	$M_{R,1} = 803,25 \text{ N} \times 3,50 \text{ m} = 2811 \text{ Nm}$

2. la seconda data dal peso della parte eccentrica del palo, che curva in alto sbracciando fino a 5,13 m dall'incastro al piede per il palo tipo 1 e 1,5 per il palo tipo 2. Viene quindi considerato un momento pari al peso del palo (amplificato) per il "braccio" ovvero la distanza tra il baricentro di tale porzione di palo ed il punto di incastro:

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$M_{R,2} = 3300 \text{ N} \times 1,50 \times 2,50 \text{ m} = 12000 \text{ Nm}$	$M_{R,2} = 1850 \text{ N} \times 1,50 \times 0,75 \text{ m} = 3000 \text{ Nm}$

3. la terza è data dal peso dei corpi illuminanti, fissati in posizione eccentrica rispetto al plinto:

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$M_{R,3} = 150 \text{ N} \times 5,00 \text{ m} = 750 \text{ Nm}$	$M_{R,3} = 150 \text{ N} \times 1,50 \text{ m} = 225 \text{ Nm}$

Pertanto il momento ribaltante ( $M_R$ ) è pari a:

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$M_R = 15600 \text{ Nm}$	$M_R = 3000 \text{ Nm}$

L'azione stabilizzante che si oppone a quella ribaltante, a vantaggio di sicurezza è stata considerata quella derivante dal solo peso del plinto di fondazione, di dimensioni

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$1,50 \times 1,50 \times 1,50 \text{ m}$	$1,50 \times 1,50 \times 1,00 \text{ m}$

Considerato pertanto il peso del plinto pari a 84375 N per palo tipo 1 e 56250 N per palo tipo 2, ed il braccio tra il baricentro del plinto ed il punto di rotazione pari a 0,75 m e 0,25 si otterrà che il momento stabilizzante sarà pari a:

<i>Palo 1</i>	<i>Palo 2</i>
$M_S = 84375 \text{ N} \times 0,75 \text{ m} = 63281 \text{ Nm}$	$M_S = 56250 \text{ N} \times 0,25 \text{ m} = 1406 \text{ Nm}$

Pertanto visto che  $M_S > 1,50 \times M_R$ , la verifica è soddisfatta.

## ***RELAZIONE SUI MATERIALI***

*ai sensi dell'art. 4b della legge n° 1086/71 e NTC 17/01/2018 - Capitolo 11 -*

### ***PREMESSA***

La presente relazione dà le disposizioni riguardanti le caratteristiche dei materiali, la loro confezione e il loro impiego nell'esecuzione dei plinti per i pali della pubblica illuminazione da eseguire nell'ambito della riqualificazione ambientale della fascia litoranea del Comune di Capaccio.

Nelle strutture in calcestruzzo realizzate in opera, tutti i materiali corrisponderanno alle prescrizioni di legge, saranno delle migliori qualità e sottoposti a prove presso Istituti autorizzati dalla legge, onde ottenere la massima garanzia sulla stabilità dell'opera.

L'esito favorevole delle prove non assolverà l'esecutore ed il Committente da qualsiasi responsabilità, nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungessero nelle opere i prescritti requisiti. Le caratteristiche dei materiali impiegati ed i relativi valori delle resistenze di progetto sono riportati di seguito.

### ***CALCESTRUZZO***

#### ***LEGANTI***

Nelle opere in progetto devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), rilasciato da un organismo Europeo notificato, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595.

Viene escluso l'impiego dei cementi alluminosi.

#### ***AGGREGATI***

Sono idonei alla produzione del calcestruzzo previsto in progetto per uso strutturale gli aggregati naturali o di frantumazione conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620. Gli aggregati devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

## **ACQUA**

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. La norma di riferimento è la UNI EN 1008:2003. Gli eventuali additivi dovranno essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

## **IMPASTI**

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. **Pertanto, viene richiesta la fornitura calcestruzzo a prestazione garantita.**

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in progetto.

In tutti gli impasti gli inerti, sia di cava che di fiume, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanza organiche, limose ed argillose, di gesso e altre sostanze nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia ed il pietrisco devono essere granulometricamente bene assortiti, avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, e comunque non superiori a 3 cm.

Nelle formazioni degli impasti i vari componenti devono risultare intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa e durante il getto si dovrà procedere ad idonea azione di vibratura.

Resta alla discrezione della Direzione Lavori modificare gli impasti prescritti per rientrare comunque nella richiesta resistenza caratteristica del conglomerato, come pure ricorrere all'uso di additivi.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di disgregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto e la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0° C., salvo il ricorso ad opportune cautele.

### **PRESTAZIONI RICHIESTE IN PROGETTO**

*Calcestruzzo C25/30 ( $R_{ck}$  25 N/mm<sup>2</sup>)*

• resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 249 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza di calcolo per tensioni normali	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / \gamma_c = 141.1 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza a trazione caratteristica	$f_{ctk} = 0.7 \times 0.3 f_{ck}^{2/3} = 17.9 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 11.9 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctd} = 1.2 f_{ctd} = 14.3 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza di calcolo per aderenza	$f_{bd} = 2.25 f_{ctd} = 26.8 \text{ daN/cm}^2$
• resistenza di calcolo per aderenza in zona tesa	$f_{bd,t} = f_{bd} / 1.5 = 17.9 \text{ daN/cm}^2$
• modulo elastico:	$E_c = 314472 \text{ daN/cm}^2$
• coefficiente di dilatazione termica:	$\alpha_c = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

### **COMPOSIZIONE INDICATIVA DELLA MISCELA**

Viene riportata, a scopo puramente indicativo essendo previsto in progetto l'impiego calcestruzzo a prestazione garantita, una possibile composizione della miscela:

- ✓ Tipo di aggregati: frantumati
- ✓ Natura degli aggregati: calcarei
- ✓ Aggregati lavati: SI
- ✓ Diametro massimo degli aggregati: 30 mm
- ✓ Classe di esposizione: XC2 – per opere in fondazione e/o contro-terra
- ✓ Classe di consistenza: S4
- ✓ Classe di cemento: 42.5R Italcementi
- ✓ Dosaggio cemento: *min.* 300 kg/mc
- ✓ Rapporto acqua/cemento: 0.50

### **CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO**

Il controllo di qualità del conglomerato ha lo scopo di accertare che il conglomerato realizzato abbia la resistenza caratteristica non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- a) Studio preliminare di qualificazione.

Serve per determinare, prima dell'inizio delle opere, la resistenza del conglomerato. Dovrà essere verificato che il conglomerato abbia resistenza caratteristica non inferiore a quella richiesta dal progetto.

b) Controllo di accettazione.

Riguarda il controllo del conglomerato durante l'esecuzione delle opere.

c) Prove complementari.

Sono prove da eseguire, ove necessario, a completamento delle precedenti prove.

### ***PRELIEVO DEI CAMPIONI***

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato. Il Direttore dei Lavori potrà prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella UNI 6127; in particolare per la stagionatura vale quanto indicato nel punto 4.1.1. di detta norma.

Per la forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo e le relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme UNI 6130/1a (settembre 1980) e UNI 6130/2a (settembre 1980) limitatamente ai provini per le prove di resistenza a compressione.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella UNI 6132 (febbraio 1972).

### **VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA.**

Prima dell'inizio della costruzione di un'opera, il costruttore dovrà valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato. Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite o di valutazioni statistiche, o dell'uno e dell'altro criterio. Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

## **ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

L'acciaio per cemento armato previsto in progetto risulta di tipo B450C cui corrispondono i seguenti requisiti prestazionali:

✓ • tensione di snervamento nominale:	450 N/mm <sup>2</sup>
✓ • tensione di rottura nominale:	540 N/mm <sup>2</sup>
✓ • tensione caratteristica di snervamento:	>450 N/mm <sup>2</sup>
✓ • tensione caratteristica di rottura:	>540 N/mm <sup>2</sup>
✓ • valore caratteristico del rapporto rottura/snervamento:	>1.15
✓ • valore caratteristico del rapporto rottura/snervamento:	<1.35
✓ • rapporto caratteristico tensione di snervamento/nominale:	<1.25
• allungamento caratteristico:	>7.5%

**Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferendosi al tipo di armatura di che trattasi e devono essere marchiate.**

Fermo restando quanto sopra, la Direzione Lavori effettuerà i controlli in cantiere previsti dalla normativa vigente.

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

# 1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

## 2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018** (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5) Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica"** - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

## 3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

### 3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

### TERRENI

										Terreni
N <sub>TRN</sub>	$\gamma_t$	K <sub>1</sub>			$\phi$	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	A <sub>S-B</sub>
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
<b>Sabbia argillosa mediamente consolidata</b>										
T001	18 000	60	60	200	32	0,000	0,000	60	0	0,000

#### LEGENDA:

**N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo del terreno.

**$\gamma_t$**  Peso specifico del terreno.

**K<sub>1</sub>** Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K<sub>1X</sub>), Y (K<sub>1Y</sub>), e Z (K<sub>1Z</sub>).

Terreni										
N <sub>TRN</sub>	$\gamma_t$	K <sub>1</sub>			$\phi$	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	A <sub>S-B</sub>
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
$\phi$	Angolo di attrito del terreno.									
c <sub>u</sub>	Coesione non drenata.									
c'	Coesione efficace.									
E <sub>d</sub>	Modulo edometrico.									
E <sub>cu</sub>	Modulo elastico in condizione non drenate.									
A <sub>S-B</sub>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.									

**NB:** Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite ( $q_{lim}$ ) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato}, i) \cdot \text{Spessore} (\text{strato}, i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con  $i = 1, \dots, n$  (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

## 3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

## 3.3 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

# 4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

## 4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

# 5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette – plinto isolato.

# 6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;  
 $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni** [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno** [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_\phi$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_y$	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

## 6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

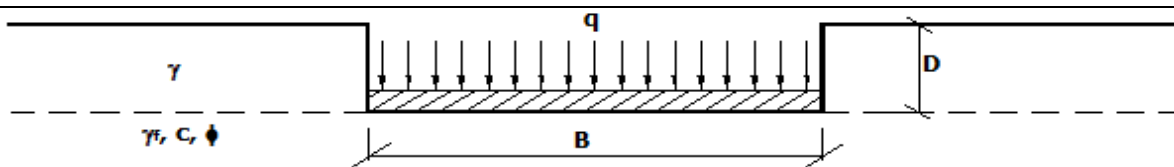
in cui:

- c = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- q =  $\gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;
- $\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;
- D = profondità del piano di posa della fondazione;
- B' = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);
- L = lunghezza della fondazione;
- $\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- $N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;
- s, d, i, g, b,  $\Psi$ , r = coefficienti correttivi.

**NB:** Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$$\begin{aligned} B' &= B - 2 \cdot e_B & e_B &= \text{eccentricità parallela al lato di dimensione B;} \\ L' &= L - 2 \cdot e_L & e_L &= \text{eccentricità parallela al lato di dimensione L;} \\ & & & \text{con } B' \leq L'. \end{aligned}$$

dove:



### Calcolo dei fattori $N_c$ , $N_q$ , $N_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0$ , $\phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0$ , $\phi \neq 0$ )
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$k_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$  è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

$\phi$  = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$\omega$  = angolo di inclinazione del piano campagna.

### Calcolo dei fattori di forma $s_c$ , $s_q$ , $s_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0$ , $\phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0$ , $\phi \neq 0$ )
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con  $B'/L' < 1$ .

### Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa $d_c$ , $d_q$ , $d_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg \left( \frac{D}{B'} \right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0$ , $\phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0$ , $\phi \neq 0$ )
$d_c = 1 + 0.4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

### Calcolo dei fattori di inclinazione del carico $i_c$ , $i_q$ , $i_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$$

se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

se la forza H forma un angolo  $\theta$  con la direzione longitudinale della fondazione

Terreni coesivi ( $c \neq 0$ , $\phi = 0$ )	Terreni incoerenti ( $c = 0$ , $\phi \neq 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0$ , $\phi \neq 0$ )
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$

$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;

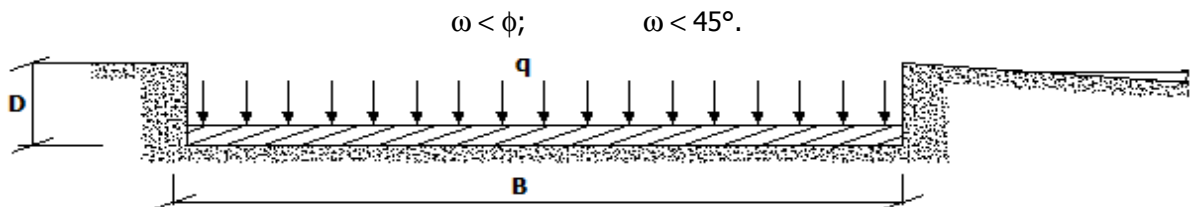
V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna $b_c$ , $b_q$ , $b_\gamma$

Indicando con  $\omega$  la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

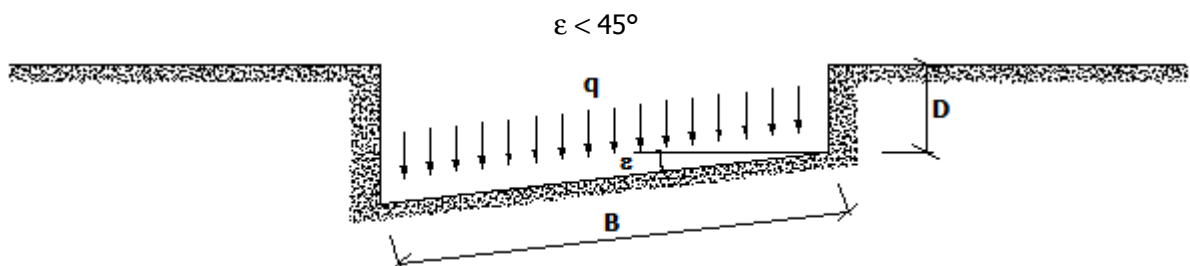


### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa $g_c$ , $g_q$ , $g_\gamma$

Indicando con  $\varepsilon$  la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



### Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\psi_c$ , $\psi_q$ , $\psi_\gamma$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E = modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

$\nu$  = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

$\sigma$  = tensione litostatica alla profondità  $D + B/2$ .

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento  $\Psi_c$ ,  $\Psi_q$ ,  $\Psi_\gamma$  sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidezza  $I_r$  si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[ \left( 3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cot \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0$ , $\phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0$ , $\phi \neq 0$ )
$\Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0.6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\Psi_q = 1$	$\Psi_q = e^{\left\{ \left( 0.6 \frac{B'}{L'} - 4.4 \right) \tan \phi + \frac{3.07 \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\Psi_\gamma = 1$	$\Psi_\gamma = \Psi_q$

### Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di  $B$  porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione  $r_\gamma$ :

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente  $r_\gamma$  al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
$r_\gamma$	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto  $D/B$  basso, caso nel quale il termine " $B \cdot N_\gamma$ " è predominante.

### Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

$c_u$  = coesione non drenata;

$\gamma_{sat}$  = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

**N.B.:** Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito  $\phi$  sia nullo ( $\phi = 0$ ).

### Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $Q_{d,Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza  $R_d$ , ossia il rapporto fra il carico limite  $q_{lim}$  (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia  $Q_{Ed}$  e  $Q_{d,Rd}$  è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per  $N_q$** ", "**per  $N_c$** " e "**per  $N_\gamma$** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot Z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot Z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot C_\gamma$$

## VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																
Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fld</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Plinto	11,95	1,80	1,80	0,00	1,65	-	NON Coesivo	1,77	0,00	0,74	23,18	35,49	30,21	0,053	0,632	N O

### LEGENDA:

<b>Id<sub>Fnd</sub></b>	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b>L<sub>x/y</sub></b>	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
<b>R<sub>tz</sub></b>	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
<b>Z<sub>p.cmp</sub></b>	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
<b>Z<sub>Fld</sub></b>	Profondità della falda dal piano campagna.
<b>Cmp T</b>	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
<b>C.</b>	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
<b>Terzaghi</b>	
<b>Q<sub>Ed</sub></b>	Carico di progetto sul terreno.
<b>Q<sub>Rd</sub></b>	Resistenza di progetto del terreno.
<b>R<sub>f</sub></b>	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

# PIANO DI MANUTENZIONE

*NTC 17/01/2018 - Capitolo 10 -*

Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, secondo il D.P.R. 554/99 e le N.T.C. 2018.

Il manuale d'uso, il manuale di manutenzione ed il programma di manutenzione previsti dal decreto legislativo vengono sviluppati tenendo anche in considerazione i criteri dettati dalle norme *UNI*.

1. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi:

- a) il manuale d'uso;
- b) il manuale di manutenzione;
- c) il programma di manutenzione;

Trattandosi nel caso specifico della progettazione di opere di fondazione con struttura in cemento armato, nel seguito si farà riferimento a questa particolare tipologia di opera, fornendo le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione edile.

## MANUALE D'USO

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

**Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:**

### **Collocazione**

L'intervento in esame prevede la costruzione di un plinto di fondazione per palo della pubblica illuminazione ubicato nel Comune di Capaccio (Sa). Riguardo alla tipologia delle opere, si è scelto di realizzare un plinto di fondazione isolato.

### **Descrizione**

Le opere di fondazione hanno la funzione garantire l'interfaccia tra la sovrastruttura ed il terreno di fondazione, ripartendo i carichi su quest'ultimo.

La scelta della tipologia di fondazione adottata è stata effettuata secondo dei requisiti di funzionalità e delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità, di quella dei materiali di riporto, e delle fasi costruttive.

E' necessario che sia garantita la sicurezza, dell'opera con adeguati margini di sicurezza, nelle diverse combinazioni di carico delle azioni.

### **Rappresentazione grafica**

Per i dettagli tecnici fare riferimento alle tavole allegate.

### **Modalità di uso corretto**

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessun motivo. Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie, come presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti, fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

## **MANUALE DI MANUTENZIONE**

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio. **Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:**

### **Risorse necessarie per l'intervento manutentivo**

Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

### **Livello minimo delle prestazioni**

Le strutture in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da garantire la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo. Gli elementi strutturali non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali. Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

### **Anomalie riscontrabili:**

**Cedimenti:** cedimenti dovute a cause diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

**Fessurazioni:** presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore dell'elemento strutturale, e comportare lo spostamento reciproco delle parti.

**Umidità:** presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare con comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

**Erosione superficiale:** asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa.

Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

**Esposizione dei ferri di armatura:** distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.

**Patina biologica:** strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

#### **Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente**

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile. In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

#### **Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato**

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà consultare tecnici qualificati, per effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture.

Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.

### **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o programmate al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

**Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:**

#### **Sottoprogramma delle Prestazioni**

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

## **Stabilità**

Le opere di fondazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza. Deve essere assicurata la stabilità rispetto a tutti i meccanismi di stato limite, quali, scorrimento sul piano di posa, ribaltamento, rottura per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, stabilità globale del complesso fondazione-terreno.

Le strutture di fondazione devono essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti, dovuti all'azione di sollecitazioni agenti.

I cedimenti al di sotto della fondazione dell'opera devono essere controllati, considerando un adeguato spessore di terreno.

## **Sottoprogramma dei Controlli**

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera.

### **Controllo della integrità delle opere in c.a.**

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Frequenza del controllo: annuale.

### **Verifica dello stato del calcestruzzo**

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuato controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. Frequenza del controllo: annuale.

### **Controlli strutturali dettagliati**

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (vento, ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

### **Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione**

Il sotto programma degli interventi di manutenzione, riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Nel caso delle opere di fondazione si prevedono i seguenti interventi:

#### **Interventi sull'opera**

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari.

Frequenza del controllo: all'occorrenza.

#### **Consolidamento dell'opera**

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea.

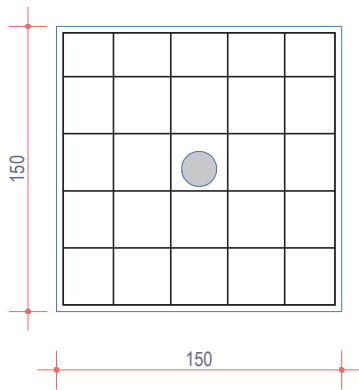
Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione sono sottoposti a cura del direttore dei lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.

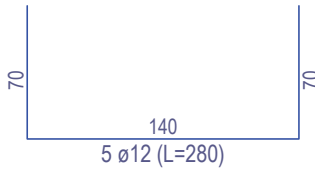
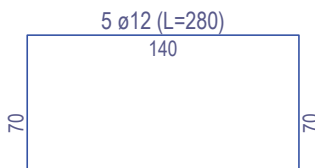
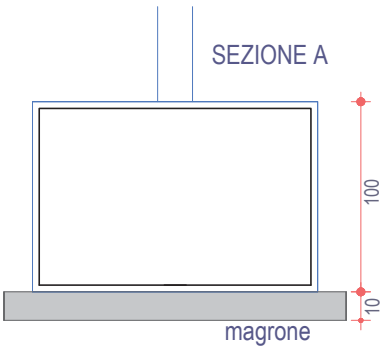
# PLINTO PALO 7 m - INCLINAZIONE 5°

Fondazione

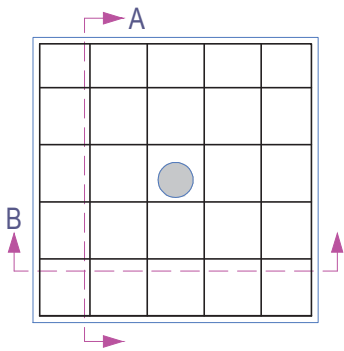
Armatura  
SUPERIORE



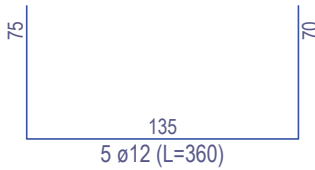
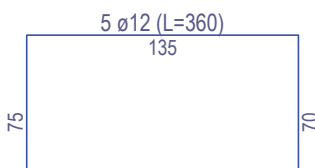
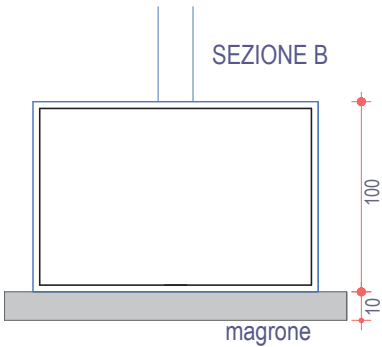
SEZIONE A



Armatura  
INFERIORE



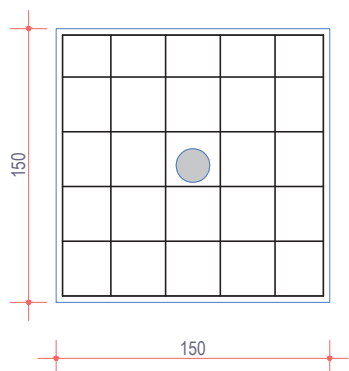
SEZIONE B



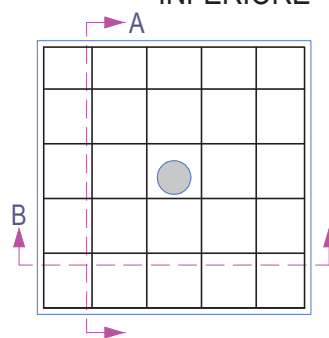
# PLINTO PALO 7 m - INCLINAZIONE 36°

Fondazione

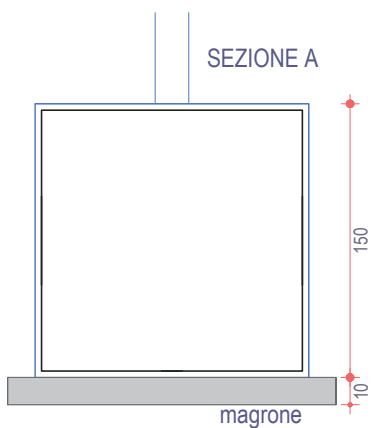
Armatura  
SUPERIORE



Armatura  
INFERIORE



SEZIONE A



SEZIONE B

