

**OGGETTO DELLA CONCESSIONE:**

Proposta progettuale per la concessione del servizio energetico relativo alla gestione del servizio di illuminazione pubblica, comprensivo di progettazione ed esecuzione di interventi di adeguamento normativo, riqualificazione ed efficientamento energetico dei relativi impianti, di manutenzione e di fornitura di energia elettrica

**TITOLO DOCUMENTO:**

**CAPITOLATO PRESTAZIONALE**

**COMMITTENTE:**

**Comune di Aliano (MT)**

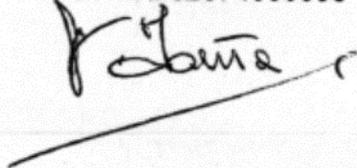
**DATA DI EMISSIONE:**

**20/09/2019**

**PROGETTISTA:**

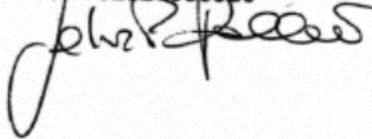
**FREE ENERGY SAVING S.R.L.**

C.F. e P.iva 02874560598



**FREE ENERGIA S.p.A.**

P. IVA 02924550920



Proponente

## Sommario

1. GENERALITA' .....	4
1.1. Oggetto del capitolato .....	4
1.2. Descrizione dei lavori .....	4
1.3. Variazioni delle opere progettate .....	5
2. PRESCRIZIONI DEL DECRETO MINISTERIALE DEL 27/09/2017 .....	5
2.1. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione .....	7
2.2. Efficienza energetica dell'impianto di illuminazione .....	8
2.3. Minimizzazione del rischio fotobiologico .....	11
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE E NORMATIVE .....	12
3.1. Legislazione e normativa di riferimento .....	12
3.2. Normative in campo illuminotecnico .....	17
3.3. Calcoli delle correnti di corto circuito .....	18
3.4. Portate delle condutture .....	18
3.5. Valori massimi della caduta di tensione .....	19
3.6. Sezioni minime dei conduttori di fase .....	19
3.7. Sezioni minime dei conduttori di neutro .....	19
3.8. Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione .....	19
3.9. Protezione contro i contatti diretti .....	19
3.10. Protezione contro i contatti indiretti .....	20
3.11. Protezioni contro gli effetti termici .....	21
3.12. Protezione contro le sovratensioni .....	21
3.13. Valutazione protezione contro le scariche atmosferiche .....	21
4. PRESCRIZIONI TECNICHE .....	22
4.1. Finalità delle prescrizioni tecniche .....	22
4.2. Prescrizioni tecniche generali .....	22
4.3. Caratteristiche generali dell'impianto .....	23
4.4. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione (se e ove previsto) .....	27
4.5. Scelta e messa in opera delle apparecchiature di illuminazione .....	28
4.6. Posizionamento Dei Pali .....	29
4.7. Distanze Di Rispetto Dei Cavi Interrati E Tipologia Di Posa .....	30
4.8. Distanze Dei Sostegni E Dei Corpi Illuminanti Dalle Linee Elettriche Esterne .....	31
4.9. Determinazione Portata Sostegno In Funzione Delle Condizioni Ambientali Di Installazione .....	31

Proponente

4.10.	Modalità di calcolo dei plinti di fondazione nei pali di illuminazione .....	33
4.11.	Dimensionamento sostegni per linee aeree .....	35
5.	QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	37
5.1.	Qualità e provenienza dei materiali .....	37
5.2.	Campionatura.....	38
5.3.	Generalità riguardanti i Quadri Elettrici.....	38
5.4.	Cavi per bassa tensione – generalità .....	39
5.5.	Cavi isolamento 0,6/1 KV .....	40
5.6.	Derivazioni .....	41
5.7.	Cavidotti .....	43
5.8.	Pozzetti con chiusino in ghisa .....	44
5.9.	Sostegni e sbracci.....	45
5.10.	Caratteristiche generali degli apparecchi di illuminazione .....	48
6.	MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI.....	53
6.1.	Norme generali.....	53
6.2.	Rilievi e tracciamenti .....	53
6.3.	Scavi e rinterri in genere.....	53
6.4.	Canalizzazioni per illuminazione pubblica .....	59
6.5.	Verniciature e garanzie .....	60
7.	PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO .....	62
7.1.	Documentazione progetto definitivo .....	62
7.2.	Documentazione progetto esecutivo .....	63
8.	INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO .....	63
9.	MODALITA' DI REDAZIONE DEI CALCOLI ILLUMINOTECNICI .....	64
10.	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO.....	65
10.1.	Prescrizioni Illuminotecniche.....	65
10.2.	Classificazione delle Strade ed Individuazione della Categoria Illuminotecnica di Riferimento.....	67
10.3.	Prestazioni richieste in Base alla Categoria Illuminotecnica di Riferimento (Norma 13201-2 integrata con prescrizioni Norma UNI 11248).....	68
11.	DIAGNOSI ENERGETICA PREVISIONALE .....	73
11.1.	Soluzione di efficientamento energetico proposta .....	73

## 1. GENERALITA'

### 1.1. Oggetto del capitolato

Il presente Capitolato Prestazionale fornisce tutti i requisiti minimi obbligatori delle lavorazioni utili per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di: Adeguamento Normativo ed Efficientamento Energetico degli Impianti di Illuminazione Pubblica di proprietà del Comune di Aliano (MT) .

Sono compresi la progettazione definitiva ed esecutiva degli interventi, tutti i lavori, e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato prestazionale, con le caratteristiche tecniche e qualitative previste dal presente progetto di Fattibilità.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e il Concessionario deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

### 1.2. Descrizione dei lavori

Gli interventi di adeguamento normativo ed efficientamento dovranno tassativamente comprendere le seguenti opere:

1. Sostituzione di tutti gli apparecchi illuminanti attualmente non a LED con idonei apparecchi equipaggiati con lampada a Led con adeguamento normativo illuminotecnico di tutti gli impianti di illuminazione pubblica esistenti
2. Adeguamento impiantistico di tutti gli impianti oggetto del presente Appalto al fine di migliorarne l'efficienza
3. Sostituzione e/o adeguamento alle normative vigenti dei quadri elettrici esistenti attualmente non a norma;
4. Sostituzione e/o adeguamento alle normative vigenti delle linee di alimentazione e delle giunzioni ammalorate e attualmente non a norma;
5. Sostituzione e/o sistemazione di tutti i sostegni strettamente necessari.

Nei successivi articoli del presente Capitolato Prestazionale verranno dettagliate le caratteristiche minime dei materiali da impiegare e le modalità di esecuzione delle opere sopra elencate.

Trattandosi di lavori di messa a norma si specifica che sono compresi nell'appalto anche l'eventuale integrazione degli impianti esistenti con l'inserimento di nuovi apparecchi

illuminanti su appositi sostegni qualora la semplice sostituzione non portasse ad un adeguamento normativo degli impianti.

I punti luce introdotti a seguito dell'adeguamento normativo non vengono considerati ai fini della determinazione del canone che rimane fisso e invariato e valido per il numero di punti luce previsto da ciascun concorrente nel Progetto Definitivo presentato in fase di gara. Tutti i lavori di adeguamento dovranno essere realizzati secondo quanto specificato nel presente Capitolato Prestazionale facente parte del presente Progetto di Fattibilità.

Al fine di garantire un comfort illuminotecnico adeguato tutti gli apparecchi illuminanti dovranno avere una temperatura di colore compresa tra minimo 3000K e massimo 4000K.

Gli apparecchi illuminanti esistenti dovranno essere sostituiti con apparecchi con caratteristiche indicate nel presente Capitolato Prestazionale.

### **1.3. Variazioni delle opere progettate**

Sono considerate varianti, e come tali ammesse, nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, quelle finalizzate al miglioramento o alla migliore funzionalità delle prestazioni oggetto del contratto, a condizione che tali varianti non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto.

Qualsiasi variante sarà interamente a carico del Concessionario.

Codeste varianti, sono approvate dal Responsabile del Procedimento ovvero dal soggetto competente secondo l'ordinamento della singola Stazione Appaltante.

Le varianti alle opere in progetto saranno ammesse solo per le motivazioni e nelle forme previste dall'art. 106 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

## **2. PRESCRIZIONI DEL DECRETO MINISTERIALE DEL 27/09/2017**

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente "Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblici" è entrato in vigore il 19.10.2017 e sostituisce il Decreto del 23.12.2013 ora abrogato.

Il nuovo provvedimento interviene su diversi aspetti che riguardano l'innalzamento delle prestazioni richieste in materia di efficienza energetica, la durata e l'affidabilità degli impianti, l'approfondimento dei temi riguardanti l'inquinamento luminoso, nonché l'aspetto sociale connesso agli appalti pubblici.

Sono introdotte modifiche ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) che riguardano l'efficienza energetica, la manutenzione e il tasso di guasto di tutti i corpi illuminanti e le prestazioni degli apparati attraverso l'aggiornamento di due indicatori. Le funzionalità richieste è differenziata a seconda delle zone da illuminare, al fine di adattarsi a ogni esigenza.

Nella seguente tabella vengono riportate le richieste in termini di efficienza luminosa del modulo Led.

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico fa parte dell'apparecchio, ma non del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Lo stesso Decreto fornisce inoltre delle indicazioni sul **fattore di mantenimento del flusso luminoso** e sul **tasso di guasto** del modulo LED al fine di ottimizzare i costi di manutenzione.

I moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento  $t_p$  e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto [%]
$L_{80}$ per 60.000 h di funzionamento	$B_{10}$ per 60.000 h di funzionamento
$L_{80}$ = flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso nominale iniziale $B_{10}$ = tasso di guasto inferiore o uguale al 10%	

Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale del modulo LED P [W]	Rendimento dell'alimentatore (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

Relativamente agli apparecchi di illuminazione a LED, nel Decreto Ministeriale sono indicate:

- le **informazioni e istruzioni necessarie** da presentare, quali dati tecnici (potenza assorbita, flusso emesso, efficienza luminosa, temperatura di colore prossimale, ecc.) e istruzioni di installazione, uso corretto, manutenzione;
- le **caratteristiche del sistema di regolazione del flusso luminoso** degli apparecchi di illuminazione e del relativo tasso di guasto dei componenti. I regolatori di flusso devono rispettare determinati parametri relativi alle classi di regolazione, rendimento, carico e stabilizzazione;
- le **funzioni minime richieste** dai sistemi di telegestione degli impianti di illuminazione. I sistemi di telegestione del tipo “punto a punto” che permettono il monitoraggio, controllo e comando del singolo punto luce devono rendere disponibili funzioni di lettura puntuale delle misure elettriche, invio di allarmi relativamente ai guasti più frequenti, programmazione a distanza dei parametri di regolazione del flusso luminoso;
- le **caratteristiche dei trattamenti superficiali** ai quali sono sottoposti i componenti dell'impianto. In generale i prodotti utilizzati per i trattamenti non devono essere classificati come cancerogeni, teratogenici, allergenici o dannosi per il sistema riproduttivo. In particolare la verniciatura deve rispettare dei requisiti di aderenza e resistenza, facendo riferimento a norme tecniche specifiche.

Fermo restando il rispetto dei criteri di base minimi, viene suggerito di utilizzare dei criteri premianti che, per i moduli LED, si traducono nelle prestazioni indicate nella seguente tabella, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED).

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico fa parte dell'apparecchio, ma non del modulo LED) [lm/W]
≥ 105	≥ 120

Tutti gli apparecchi, oltre a rispettare i criteri ambientali minimi indicati dal Decreto del MATTM del 23/12/2013, dovranno avere il marchio di certificazione CE, il marchio di conformità europeo ENEC e le garanzie di prodotto contro il degrado da agenti atmosferici di tutte le componenti meccaniche e contro i guasti delle componenti elettriche ed elettroniche.

## 2.1. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA\* maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026 come indicato nella seguente tabella.

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA\* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
A <sub>n</sub> +	$IPEA^* \geq 1,1 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

## 2.2. Efficienza energetica dell'impianto di illuminazione

Il concetto di **risparmio energetico** e la conseguente scelta progettuale dell'intero sistema di pubblica illuminazione, deve relazionarsi con due aspetti principali: la **sicurezza** e il **confort** ergonomico-ambientale dei fruitori diretti e la relativa **spesa economica**.

Il settore dell'**illuminazione pubblica italiana** offre impianti per lo più datati e obsoleti che, non solo necessitano di adeguamenti normativi e manutenzione elettrica e meccanica, ma rappresentano una notevole spesa economica per le amministrazioni a causa della **bassa prestazione energetica** che li caratterizza.

I potenziali di **risparmio energetico** sono elevati (in media **oltre il 30%**) e sono ottenibili grazie alla riqualificazione degli apparecchi illuminanti e delle sorgenti luminose e all'introduzione dei moderni dispositivi di regolazione del flusso, di monitoraggio e di gestione degli impianti.

Secondo quanto riportato nel D.M. del 27/09/2017, **l'intero impianto di pubblica illuminazione**, in funzione della classe di illuminazione individuata per il compito visivo e le relative prescrizioni illuminotecniche minime indicate per garantire sicurezza agli utenti, **deve possedere un Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto di illuminazione (IPEI\*)** maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026 come indicato nella seguente tabella.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
A <sub>n</sub> +	IPEI* < 0,85 - (0,10 x n)
A++	0,55 ≤ IPEI* < 0,65
A+	0,65 ≤ IPEI* < 0,75
A	0,75 ≤ IPEI* < 0,85
B	0,85 ≤ IPEI* < 1,00
C	1,00 ≤ IPEI* < 1,35
D	1,35 ≤ IPEI* < 1,75
E	1,75 ≤ IPEI* < 2,30
F	2,30 ≤ IPEI* < 3,00
G	3,00 ≤ IPEI*

L'indice IPEI\* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con  $D_p$  = **Densità di Potenza di progetto**, che si calcola come segue:

$$D_p = \left( \frac{\sum P_{app}}{\sum_n^1 \left( E_j * \frac{0,80}{MFi} * Ai \right)} \right)$$

in cui:

- $P_{app}$  (W): potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- $E_j$  (lx): illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2;
- $MFi$ : coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- $Ai$ : area i-esima illuminata;

- **n**: numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro  $R_{EI}^{24}$  non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata).

e con  $D_{p,R}$  = **Densità di Potenza di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione della categoria illuminotecnica di progetto secondo la norma UNI 13201-2, nelle tabelle seguenti.

Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m <sup>2</sup> ]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione stradale – Categoria illuminotecnica M

Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m <sup>2</sup> ]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi – Categoria illuminotecnica C (o P)

Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m <sup>2</sup> ]
(C0)	0,039
(C1)	0,042

(C2)	0,044
P1 (C3)	0,048
P2 (C4)	0051
P3 (C5)	0,053
P4	0,056
P5	0,059
P6	0,061
P7	0,064

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione di aree pedonali o ciclabili – Categoria illuminotecnica P (o C)

Per la scelta della tipologia della tecnologia da utilizzare si dovranno quindi calcolare e considerare gli indici IPEA ed IPEI introdotti dalle recenti normative rispettivamente per la classificazione energetica degli apparecchi illuminanti (IPEA\*) e per la classificazione energetica dell'impianto di illuminazione pubblica (IPEI\*).

*Gli indici IPEA\* ed IPEI\* contenuti nel DM 27/09/2017 sono diversi dagli indici IPEA ed IPEI di cui al D.M. 23/12/2013, per tener conto dell'evoluzione normativa e tecnologica.*

### 2.3. Minimizzazione del rischio fotobiologico

La norma **EN 62471** classifica le sorgenti di illuminazione in 4 livelli di rischio fotobiologico, da RG0 (rischio esente) a RG3 (rischio elevato). Fino al gruppo di rischio RG2 i livelli di esposizione sono associati a rischi bassi, tali da poter essere identificati come sicuri e/o non pericolosi, anche per effetto delle reazioni istintive di auto protezione dell'occhio umano. Infatti la norma CEI EN 61347-1 riporta:

- **RG1 - Rischio Basso:** "... la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull'esposizione";
- **RG2 - Rischio Moderato:** "... la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose o in seguito ad una sensazione di disagio termico".

L'illuminazione stradale dovrà essere realizzata con apparecchi di illuminazione installati al di sopra della sede stradale e sostenuti mediante pali e/o mensole. La visione diretta della sorgente dovrà essere evitata sopra certi angoli per limitare fenomeni di abbagliamento durante la guida o il camminamento, pertanto è da considerarsi di tipo occasionale. La progettazione illuminotecnica dovrà essere condotta in accordo alle Norme UNI 11248 e UNI EN 13201 in base ai valori di luminanza (o illuminamento a seconda dei casi) riferiti al piano della sede stradale. Detti risultati si ottengono con valori di illuminamento al suolo che vanno normalmente da 20 a 50 lx.

Considerando i valori di illuminamento utili alla valutazione del rischio fotobiologico da luce blu presi all'altezza degli occhi (che nel caso peggiore di un pedone si può ipotizzare essere a 2m dal suolo), si garantisce, in ogni caso, che tali valori di illuminamento sono ampiamente inferiori ai limiti di rischio fotobiologico da luce Blu che, cautelativamente, può

essere fissato pari alla soglia tra RG1 e RG2, sebbene, come detto sopra, RG2 possa considerarsi sicuro.

In generale, nell'illuminazione stradale il raggiungimento di valori di illuminamento di soglia corrispondenti a valori di radiazione ottica per il rischio da luce blu, tali da comportare un reale rischio, è alquanto improbabile. Valutazioni fatte sulla base delle considerazioni della norma IEC/TR 62778 portano ad indicare che per gli apparecchi a luce bianca, pur utilizzando il metodo semplificato di determinazione della soglia tra RG1 e RG2 (che adotta un margine di sicurezza pari a 2 ovvero dimezza i valori limite), non si raggiungono valori di illuminamento (al livello degli occhi) in funzione della temperatura di colore (CCT) della lampada, prossimi al livello di rischio RG1 e quindi sono normalmente da ritenersi esenti da pericolo.

Ad esempio, considerando un apparecchio LED per illuminazione stradale con temperatura colore pari a 5.000 K, installato a 5m dal suolo e una persona alta 2m che fissa la sorgente, l'illuminamento che arriva all'occhio della persona, calcolato con il metodo semplificato della norma IEC/TR 62778, sarà pari a 123 lx, ben al di sotto del limite RG1 pari a 650 lx.

Pur considerando tutte le ipotesi più gravose, i valori calcolati di illuminamento non determinano livelli di radiazione che possano avvicinarsi ai limiti del gruppo di rischio RG1. Si può quindi affermare che nell'illuminazione stradale il rischio da luce blu, in termini pratici, sia generalmente esente da "pericolo".

I test eseguiti su diverse lampade e prodotti a LED delle principali aziende produttrici secondo la norma EN 62471 hanno dimostrato che a 500 lux, solo i LED con temperatura di colore (CCT) superiore a 10.000 K superano i limiti del gruppo di rischio RG0 (esente) e che nessun LED supera il gruppo di rischio RG1. Aumentando il numero di LED in un apparecchio ne aumenta l'intensità e quindi anche il rischio fotobiologico. Anche in questi casi non si supera il gruppo di rischio RG1 ma va sottolineato che la misura è fatta sempre con un illuminamento di 500 lux che però, per un lampione stradale, si possono avere a diversi metri. Nel caso di uso errato il gruppo di rischio può aumentare. Una lampada LED che ha effettuato le misure con i 500 lux a 6 metri ed è risultata esente da rischio potrebbe avere un gruppo di rischio anche superiore a 1 a distanze molto inferiori. Dovrà essere garantita la verifica della distanza di illuminamento per un utilizzo in sicurezza.

### **3. CRITERI DI PROGETTAZIONE E NORMATIVE**

#### **3.1. Legislazione e normativa di riferimento**

Gli impianti dovranno essere eseguiti con il più rigoroso rispetto delle prescrizioni e norme più aggiornate in materia, con particolare la progettazione, i materiali prescritti e utilizzati nell'opera dovranno essere conformi sia alla direttiva del Parlamento Europeo UE n.305/2011 sia a quelle del Consiglio dei LL.PP. Le nuove regole sulla armonizzazione e la commercializzazione dei prodotti da costruzione sono contenute nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106, riguardante il "Regolamento dei prodotti da costruzione".

L'appaltatore, il progettista, il direttore dei lavori, il direttore dell'esecuzione o il collaudatore, ognuno secondo la propria sfera d'azione e competenza, saranno tenuti a rispettare l'obbligo di impiego di prodotti da costruzione di cui al citato Regolamento UE.

Anche qualora il progettista avesse per errore prescritto prodotti non conformi alla norma, rendendosi soggetto alle sanzioni previste dal D.lgs. 106/2017, l'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto alla Stazione appaltante ed al Direttore dei lavori il proprio dissenso in merito e ad astenersi dalla fornitura e/o messa in opera dei prodotti prescritti non conformi.

Particolare attenzione si dovrà prestare alle certificazioni del fabbricante all'origine, che, redigendo una apposita dichiarazione, dovrà attestare la prestazione del prodotto secondo le direttive comunitarie.

### Norme Nazionali ed Europee

CEI 8-6	Tensione nominale per i sistemi di distribuzione pubblica dell'energia elettrica a bassa tensione.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo.
CEI 11-18	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in rapporto alla tensione
CEI 11-28	Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
CEI 17-5 (EN 60947-2)	Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
CEI 17-6	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico, per tensione da 1 a 72,5 KV.
CEI 17-11 (EN 60947-3)	Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili.
CEI 17-12	Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000V
CEI 17-13/1 (EN 60439-1)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette e prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
CEI 17-13/2 (EN 60439-2)	Apparecchiature assiemate di protezione di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
CEI 17-13/3 (EN 60439-3)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
CEI 17-17 (EN 50.005)	Apparecchiature industriale a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1200 V in corrente continua. Individuazione dei morsetti.
CEI 17-43	Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadro BT) non di serie (ANS).
CEI 17-44 (EN 60947-1)	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali.
CEI 17-50 (EN 60947-4-1)	Apparecchiature di bassa tensione. Parte 4 - Contattori e avviatori sezione uno contattori e avviatori elettromeccanici.

CEI 17-52	Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 20-21	Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%)
CEI 20-22	Prove d'incendio sui cavi elettrici. Parte 1 - Generalità e scopo. Parte 2 - Prova di non propagazione dell'incendio. Parte 3 - Prove su fili e cavi disposti a fascio
CEI 20-34	Metodi di prova per isolanti e guaine dei cavi elettrici rigidi e flessibili (mescole elastomeriche e termoplastiche).
CEI 20-35	Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale
CEI 20-36	Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
CEI 20-37	Cavi elettrici: Prove sui gas emessi durante la combustione
CEI 20-38/2	Idem c.s. con tensione nominale superiore a 0,6 ÷ 1 kV.
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
CEI 20-43	Ottimizzazione economica delle sezioni dei conduttori dei cavi elettrici per energia.
CEI 20 - 45	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi a gas tossici corrosivi. Parte I: tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 0,6/1 kV.
CEI 20-45	Cavi resistenti al fuoco isolati con miscela elastomerica con tensione e tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 0,6/1 kV
CEI 23-3	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari. (Per tensione nominale non superiore a 415 V in corrente alternata).
CEI 23-3	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari. (Per tensione nominale non superiore a 415 V in corrente alternata).
CEI 23-8	Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori.
CEI 23-14	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori.
CEI 23-26	Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi ed accessori.
CEI 23-30	Dispositivi di connessione (giunzione e/o derivazione) per installazioni elettriche fisse domestiche e similari. Parte 2.1: Prescrizioni particolari. Morsetti senza vite per la connessione di conduttori di rame senza preparazione speciale.
CEI 23-39 EN 50086-1	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-41 EN 60999	Dispositivi di connessione. Prescrizioni di sicurezza per unità di serraggio a vite e senza vite per conduttori elettrici in rame.
CEI 23-42 EN 61008-1	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-44 EN 61009-1	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-46	Sistema di tubi accessori per installazioni elettriche. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.

CEI 32-1	Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 32-4	Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 2: Prescrizioni supplementari per applicazioni industriali).
CEI 32-5	Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 3: Prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone non addestrate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari).
CEI 64-7	Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari.
CEI 64-8/1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali.
CEI 64-8/2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni.
CEI 64-8/3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali.
CEI 64-8/4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza.
CEI 64-8/5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 5: Scelta e installazione dei componenti elettrici.
CEI 64-8/6	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche.
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 15000 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti e applicazioni particolari.
CEI 70-1	Grado di protezione degli involucri (Codice IP II edizione)
CEI 96-2	Trasformatori di isolamento e trasformatore di sicurezza. Prescrizioni
CEI-UNEL Tab. 35023-70	Cavi per energia isolanti in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4. Cadute di tensione
CEI-UNEL Tab. 35024-70	Cavi per energia isolanti in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4. Portata di corrente in regime permanente.
CEI-UNEL Tab. 00722	Colori distintivi delle anime dei cavi isolanti con gomma o in PVC per energia o per comandi e segnalazioni, con tensioni nominali U <sub>0</sub> /U non superiori a 0,6/1 kV
CEI-UNEL	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio. Cavi multipolari, per posa fissa con conduttori flessibili, con o senza schermo, sotto guaina di PVC per comandi e segnalazioni. Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 0,6/1 kV.
CEI-UNEL	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 450/750 V
CEI-UNEL	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 0,6/1 kV.
CEI-UNEL	Cavi per energia isolanti in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U <sub>0</sub> /U: 0,6/1 kV.
UNI-CEI EN 45014	Criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore.

## Indice delle Disposizioni Legislative e Circolari Ministeriali

D.P.R. 27/4/1955 n° 547 G.U. n° 158 del 12/7/1955	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
D.P.R. 19/3/1956 n° 303 G.U. n° 105 s.o. del 30/4/56	Norme generali per l'igiene del lavoro.
D.M. 12/9/1959 - G.U. n° 299	Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro (Modello B).
D.M. 37/08 del 22/01/2008	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
Legge 18/10/1977 n° 791 G.U. n° 298 del 2/11/1977 e n° 305 del 9/11/1977	Attuazione delle direttive CEE 73/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.
D.M. 23/07/1979 G.U. n° 19 del 21/1/80	Designazione degli organismi incaricati di rilasciare certificati e marchi ai sensi della Legge n° 791 del 1977.
D.M. 16/2/1982 G.U. n° 98 del 9/4/82	Modificazioni del Decreto Ministeriale 27/9/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.
D.M. 24/11/1984 G.U. n° 12 s.o. del 15/1/85	Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.
Prov. CIP 5/1986 n° 42 G.U. n° 18 del 6/8/86	Norma in materia di contributi di allacciamento alla rete di distribuzione d'energia elettrica.
D.M. 10/9/1986 - G.U. n° 258	Nuove norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.
D.M. 22/1/1987 G.U. n° 23 del 29/1/1987	Integrazione al decreto ministeriale 10 settembre 1986 concernente nuove norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di impianti sportivi.
Prov. CIP 26/1989 n° 26 G.U. n° 299 del 12/3/90	Modificazione ai provvedimenti vigenti in materie della Cassa Conguaglio per il settore elettrico, sovrapprezzi e condizioni di forniture dell'energia elettrica.
D.M. 25/08/1989 G.U. n° 206 del 4/9/1989	Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di impianti sportivi.
Legge 5/3/1990 n° 46 G.U. n° 59 del 12/3/90	Norme per la sicurezza degli impianti.
D.P.R. 6/12/1991 n° 447 G.U. n° 38 del 15/2/92	Regolamento di attuazione della legge n° 46 del 5 Marzo 1990.
D.M. 20/02/1992 n° 49 G.U. del 28/2/92	Approvazione del modello di dichiarazione di conformità alla regola dell'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della Legge 46/90.
D.M. 15/10/93 n° 519 G.U. n° 294 del 16/12/93	Regolamentano recante autorizzazione all'Istituto superiore prevenzione e sicurezza del lavoro ad esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione dalle scariche atmosferiche.

Prov. CIP 14/12/93 n° 15/93 G.U. n° 301 del 24/12/96	Modificazione di provvedimenti in materia di prezzi, di condizioni di fornitura e di contributi di allacciamento.
D.Lgs 19/9/1994 n° 626 G.U. n° 265 s.o. del 12/11/94	Attivazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
D.M. 18/3/96 G.U. n° 61 del 11/4/96	Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.
D.Lgs 25/11/1996 n° 626 G.U. n° 293 del 14/12/96	Attuazione della direttiva europea 93/68 che revisionata direttiva 73/23 bassa tensione
DLg 493 del del 14.08.1996	Attuazione della direttiva 92/58 della Segnaletica di Sicurezza
DLg 106 del 16.06.2017	Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE"

### 3.2. Normative in campo illuminotecnico

I principali riferimenti legislativi e normativi, a livello sia nazionale che locale, da adottare sono elencati nel seguito:

- Allegato A alla DGR 1059/2014 contenente le linee guida per la predisposizione dei Piani dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 23/12/2013 "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica – Aggiornamento 2013";
- Norma UNI 10819:1999 "Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Norma UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche". Questa norma ha sostituito la UNI 11248:2011, che a sua volta ha sostituito la norma UNI 11248:2007 e la UNI 10439:2001;
- Norma UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: requisiti prestazionali";
- Norma UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni";
- Norma UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- Norma UNI 11095:2011 "Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali";
- Norma UNI EN 12193:2008 "Luce e illuminazione – Illuminazione di installazioni sportive";
- Norma UNI 11431:2011 "Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. "Nuovo Codice della Strada";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 5 novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";

- Comunicato Ministeriale LL.PP. 12 aprile 1995 “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”.

### 3.3. Calcoli delle correnti di corto circuito

Il progettista dovrà eseguire il calcolo della corrente di corto circuito trifase simmetrica e riportarlo su tutti i Quadri.

Tutti i dispositivi dovranno avere un P.I. trifase a 400V maggiore della Corrente di Corto Circuito trifase presunta nel punto di installazione.

Per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della condotta ed essendo protetta da dispositivi di protezione contro i sovraccarichi in accordo con le prescrizioni della Sezione 433 della Norma CEI 64-8, la condotta dovrà risultare protetta dalle correnti di cortocircuito in ogni sua lunghezza.

Nella scelta di ogni dispositivo e delle condutture per ogni circuito dovranno risultare rispettate le seguenti relazioni:

$(I^2 dt) < K^2 S^2$	protezione dal cortocircuito
P.I. > ICC	protezione dal cortocircuito

DOVE:

- $(I^2 dt)$  = energia specifica passante durante il corto circuito
- K = coefficiente funzionale dell'isolamento dei cavi
- S = sezione del cavo in mmq.
- P.I. = potere di interruzione del dispositivo di protezione
- ICC = I di corto circuito presunta nel punto di installazione

### 3.4. Portate delle condutture

Dovranno essere verificate le seguenti due condizioni:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

- $I_B$  = corrente di impiego del circuito
- $I_z$  = portata in regime permanente della condotta
- $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione
- $I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

- La condizione 1) risulta sempre verificata; tutti i dati dovranno essere riportati sulla tabella degli schemi unifilari dei Quadri Elettrici.
- La condizione 2) non necessita di verifica in quanto i dispositivi di protezione previsti sono conformi alle relative Norme di prodotto con  $I_f$  non superiore a  $1,45 \cdot I_n$
- $I_z$  dovrà essere calcolata in base alla tabella CEI-UNEL 35024/1 considerando la posa dei cavi in canale e/o tubo assumendo una temperatura ambiente di  $30^\circ$  (fattore  $k_1=1$ ) e moltiplicata per il fattore di correzione  $k_2$ .

Il fattore di correzione  $k_2$  è un valore variabile a secondo del numero di circuiti/cavi adiacenti raggruppati in fascio e/o in strato contemporaneamente caricati con una corrente superiore al 30% della loro portata  $I_z$ .

### **3.5. Valori massimi della caduta di tensione**

La caduta di tensione misurata in qualsiasi punto terminale dell'impianto utilizzatore, quando gli utilizzatori sono inseriti e funzionanti al rispettivo carico nominale, inferiore al 5% come stabilito dalla norma CEI 64 – 8 (art. 714.525).

### **3.6. Sezioni minime dei conduttori di fase**

I conduttori di rame da impiegarsi per gli impianti di 1<sup>a</sup> categoria non devono avere sezione inferiore a  $2,5 \text{ mm}^2$ . Tale valore può essere ridotto a  $1,5 \text{ mm}^2$  per conduttori di rame ricotto e rivestito purché collocati entro tubi, canali o guaine protettive e a  $1 \text{ mm}^2$  per i circuiti di segnalazione e telecomando (compresi i circuiti delle segnalazioni acustiche).

### **3.7. Sezioni minime dei conduttori di neutro**

Per gli impianti di illuminazione che utilizzano lampade a scarica la sezione del conduttore di neutro deve assicurare, anche per i circuiti polifasi, una portata non inferiore a quella dei conduttori di fase (ciò in relazione alla notevole presenza di armoniche in rete determinata dal tipo di carico); per gli altri impianti valgono le prescrizioni delle norme C.E.I.

### **3.8. Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione**

Le sezioni devono essere tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme C.E.I. e delle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

### **3.9. Protezione contro i contatti diretti**

Si fa preciso riferimento alle prescrizioni in materia dettate dalle norme C.E.I. 64-8 ed eventuali varianti in vigore alla data di esecuzione dei lavori.

La Norma CEI 64-8 Sez. 714.412 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti;
- 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 (IP XXB) 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 dal suolo superiore a 2,8 m.

La protezione contro i contatti diretti ottenuta mediante ostacoli e mediante distanziamento è vietata.

Quadri di distribuzione - la protezione contro i contatti diretti con le parti attive dei quadri deve essere assicurata mediante l'interposizione di ostacoli che impediscano ogni contatto con le parti stesse in modo efficace e permanente, tenuto conto delle sollecitazioni di qualsiasi natura alle quali possono essere esposte; la rimozione di questi ostacoli deve avvenire solo a mezzo di chiavi o attrezzi, è ammessa la rimozione senza attrezzi o chiavi purchè ad essa sia asservito un dispositivo meccanico o elettrico che garantisca la messa fuori tensione preventiva di tutte le parti attive che diventerebbero accessibili con la rimozione dell'ostacolo.

I quadri devono avere grado di protezione non inferiore a:

- IP X5 ubicati in ambienti i cui si procede usualmente a spargimento di liquido (es.: i locali lavorazione);
- IP 4X in tutti gli altri casi.

Morsettiere e organi di interruzione, protezione e manovra - la protezione contro i contatti diretti delle morsettiere e degli organi di interruzione, protezione e manovra deve essere realizzata mediante ostacoli o involucri resistenti alle sollecitazioni di qualsiasi natura alle quali possano essere esposti, con grado di protezione non inferiore a:

- IP X5 per ambienti nei quali si procede usualmente a spargimento di liquidi;
- IP 4X se ubicati entro il volume di accessibilità (come definito dalle norme 64-3);
- IP 3X in tutti gli altri casi.

### **3.10. Protezione contro i contatti indiretti**

In ogni impianto elettrico deve essere previsto un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter verificare le verifiche periodiche ed è costituito dalle seguenti parti principali:

- il dispersore o i dispersori di terra
- il conduttore di terra, che collega tra loro i dispersori e il nodo o collettore;
- il conduttore di protezione che, partendo dal collettore o nodo, collega direttamente tutte le masse degli apparecchi e le prese a spina.

Per la protezione contro i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori, normalmente non in tensione ma che per cedimento dell'isolamento principale o per cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere collegate all'impianto di terra.

La norma CEI 64.8 Sez. 714.413 stabilisce per la protezione contro i contatti indiretti che:

- la protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate;
- la protezione va fatta mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente. Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV.

In merito a tutte le protezioni dai contatti esse dovranno rispettare le prescrizioni in materia dettate dalle norme CEI 64-8 Articoli 714.412; 714.413 e 714.413.1 ed in generale il capitolo 714.4 "Prescrizioni per la sicurezza" ed eventuali varianti in vigore alla data di esecuzione dei lavori.

### **3.11. Protezioni contro gli effetti termici**

Nella realizzazione degli impianti si dovranno adottare misure di protezione idonee e adeguate in funzione alle caratteristiche degli ambienti.

### **3.12. Protezione contro le sovratensioni**

Devono essere adottate adeguate misure per evitare il contatto fra i sistemi di distribuzione a tensioni diverse o comunque per limitarne le conseguenze nel tempo e negli effetti.

Queste misure devono essere particolarmente curate quando uno dei sistemi è di categoria 0 o 1.

Inoltre nel caso di alimentazione da linea aerea devono essere previsti dispositivi limitatori di tensione di caratteristiche adeguate da installarsi a monte dell'interruttore generale.

Questi dispositivi devono essere scelti in modo che la tensione di innesco sia superiore alla più alta tensione di sicura tenuta degli elementi dell'impianto stesso; devono essere inoltre coordinati con gli eventuali analoghi dispositivi installati sulla rete di distribuzione.

### **3.13. Valutazione protezione contro le scariche atmosferiche**

La protezione dei sostegni in oggetto contro i fulmini non è necessaria come indicato all'articolo 714.35 della CEI 64-8.

In casi particolari definiti come torri faro per la protezione contro le scariche atmosferiche si farà riferimento alla Norma CEI 81-10.

## **4. PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **4.1. Finalità delle prescrizioni tecniche**

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali il Concessionario è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggiore precisazione di quelle già indicate negli articoli precedenti.

### **4.2. Prescrizioni tecniche generali**

Il Concessionario, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

Il Concessionario ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo il Concessionario unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, nonché dalla norma CEI 64-7, risultano dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.

I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

### 4.3. Caratteristiche generali dell'impianto

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta da il Concessionario per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome del Concessionario, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora il Concessionario risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

#### Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive a norma e risultanti dal progetto esecutivo. I percorsi dovranno essere consoni alle esigenze del Committente e dovranno seguire criteri di razionalità anche ai fini delle future manutenzioni e rifacimenti.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni consone;
- fornitura e posa, di tubazioni in polietilene a doppia parete a sezione circolare, con diametro esterno adeguato, per il passaggio dei cavi di energia. Le tubazioni dovranno essere di caratteristiche meccaniche tali da poter evitare lo schiacciamento, dovranno essere costruiti in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile o in polietilene ad alta densità con resistenza alla compressione  $\geq 450\text{N}$  minimo o  $\geq 750\text{N}$ .
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno adeguato sarà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo; Alle tubazioni dovranno essere date opportune pendenze per evitare l'accumulo di materiali.
- formazione di cassonetto in calcestruzzo a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi

meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;

- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

#### Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti e nella loro scelta progettuale, in termini dimensionali, dovranno essere considerate le operazioni di infilaggio, sfilaggio e eventuali rifacimenti futuri dell'impianto al fine di non dover stressare i cavi con tiraggi eccessivi o curve strette.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- conglomeramento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, con carico di rottura conforme alle norme UNI EN 124 richiesto dalle condizioni di posa e relativo riquadro ghisa, che garantiranno maggior robustezza e garanzie di durata, aventi le dimensioni indicate sugli elaborati grafici di progetto;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

#### Pozzetto prefabbricato interrato

L'eventuale impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, dovrà comprendere elementi a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

#### Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio

I pozzetti gettati in opera o prefabbricati saranno costituiti con calcestruzzo secondo norme UNI EN 206 e dovranno corrispondere per dimensioni e caratteristiche costruttive a quanto sopra descritto e alle eventuali prescrizioni del relativo articolo di Elenco Prezzi.

Tutti i pozzetti saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato meccanicamente ed armato in misura adeguata in modo da sopportare i carichi prescritti.

La loro esecuzione dovrà risultare a perfetta regola d'arte gettati entro appositi stampi in modo da raggiungere una perfetta compattezza dell'impasto e presentare le superfici interne completamente lisce, senza alcun vespaio. Il periodo della stagionatura prima della posa in opera dei pozzetti prefabbricati non dovrà essere inferiore a 10 giorni.

I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno perfettamente stuccati ad assestamento avvenuto, con malta di cemento plastico in modo da risultare a perfetta tenuta d'acqua.

Tutti i pozzetti saranno muniti di chiusini in funzione della loro ubicazione e destinazione.

#### Chiusini

I chiusini di ispezione dei pozzetti saranno generalmente in ghisa salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori.

In particolare si prescrive:

- le superfici di appoggio del coperchio sul telaio devono combaciare perfettamente in modo che non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza in altezza;
- i chiusini dovranno essere provvisti di fori di aerazione e di sollevamento;
- il telaio dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo.

#### Pali di illuminazione pubblica

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

#### Pali in acciaio

È previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norme UNI EN 40-5 e UNI EN 10219-1 e 2, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2) saldati longitudinalmente secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi dovranno essere indicati nei disegni di progetto esecutivi.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma CEI 7-6 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nel progetto esecutivo.

I processi di saldatura devono essere conformi alle norme UNI EN 1011-1 e 2; UNI EN ISO 15607, UNI EN ISO 15609-1 e UNI EN ISO 15614-1.

#### Pali in alluminio

Se previsti, in pali in alluminio dovranno essere del tipo secondo norma UNI EN 40-6, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi dovranno essere indicate nel progetto esecutivo.

Per la protezione di tutte le eventuali parti in acciaio (portelli, guida d'attacco, e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in alluminio o codoli le cui caratteristiche dimensionali dovranno essere indicate nel progetto esecutivo.

#### Pali in compositi polimerici fibrorinforzati

Se previsti i pali in compositi polimerici fibrorinforzati dovranno essere conformi alla norma UNI EN 40-7, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi dovranno essere indicate nel progetto esecutivo.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in alluminio o codoli le cui caratteristiche dimensionali dovranno essere indicate nel progetto esecutivo.

#### Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive che dovranno essere presenti negli elaborati di progetto.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

#### Linee

Il Concessionario dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia sempre consoni alle condizioni di posa (non sono mai ammessi cavi FROR in posa esterna anche se protetti da tubazioni o in cunicoli).

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Dovranno inoltre rispondere al D.Lg 106 del 16.06.2017 "*Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE*" a partire dal progetto esecutivo.

Il Concessionario dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

### Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione sarà con cavo multipolare adatto alle condizioni di posa (non sono mai ammessi cavi FROR in posa esterna anche se protetti da tubazioni o in cunicoli) effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

### Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

## **4.4. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione (se e ove previsto)**

Nei casi ove previsto il Concessionario provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI EN 60529). Tale contenitore dovrà essere di dimensioni consone e diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'Ente Distributore. La relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura del Concessionario le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'Ente Distributore. Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nei disegni di progetto esecutivi. L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i contattori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI EN 60947-4-1.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme CEI 64-8. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

#### **4.5. Scelta e messa in opera delle apparecchiature di illuminazione**

Le prestazioni degli apparecchi di illuminazione per esterni dovranno anzitutto rispondere ai seguenti requisiti di carattere generale:

- buon controllo del flusso luminoso sia ai fini del conseguimento di un adeguato rendimento che della prevenzione dell'abbagliamento;
- grado di protezione adeguato per la sicurezza d'impiego anche in condizioni atmosferiche sfavorevoli dovute al funzionamento continuato alle intemperie;
- permettere l'agevole sostituzione delle lampade e delle relative apparecchiature di alimentazione, viste le difficili condizioni in cui avviene la manutenzione (altezze notevoli e in presenza di traffico);
- garantire un buon funzionamento ed una buona durata delle lampade e delle apparecchiature di alimentazione;
- soddisfare le concomitanti esigenze di costo, durata ed estetica.

Nel caso di apparecchi di illuminazione a servizio di aree stradali o similari, come in questo caso, si farà riferimento nella scelta dei requisiti di classe illuminotecnica alle definizioni di categoria della norma UNI 11248, ed alla relativa classificazione prevista in norma UNI EN 13201-2 dei requisiti fotometrici e delle classi di impianti di illuminazione stradale.

La norma CEI 64-8 sez. 714.5 dispone che i componenti elettrici devono avere, per costruzione o per installazione, almeno il grado di protezione IP33.

Per gli apparecchi di illuminazione il grado di protezione IP23 è sufficiente quando il rischio d'inquinamento ambientale sia trascurabile, e se gli apparecchi di illuminazione sono posti a più di 2,50 m al di sopra del livello del suolo.

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:

- a) per i componenti interrati o installati in pozzetto:
  - a. IPX7 se è previsto il drenaggio, o grado di protezione IPX8 nel caso in cui sia prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso;
- b) per gli apparecchi di illuminazione:
  - a. IPX5.

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-5, CEI EN 60598-2-3.

In ottemperanza alla norma CEI EN 60598-1 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, ed essere forniti completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento ed essere a marchio IMQ.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della norma CEI EN 60598-1.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalle norme vigenti e dalla Legge Regionale ivi inclusi i regolamenti e le leggi sull'inquinamento luminoso.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla Legge Regionale delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto.

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat".

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.
- Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della Legge della Regione
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen
- diagramma del fattore di utilizzazione
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia univocamente definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Il Concessionario provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

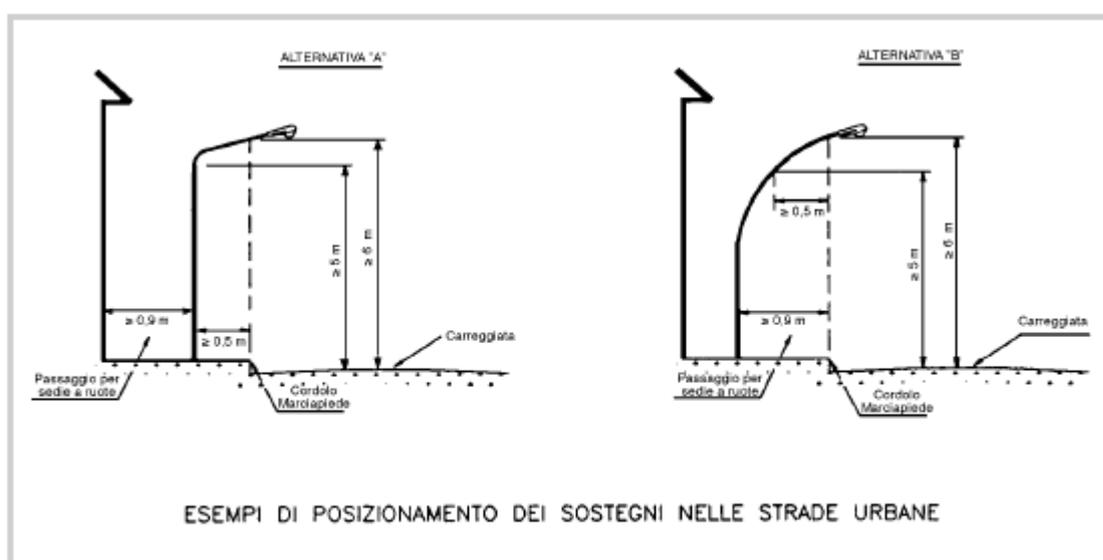
La rispondenza alla Legge della Regione e al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificato con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle normative stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione.

#### **4.6. Posizionamento Dei Pali**

I pali di illuminazione dovranno essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o di stanziamenti sono stabiliti

dai decreti ministeriali DM 3 Giugno 1998 - DM 18 Febbraio 1992 n°223 - DM 15 Ottobre 1996 – DM 21 Giugno 2004. Comunque, fino ad una altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata, dovranno essere ubicati ad almeno 0,5 m dal limite della stessa carreggiata (Dovrà essere mantenuto sul marciapiede uno spazio maggiore uguale a 0,9 m per permettere il passaggio di sedie a ruote DM 14 Giugno 1989 n°236 art 8.2.1). Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada (Amministrazione Comunale), tenendo conto di eventuali disposizioni di legge e/o comunali, della situazione ambientale e del traffico veicolare consentito. Le distanze dei sostegni dalla carreggiata dovranno essere specificate nella planimetria del progetto esecutivo.

I sostegni e le fondazioni dovranno distare almeno 1 m dalle condutture del gas metano esercite a pressione < 25 bar.



#### 4.7. Distanze Di Rispetto Dei Cavi Interrati E Tipologia Di Posa

I cavi elettrici dovranno essere posati rigorosamente in appositi cavidotti di dimensioni tali da permetterne un facile infilaggio e sfilaggio. Non saranno in alcun modo ammessi cavi non aventi caratteristiche adatte alla posa esterna e interrata (esempio i vecchi cavi FROR) e non rispondenti all'armonizzazione.

I cavidotti dovranno avere caratteristiche meccaniche tali da prevenire lo schiacciamento.

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, energia elettrica, ecc.) dovranno essere posati nel rispetto delle condizioni particolari e delle distanze minime di prescritte dalla Norma CEI 11-17.

Si raccomanda una profondità minima di scavo pari a 0,5m rispetto all'estradosso del cavo per i tratti ordinari e 1m per tutti gli attraversamenti stradali. Nello scavo dovrà essere posato anche il nastro di segnalazione con indicata la tensione di esercizio "condutture elettriche 400V".

Dovranno essere rispettate le seguenti distanze minime dagli altri servizi

- Tubazioni metalliche (oleodotti, servizi idrici, ecc.): 0,3m
- Tubazioni metanodotto in attraversamento: 1,5m
- Tubazioni metanodotto in parallelo: distanza pari o superiore alla profondità del metanodotto
- Fognatura: 0,3m
- Cavidotti telefonici: 0,3m
- Serbatoi (liquidi infiammabili) 1m

sempre e comunque prendere come riferimento le norme CEI relative

I cavi per posa interrata devono sempre essere dotati di guaina protettiva, protetti contro lo schiacciamento, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti, protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali, ma soprattutto da scavi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici. La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la mescola che la compone deve essere anigroscopica, deve cioè essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua. Possono essere interrati direttamente, in tubazioni, in cunicoli o in condotti di calcestruzzo con modalità di posa in parte diverse.

I cavi non dovranno essere manipolati quando l'isolante è sottoposto a temperature inferiori a 0 °C se in Pvc e -25 °C se a base di materiali elastomerici. L'irrigidimento degli isolanti dovuto alle basse temperature può provocare fessurazioni quando i cavi, durante le normali operazioni di posa, sono sottoposti a piegatura. La forza di traino necessaria durante l'infilaggio (Norma CEI 11- 17) dovrà essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo e non deve essere superiore a 60 N/mm<sup>2</sup> riferita alla sezione complessiva dei conduttori di rame (50 N/mm<sup>2</sup> per conduttori in alluminio).

#### **4.8. Distanze Dei Sostegni E Dei Corpi Illuminanti Dalle Linee Elettriche Esterne**

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree non devono essere inferiori (CEI 64-8 Allegato 714A):

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I. Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso in centri abitati
- $(3 + 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV. Il distanziamento può essere ridotto a  $(1 + 0,015 U)$  m per le linee in cavo aereo e quando ci sia l'accordo fra i proprietari delle strutture interessate, anche per le linee con conduttori nudi.

#### **4.9. Determinazione Portata Sostegno In Funzione Delle Condizioni Ambientali Di**

##### **Installazione**

La portata ovvero "area della superficie esposta al vento", per la scelta del sostegno dovrà essere determinata tenendo conto delle seguenti condizioni:

- zona di ventosità;
- quota di riferimento s.l.m. (sul livello del mare);

- classe di rugosità (ABCD);

Zona di ventosità:

ZONA 1: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino A.A., Veneto, Friuli V.G.;

ZONA 2: Emilia Romagna;

ZONA 3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria;

ZONA 4: Sicilia e Provincia di Reggio Calabria;

ZONA 5: Sardegna (zona ad oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena);

ZONA 6: Sardegna (zona ad occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena);

ZONA 7: Liguria;

ZONA 8: Provincia di Trieste;

ZONA 9: Isole (con eccezione di Sicilia e Sardegna)

Classe di rugosità:

A: Aree urbane di cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza non superi i 15m;

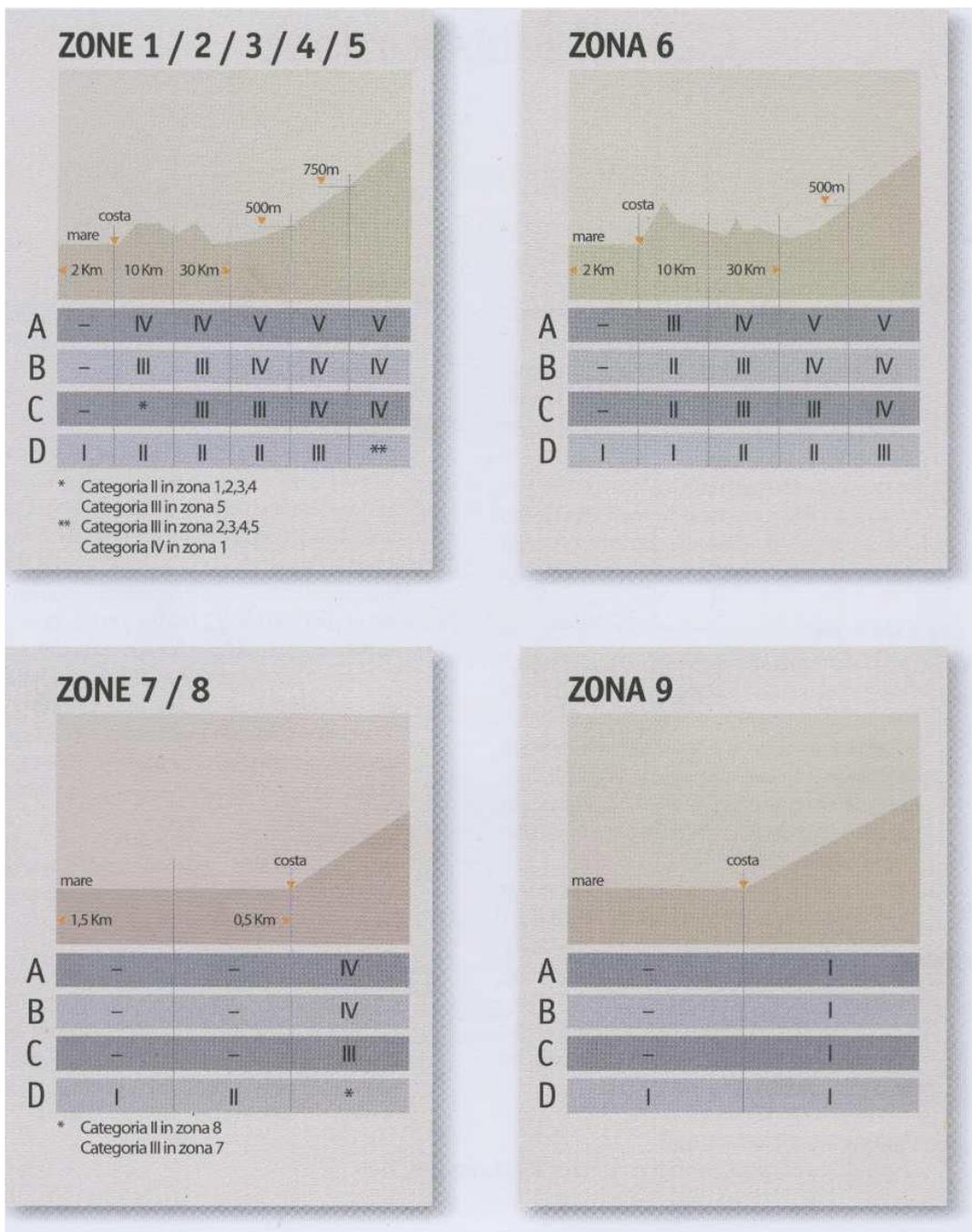
B: Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali, boschive;

C: Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ecc.); aree con rugosità non riconducibile alle classi A,B,D.

D: Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mari, laghi, ecc.)

N.B. l'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Tabelle per individuazione categoria di esposizione:



Determinata la categoria di esposizione dovrà essere verificata sulle tabelle delle specifiche tecniche del sostegno l'idoneità dello stesso all'utilizzo richiesto.

#### 4.10. Modalità di calcolo dei plinti di fondazione nei pali di illuminazione

La fondazione ha lo scopo di sostenere i pali di illuminazione ed è realizzata tramite un blocco unico prefabbricato di calcestruzzo armato e vibrato o gettato in opera con un cls di classe di resistenza Rck250 e acciaio FeB44k, generalmente di forma parallelepipa.

Il dimensionamento del plinto di fondazione viene effettuato ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica sulla base di quanto previsto dalle norme:

- **D.M. 21/03/1988:** Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- **D.M. 16/01/1996:** Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, ed istruzioni relative ai carichi e ai sovraccarichi;

La necessità di avere nel plinto un pozzetto di dimensioni interne pari a 40 cm x 40 cm (al fine di rendere agevoli le operazioni di cablaggio) rende necessario adottare plinti di fondazione di dimensioni esterne pari almeno a 90 cm x 70 cm x h. 80 cm del peso complessivo di 920 kg ( $\approx 9.025$  N).

In commercio sono presenti plinti di dimensioni inferiori, ma presentano inevitabilmente un pozzetto di dimensioni interne pari a 30 cm x 30 cm.

Trascurando il contributo laterale alla resistenza, la stabilità del plinto di fondazione si ha con il verificarsi della disequaglianza di cui alla formula (1):

$$M_{rib.} \leq M_{res.} \quad (1)$$

dove:

- $M_{rib.}$  = momento rispetto al piano di appoggio determinato dall'azione del vento espresso in Nm;
- $M_{res.}$  = momento rispetto al piano d'appoggio della forza peso del plinto sommata alla forza esercitata dal terreno, il tutto calcolato secondo quanto riportato nel D.M. 21/03/1988 per il caso di fondazioni a blocco unico di forma parallelepipedica ed espresso in Nm;

Il momento resistente  $M_{res.}$  viene valutato in funzione della forza peso  $P$  della fondazione e della forza esercitata dal terreno circostante in cui è interrato il plinto:

$$M_{res.} = \gamma \cdot b \cdot c^3 + P \cdot A/2 \quad (2)$$

dove:

- $\gamma$  = peso specifico del terreno espresso in N/m<sup>3</sup>;
- $P$  = peso del blocco, della struttura che insiste su di esso e del terreno eventualmente contenuto nelle cavità del blocco stesso, espresso in N;
- $A$  = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della base del blocco non intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;
- $b$  = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della base del blocco intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno espresso in m;
- $c$  = profondità d'interramento del blocco espressa in m.

Il momento ribaltante  $M_{rib.}$  viene valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento che viene valutata facendo riferimento al D.M. 16/01/1996 da cui si ricava la formula (3):

$$Q = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d \quad (3)$$

dove:

- $q_{ref}$  = pressione cinetica di riferimento espressa in N/m<sup>2</sup> pari a  $V_{2ref}/1,6$ ;
- $V_{ref}$  = velocità di riferimento del vento espressa in m/s;
- $C_e$  = coefficiente di esposizione funzione dell'altezza della costruzione sul suolo, della rugosità e della topografia del terreno e dall'esposizione del luogo dove sorge la costruzione;
- $C_p$  = coefficiente di forma funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento; normalmente assume valore 1,0;
- $C_d$  = coefficiente dinamico che permette di tener conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali; normalmente assume valore 1,0.

#### 4.11. Dimensionamento sostegni per linee aeree

Per i sostegni metallici che saranno preposti all'utilizzo con linee aeree si riportano gli schemi di dimensionamento da adottare nel progetto esecutivo.

##### Riferimenti Normativi

- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

##### Specifiche di Calcolo

Zona di sovraccarico:

Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

Secondo quanto disposto dalla norma UNI EN 40-3-1 e precisamente: Spinta del vento:

Zona di vento =1

La spinta del vento sui conduttori e sui sostegni deve essere calcolata in base ai valori di pressione indicati nella tabella seguente, che si riferiscono all'ipotesi di vento spirante perpendicolarmente alle superfici e che sono valevoli per i conduttori e per i sostegni qualunque sia la loro altezza sul suolo.

Velocità del vento	Pressione su superfici piane perpendicolari alla direzione del vento	Pressione su superfici cilindriche e su conduttori (riferita alla sezione assiale)	Pressione su superfici storiche (riferita alla sezione assiale)
km/h	daN/m <sup>2</sup> (kgf/m <sup>2</sup> )	daN/m <sup>2</sup> (kgf/m <sup>2</sup> )	daN/m <sup>2</sup> (kgf/m <sup>2</sup> )
25	4,71 ( 4,80 )	2,82 ( 2,88 )	1,18 ( 1,20 )
50	17,41 ( 17,73 )	10,45 ( 10,65 )	4,30 ( 4,44 )
65	29,41 ( 30 )	17,66 ( 18 )	7,36 ( 7,50 )
100	69,65 ( 71 )	41,70 ( 42,00 )	17,41 ( 17,75 )
130	117,72 ( 120 )	70,65 ( 72 )	29,43 ( 30 )

CEI 11-4 Tab. di riferimento

- Categoria di esposizione =2
- Altezza s.l.m. < 1000 m

Deve esser fatto riferimento alla CE11-4 capitoli per ciò che concerne la progettazione dei seguenti temi:

- Altezza dei conduttori sul terreno e sulle acque non navigabili (eventuale)

Distanze di rispetto per i sostegni, anche in funzione della deroga specifica prevista per l'illuminazione pubblica

- Angolo di incrocio tra linee elettriche ed opere attraversate (strade ferrate eventuali)
- Messa a terra dei sostegni

### **CONDUTTORI – Dimensioni minime**

I conduttori delle linee elettriche non devono avere, carichi di rottura minori di 343 daN (350 kgf) per le linee di classe zero e prima e di 559 daN (570 kgf) per le linee di classe seconda.

#### **Ipotesi di calcolo.**

La verifica di stabilità dei sostegni deve essere eseguita nelle seguenti ipotesi:

- 1) che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri alla temperatura di -5 °C e che spiri normalmente alla linea vento a 130 km/h;
- 2) che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 1) per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;

Per i sostegni da impiegarsi nelle regioni della zona B la verifica di stabilità dovrà essere eseguita oltre che per le ipotesi 1) anche agli effetti della verifica di stabilità dei sostegni d'angolo intesa come normale alla linea un vento spirante nella direzione della bisettrice dell'angolo formato dalle due campate facenti capo al sostegno di volta in volta considerato.

Nel caso di sostegni di diramazione il vento dovrà essere assunto nella direzione della bisettrice dell'angolo formato da quella fra le varie coppie di campate facenti capo al sostegno che dà luogo alle più favorevoli condizioni di carico.

#### **Carichi agenti sui sostegni**

I carichi che dovranno essere considerati nell'ipotesi di calcolo che interessano il sostegno, sono i seguenti:

- a) spinta del vento agente sui conduttori e sulle corde di guardia con o senza manicotto di ghiaccio;
- b) spinta del vento agente sul sostegno senza incrostazioni di ghiaccio;
- c) spinta del vento agente sugli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;
- d) componenti orizzontali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia nella direzione della campata;
- e) componenti verticali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia;
- f) peso degli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;
- g) peso degli elementi costituenti i sostegni senza incrostazioni di ghiaccio.

Il carico c) è assunto convenzionalmente pari al 5% del corrispondente a) per i sostegni di sospensione o con semplice isolatore rigido e pari a 10% per i sostegni di amarro o con doppio isolatore rigido.

### **Sollecitazioni ammissibili per i sostegni**

Le massime sollecitazioni ammissibili per i sostegni di acciaio non a traliccio delle linee elettriche sono indicate nelle tabelle della CEI 11-4 in funzione del tipo di acciaio impiegato e per un valore di grado di snellezza  $\Lambda$  minore uguale a 15;

### **FONDAZIONI**

Ipotesi di calcolo: La verifica di stabilità delle fondazioni deve essere effettuata nelle stesse ipotesi di calcolo adottate per la verifica dei relativi sostegni utilizzando le formule di cui al par. 2.5.2 e succ. della CE11-4

### **DIMENSIONAMENTO:**

Ipotesi di calcolo:

- Tiro in MSA: 150 daN (42 daN/m<sup>2</sup>) Tiro in MSB: 200 daN (10.5 daN/m<sup>2</sup>) Carico verticale in MSA: 25 daN
- Carico verticale in MSB: 60 daN

**DAL DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE DOVRÀ RISULTARE LA COMPATIBILITÀ CON LA CEI 11-4 con “Massimi tiri in testa”.**

## **5. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **5.1. Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alla direttiva 93/68 in materia di marcatura CE recepita dal Decreto Legislativo 25 novembre 1996 n° 626 pubblicato sul Supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale 14.12.1996.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno possedere caratteristiche adeguate al loro impiego, essere idonei al luogo di installazione e fornire le più ampie garanzie di durata e funzionalità. Inoltre dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI ecc.), anche se non esplicitamente menzionate. In ogni caso essi dovranno essere di prima scelta, delle migliori qualità esistenti in commercio, nonché di larga diffusione.

Dovrà essere pertanto precisata nell'offerta la casa costruttrice, il tipo, le prestazioni e caratteristiche principali relative ad ogni apparecchiatura e materiale che s'intende adottare.

Tutti i componenti degli impianti dovranno essere eseguiti con gli accorgimenti più perfezionati ed i sistemi costruttivi più aggiornati.

Essi dovranno essere conformi ai materiali e componenti indicati nella descrizione generale dell'impianto.

I manufatti lavorati dovranno essere protetti sia per il trasporto, sia per il periodo di immagazzinamento, sia a posa avvenuta fino ad occupazione dei locali.

La protezione dovrà dare una garanzia assoluta contro gli agenti atmosferici ed in special modo contro gli spruzzi di malte, vernici, calce, ecc.

Tutte le opere dovranno essere eseguite con materiali delle migliori qualità esistenti in commercio.

Prima di procedere alla provvista del materiale occorrente all'impianto, dovrà essere presentata una campionatura completa di tutte le parti dell'impianto (tubi, conduttori e accessori, apparecchi illuminanti, interruttori, prese, ecc.) che dovranno essere preventivamente approvati dal Committente.

## **5.2. Campionatura**

Prima di procedere alla provvista del materiale occorrente all'impianto, dovrà essere presentata una campionatura completa delle maggiori parti dell'impianto (tubi, conduttori e accessori, apparecchi illuminanti, interruttori, prese, ecc.) che dovranno essere preventivamente approvati dalla Stazione Appaltante.

## **5.3. Generalità riguardanti i Quadri Elettrici**

### Forniture

Le forniture dovranno comprendere tutti i materiali, apparecchiature principali e ausiliarie occorrenti a rendere i quadri completi secondo le particolari esigenze funzionali del servizio cui sono destinati.

Rientrano pertanto tra le forniture, anche se non espressamente indicati nei disegni del progetto esecutivo, tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie a realizzare gli automatismi prescritti, i soccorritori eventualmente occorrenti per la manovra dei comandi a forte assorbimento di corrente, i trasformatori ausiliari ed in genere ogni accessorio occorrente a rendere i quadri perfettamente funzionanti e finiti a regola d'arte in materia.

Il cablaggio interno dei cavi dovrà essere eseguito solo ed esclusivamente con morsettiere.

### Disegni e Schemi - Libretti di istruzione

Per ciascun quadro dovrà essere fornita la documentazione di cui in appresso redatta in lingua italiana e con unità di misura del sistema metrico decimale:

- Relazione tecnica;
- Disegni esecutivi "as built";
- Particolari costruttivi e d'installazione;
- Schede tecniche di funzionamento;
- Deplianti illustrativi;
- Dichiarazione di conformità degli impianti alle leggi vigenti;

- Stato di consistenza aggiornato degli impianti esistenti;
- Garanzie dei materiali usati e delle apparecchiature fornite in opera.

Per quanto concerne gli elaborati tecnici, s'intende comunque sin d'ora che i rimanenti elaborati non allegati a questo capitolato dovranno essere forniti dal Costruttore.

Il costruttore dovrà altresì completare ed aggiornare anche gli elaborati esecutivi forniti da lui stesso con la versione "as built" in maniera che essi risultino in tutto rispondenti ai quadri nella loro edizione definitiva all'atto della consegna. Gli elaborati eseguiti dal Costruttore dovranno essere di volta in volta, ed in tempo utile, sottoposti all'approvazione del Committente.

Il Committente si riserva il diritto di chiedere ed il Costruttore dovrà eseguire senza alcun compenso quelle varianti di sistemazione o di schema che, senza alterare lo standard del Costruttore, migliorino, ad esclusivo giudizio del Committente, la funzionalità o l'estetica dei quadri.

Il Costruttore dovrà essere responsabile degli errori ed omissioni nei disegni e negli schemi da lui eseguiti, anche se conseguenti ad errori od omissioni palesi risultanti da informazioni, disegni e schemi forniti dal Committente. Il Costruttore pertanto dovrà eseguire gratuitamente le modifiche e correzioni necessarie degli errori ed omissioni rilevanti prima della spedizione dei quadri dalle Officine del Costruttore.

Le correzioni di cui sopra non comprendono ovviamente i difetti di costruzione ricoperti dalla clausola di garanzia stabilita in altri documenti.

Il Costruttore dovrà fornire inoltre una copia riproducibile e due copie normali, racchiuse in custodia plastica trasparente, che dovranno essere sistemate all'interno del quadro entro apposita tasca metallica.

#### Ispezioni e Collaudo

Il Committente o la D.L. avrà diritto di ispezionare saltuariamente la costruzione dei quadri presso le Officine del Costruttore durante le normali ore di lavoro e di eseguire il collaudo dei quadri ultimati dietro congruo preavviso da parte del Costruttore. Ove il Committente non si presenti dalla data indicata per il collaudo, il Costruttore dovrà eseguire da solo le prove e fornire il bollettino di collaudo per ogni quadro.

In ogni caso il collaudo con esito favorevole non libererà il Costruttore dagli oneri risultanti dalla clausola di garanzia.

### **5.4. Cavi per bassa tensione – generalità**

Il decreto legislativo n.106/2017 vieta a partire dal 9 agosto 2017 l'installazione di cavi non conformi al Regolamento UE "CPR" n. 305/2011 immessi sul mercato dopo il primo luglio 2017.

Il tipo, le caratteristiche e la formazione dei cavi da impiegare dovranno essere indicati sulle tavole di progetto.

Alla partenza ciascun cavo sarà direttamente attestato alla morsettiera di uscita per poi essere cablato, internamente al quadro, al proprio interruttore di protezione.

Durante il percorso non saranno eseguite curve con raggio inferiore al minimo ammesso, e non sono verranno eseguite giunzioni sui cavi.

La posa sarà ordinata, senza incroci o sovrapposizioni; nei tratti verticali i cavi saranno fissati con morsetti reggicavo amagnetici, e nei percorsi orizzontali con fascettatura.

In corrispondenza delle due estremità, ad ogni cambio di direzione o comunque al massimo ogni 20m di percorso, su ciascun cavo verrà collocato un cartellino di identificazione con scritta indelebile.

L'esecuzione delle linee di energia in cavo dovrà essere conforme alle Norme CEI 11-17 Fascicolo 558.

Nei punti in cui le canalizzazioni attraverseranno compartimentazioni antincendio, verrà confezionato un setto taglia fuoco con caratteristiche REI uguali a quelle della muratura utilizzando lastre, mastici ed accessori previsti per questo specifico impiego.

Il sistema utilizzato dovrà essere certificato dal Ministero dell'Interno-CSE o da altro laboratorio riconosciuto.

### 5.5. Cavi isolamento 0,6/1 KV

Cavi per energia e segnalazione isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi flessibili e rigidi per posa fissa conformi all'amonizzazione.

Dovranno essere per posa all'esterno, in ambienti anche bagnati. Ideali per posa fissa su murature e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata. Particolarmente adatti in ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi o segnali.

Tensione nominale:	0,6/1 KV
Tensione di prova:	4 KV in c.a.
Temperatura max di esercizio:	90°C
Temperatura max di cortocircuito:	250°C
Conduttori:	da 1 a 5 conduttori di rame stagnato, a corda rigida o flessibile isolati con mescola HEPR qualità G7
Guaina esterna:	guaina in PVC qualità RZ
Norme:	CEI-UNEL 35375-35376-35377
	CEI 20-13
	CEI 20-37 pt.1
	CEI 20-22 III
Colorazione anime:	a tabella CEI-UNEL 00722
Colorazione guaina:	grigio chiaro RAL 7035

Posa:	raggio minimo di curvatura	4D (flessibile) 6D (rigido)
	sfuerzo di trazione	50N/mm <sup>2</sup> di sezione complessiva del rame

Il tipo, le caratteristiche e la formazione dei cavi da impiegare dovranno essere indicati sulle tavole di progetto.

## 5.6. Derivazioni

Per cavi con dorsali interrate **con sezione fino a 6 mm<sup>2</sup>** le derivazioni saranno effettuate nelle apposite morsettiere dei pali.

Particolare attenzione sarà posta nella posa del palo affinché non vengano danneggiati i cavi di derivazione.

Per cavi con dorsali interrate **di sezione oltre i 6 mm<sup>2</sup>**, o per casi particolari, le derivazioni saranno effettuate nei pozzetti con appositi giunti a gel.

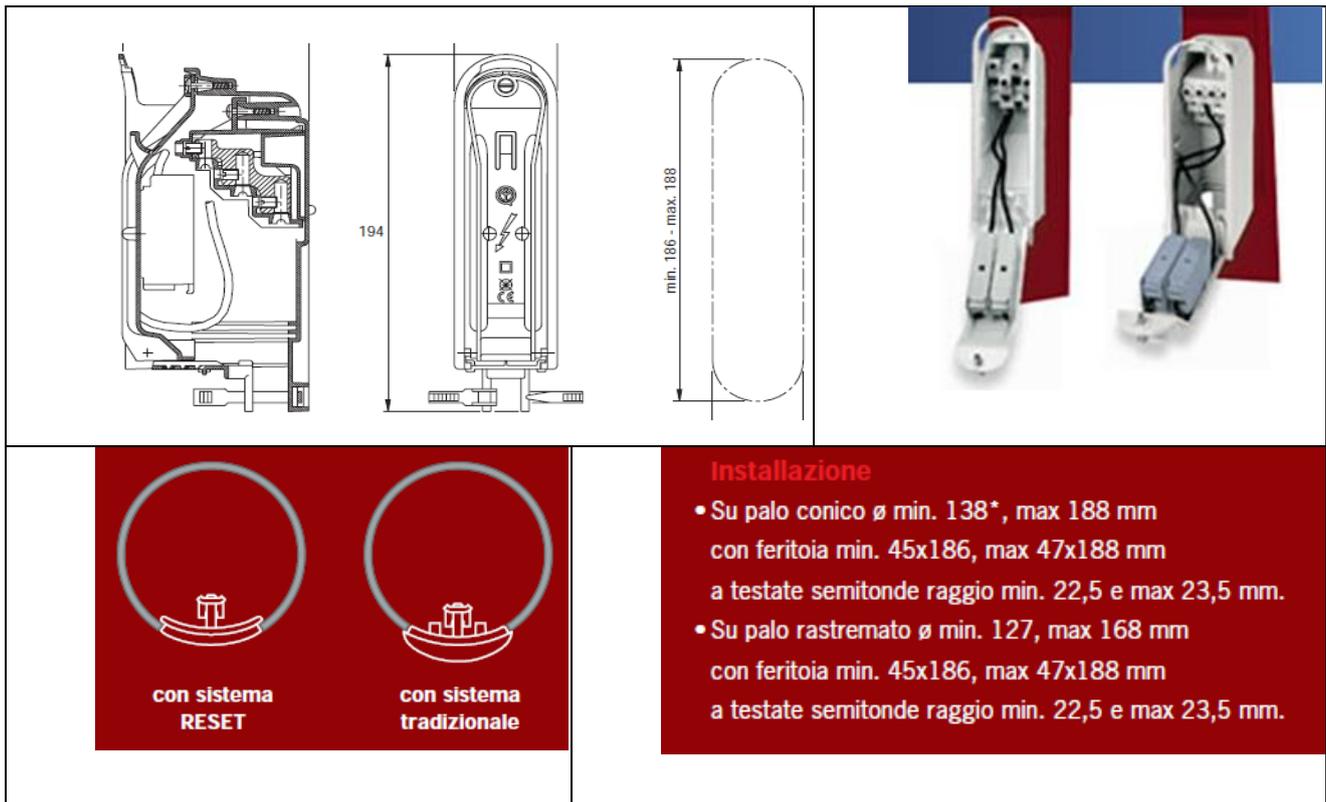
**I cavi in entra/esci dal pozzetto alla morsettiera nel palo saranno protetti con una guaina supplementare in PVC flessibile tipo pesante del diametro di circa 50 mm.**

La derivazione dalla dorsale principale dovrà essere effettuata in **due modi**:

**1) Nei pali:** utilizzando apposite morsettiere da incasso palo in doppio isolamento bipolare e/o quadripolare (tipo Conchiglia e/o Reset Conchiglia). Per nuovi impianti è obbligatorio il tipo reset conchiglia.

Caratteristiche morsettiera:

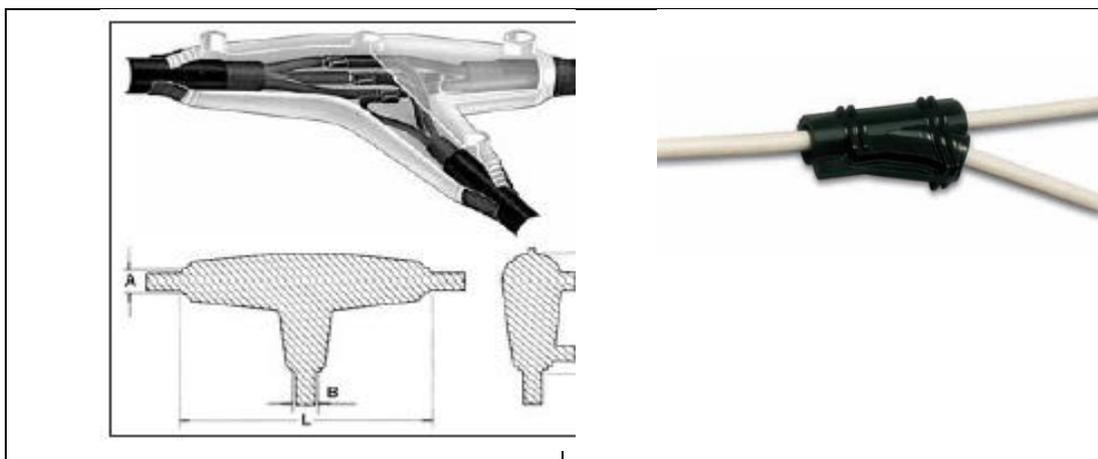
- In resina poliammidica autoestingente Certificazione IMQ.
- Contenitore in classe II secondo CEI 64-8/4.
- Grado di protezione sul perimetro coperchio IP43, in zona ingresso cavi IP23B (secondo CEI EN 60529), Certificazione IMQ.
- Sezionatore per portafusibili a cartuccia e pinze di aggancio fusibile in Ot 58 (UNI 5705).
- Morsetti stampati a caldo in ottone (UNI 5705). Viti serraggio conduttori in acciaio inox AISI 304 (taglio cacciavite).
- Incasso su pali conici diametro minimo 138 mm con feritoia 46x186 mm a testate semitonde.



**2) Dentro pozzetto** con l'utilizzo di giunti in gel che consentano un grado di protezione IP 68 resistenti all'acqua e classe isolamento II.

Il giunto dovrà essere eseguito senza interruzione del conduttore di linea dorsale, utilizzando idonei connettori a compressione crimpati. La salita all'asola dei cavi di derivazione sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi.

La derivazione si attesterà nell'apposita morsettiera monofase come indicato al punto 1 al fine di permettere l'eventuale disalimentazione dell'apparecchio illuminante.



Tutti gli interventi dovranno essere realizzati in classe II

## 5.7. Cavidotti

Oltre a quanto indicato nelle caratteristiche generali dell'impianto, nell'esecuzione dei cavidotti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi indicati nei disegni del progetto esecutivo.

Dovranno essere inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- sondaggi trasversali da eseguire prima dell'inizio degli scavi per accertare la rispondenza del posizionamento dei tubi o cavi rispetto a quanto rilevato dal Concessionario presso gli Uffici Tecnici dei singoli Enti;
- esecuzione dello scavo in trincea con le dimensioni indicate nel disegno esecutivo (è vietato l'uso di pale meccaniche o escavatori di tipo cingolato);
- i cavidotti dovranno essere realizzati con tubazioni in polietilene doppia parete a marchio IMQ, conforme alla norma CEI EN 50086 – 1 (CEI 23 -39) CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46-V1). Resistenza allo schiacciamento: > 450N, esterno corrugato in HDPE di colore rosso, interno liscio, con diametro nominale minimo 125 mm, Resistenza allo schiacciamento: > 750N nel caso di strade carrabili ove non sia possibile rispettare la quota minima di posa di 70 cm (o 50 cm estradosso superiore)
- formazione di cassonetto in calcestruzzo delle dimensioni indicate in disegno, dosato a 250 kg. di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente; durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, etc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne, la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime stradale dovrà essere di tipo luminoso a fiamma o a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dalil Concessionario per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Il mancato rispetto delle prescrizioni sopra indicate potrà determinare sia la sospensione dei lavori che, qualora il Concessionario risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente Appalto o anche in Appalti precedenti, la risoluzione del contratto. Sia per la sospensione dei lavori che per la risoluzione del contratto vale quanto indicato nei corrispondenti articoli del Capitolato.

Per i cavidotti in terreno senza pavimentazione, salvo disposizioni diverse della Direzione Lavori, è permesso il reinterro con materiale di risulta; il materiale eccedente dovrà essere trasportato alla pubblica discarica.

Per i cavidotti in massicciata bitumata o in marciapiede, il reinterro sarà eseguito solo con ghiaia naturale vagliata; il materiale di risulta dello scavo dovrà essere trasportato alla pubblica discarica.

I cavidotti dovranno essere forniti di tutte le operazioni sopra descritte, sia la fornitura della ghiaia, se richiesta, sia il trasporto totale o parziale del materiale eccedente.

Si ribadisce che nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

## 5.8. Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 Kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni o in calcestruzzo dosato a 250 Kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- conglobamento, nella muratura, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto e sigillatura con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio nel caso di impiego di mattoni pieni;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato.
- riempimento del vano residuo con ghiaia naturale costipata;
- trasporto alla discarica del materiale di risulta.

È consentita in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione delle pareti laterali in calcestruzzo.

Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente sottoposti alla Direzione Lavori.

I pozzetti potranno essere realizzati anche mediante anello in CLS senza fondo, ispezionabili.

I chiusini dovranno essere in ghisa sferoidale, costruiti secondo le norme UNI EN 124 classe minima B125, con coperchio autocentrante sul telaio, che è a struttura alveolare, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe minima di resistenza (B125), marchio del fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.



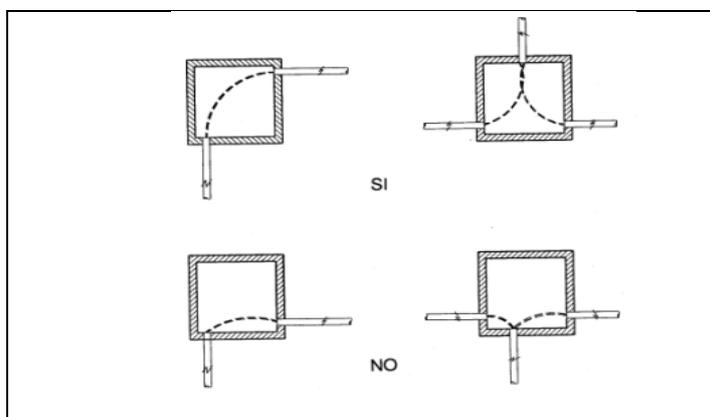
La scelta della classe di portata, da definire sulla base del sito di posa, rimane a cura del progettista. I pozzetti dovranno essere posizionati in corrispondenza di ciascuna derivazione e di ciascun cambio di direzione, ed almeno ogni 30 ÷ 35 m nei tratti rettilinei.

La botola dei pozzetti dovrà comunque essere posta a livello del suolo in modo da risultare scoperta ed accessibile ma da non creare insidie di sorta.

***Sulle strade a traffico motorizzato saranno esclusivamente in classe D400***

Il raggio minimo di curvatura indicato dalla maggior parte dei costruttori di cavi in gomma è di 6D (dove D è il diametro esterno del cavo) per i cavi in gomma G7.

Pertanto nei cambiamenti di direzione la disposizione delle tubazioni e le dimensioni dei pozzetti occorre tenerne conto.



### 5.9. Sostegni e sbracci

I nuovi sostegni e/o quelli sostituiti per la posa dei corpi illuminanti di illuminazione pubblica dovranno essere conformi alle norme UNI-EN 40.

Durante la posa sarà curato il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

Quest'ultima dove possibile sarà realizzata in modo omogeneo sul territorio del comune e generalmente compresa, per l'illuminazione delle strade, tra i 6 ed i 9 metri fuori terra. Altezze superiori dovranno essere utilizzate solo nel caso siano strettamente necessarie per garantire un'illuminazione corretta della sede stradale ed in accordo con l'ufficio competente del comune.

Per i punti luce di nuova realizzazione in cui i sostegni risultino a distanza dalla carreggiata saranno, inoltre, da prevedere adeguati sbracci in modo che il corpo illuminante risulti il più possibile vicino alla strada e si trovi quindi nelle condizioni di resa massima e il retroflusso che tutti i corpi illuminanti hanno sia sfruttato per l'illuminazione del marciapiede.

In alcuni casi saranno forniti anche dei pali di tipo ricurvo dotati di estetica migliorata rispetto la composizione sostegno più sbraccio, sempre per il motivo di avvicinare il corpo illuminante alla strada con il fine di installarlo nelle condizioni di resa massima.

I pali stradali dovranno essere prevalentemente del tipo conico non rastremato in acciaio S275JR ottenuto con processo di laminazione a caldo, zincati a caldo, con guaina anticorrosione alla base del palo e verniciati a polveri visto l'utilizzo in contesto urbanizzato.

La protezione della base del palo sarà sempre realizzata dal costruttore del palo stesso, con certificazione di conformità alla Norma UNI EN 40, e sarà costituita da manicotto in acciaio saldato alla base in caso di verniciatura del palo, in alternativa per sostegni non verniciati, si ritiene adeguata guaina termorestringente.

In corrispondenza della zona d'incastro del palo nel plinto di fondazione sarà realizzato un cordolo in CLS di tipo "a raso".

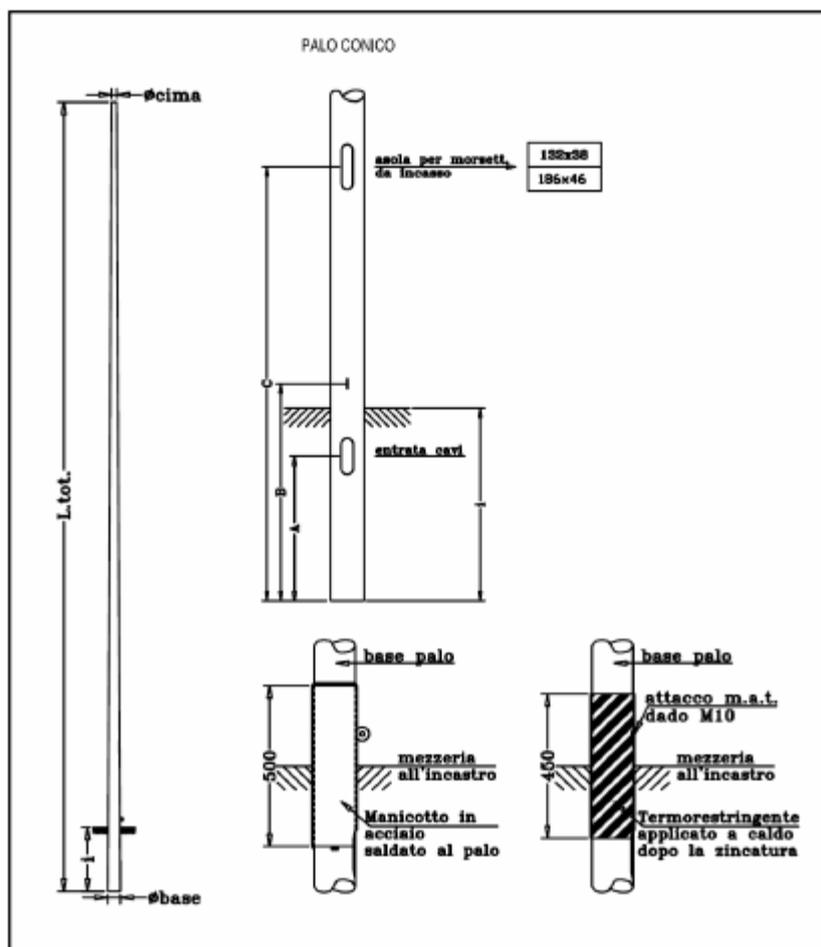
I sostegni saranno completi di numero due aperture delle seguenti dimensioni:

un foro ad asola della dimensione 150 mm x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo; una seconda finestrella d'ispezione delle dimensioni 200mm x 75mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo.

La chiusura della finestrella d'ispezione sarà eseguita mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello sarà montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP33 secondo norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione consentirà l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

L'eventuale verniciatura dei pali sarà realizzata e certificata direttamente dalla casa costruttrice. Essa sarà prevista in tutti i casi in cui gli impianti di nuova realizzazione siano previsti nei centri storici o utilizzando corpi illuminanti definibili d'arredo o di pregio.



Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con d adì riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori saranno poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo avverrà tramite grani in acciaio

INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti saranno in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo norma UNI 6900/71.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) sarà utilizzata la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo saranno impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

## 5.10. Caratteristiche generali degli apparecchi di illuminazione

La presente specifica riporta i requisiti minimi per la seguente gamma di apparecchi:

- 1) Armatura con montaggio testa-palo o su braccio per applicazione stradale
- 2) Apparecchio da arredo urbano per aree verdi
- 3) Kit relamping

Gli apparecchi in oggetto devono essere progettati specificatamente per l'impiego di moduli di sorgenti luminose allo stato solido (LED). Non sono ammessi prodotti adattati o retrofit di apparecchi esistenti sul mercato costruiti per altri tipi di sorgenti luminose e successivamente adattati a sorgenti LED.

Sono ovviamente esclusi da tale discorso i kit di relamping a LED per prodotti artistici (es. lanterne).

Il telaio ed il corpo dell'apparecchio che contiene i moduli, le eventuali ottiche e i relativi apparati di alimentazione devono essere realizzati in alluminio, ottone, rame o acciaio inox e trattati con adeguati processi in maniera da aumentare la resistenza alla corrosione. La verniciatura non deve essere utilizzata come protezione primaria contro la corrosione.

L'involucro ed in particolare il dispositivo di ancoraggio al sostegno, devono essere progettati in modo tale da agevolare l'installazione, prevedendo l'utilizzo di attrezzi di uso comune, nelle normali condizioni di lavoro con l'operatore su piattaforma aerea. Gli apparecchi e tutti gli accessori non devono avere parti taglienti o spigoli che possano rappresentare un pericolo durante l'installazione e manutenzione.

Le guarnizioni e i collanti impiegati per le sigillature devono essere realizzati con materiale che mantenga nel tempo le sue caratteristiche di tenuta e devono essere idonei a sopportare eventuali sollecitazioni di tipo meccanico e termico. Le guarnizioni possono essere di tipo stampato o depositato. Non sono ammesse guarnizioni che presentino punti di discontinuità che possano compromettere la tenuta della guarnizione nel tempo (es punti di incollaggio di guarnizioni estruse).

Lo schermo diffusore messo a protezione delle sorgenti luminose deve essere di tipo piano in vetro temperato di spessore almeno 4mm e deve garantire per almeno 10 anni la non opacizzazione del materiale utilizzato.

Non sono ammessi prodotti con lenti esposte.

Non è ammesso l'utilizzo di lenti a rifrazione di materiale plastico, ma solo ottiche a riflettore metallico/metallizzato

L'apparecchio deve essere corredato di Manuale d'uso e Manutenzione, il quale deve riportare l'indicazione delle operazioni e procedure previste per gli interventi sui componenti, le modalità operative e gli utensili da utilizzare come richiesto nei successivi paragrafi.

### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Nei paragrafi successivi sono elencate le caratteristiche costruttive dei corpi illuminanti.

#### **TIPOLOGIA DI ATTACCO**

Tutta la bulloneria impiegata deve essere imperdibile e realizzata in acciaio inossidabile non inferiore ad AISI 304 e, inoltre, deve essere dotata di tutti quegli accorgimenti tali da impedire l'allentamento del serraggio nel tempo (utilizzando ad esempio bulloneria autobloccante).

Il dispositivo di fissaggio dell'apparecchio di illuminazione, in funzione della tipologia di installazione, deve avere le seguenti caratteristiche:

***Installazione a testa-palo o su braccio per applicazione stradale***

Il dispositivo di fissaggio dell'apparecchio al palo di sostegno deve essere realizzato con sistema a bicchiere e deve essere solidale alla struttura portante. Il suddetto dispositivo deve essere dotato di carenatura anti-nidificazione, deve permettere l'esecuzione delle operazioni di serraggio dell'armatura senza la necessità di sostenerne il peso e garantire una presa sul sostegno per una lunghezza non inferiore a 90 mm per un codolo di diametro pari a 60 mm o 76 mm (in fase d'ordine sarà precisata una delle 2 misure).

Il dispositivo deve permettere l'installazione dell'apparecchio a testa-palo o su braccio, con inclinazione variabile rispetto al piano stradale di  $0^\circ \div +20^\circ$  per la posa a testa-palo e di  $-20^\circ \div +0^\circ$  per la posa su braccio (con gradini di regolazione di  $5^\circ$ ).

L'installazione del dispositivo di fissaggio al palo deve essere possibile utilizzando attrezzi di comune dotazione al personale tecnico.

#### ***Installazione a testa-palo per aree verdi e arredo urbano***

Il dispositivo di fissaggio dell'apparecchio al palo di sostegno deve essere realizzato con sistema a bicchiere e deve essere solidale alla struttura portante. Il suddetto dispositivo deve essere dotato di carenatura anti-nidificazione, deve garantire una presa sul sostegno per una lunghezza non inferiore a 90 mm per un codolo di diametro da 60 mm a 76 mm.

#### ***Kit Relamping***

Il sistema di relamping dovrà prevedere opportuni punti di appoggio e fissaggio al corpo dell'apparecchio esistente. Tutti i componenti dovranno essere accessibili, cablati e integrati in unica piastra metallica.

Il committente renderà disponibile in fase di offerta un campione del prodotto su cui dovrà essere effettuato il relamping.

Il costruttore, previa visione del prodotto, dovrà realizzare la piastra cablaggio, comprensiva di alimentatore, gruppo ottico, sistema di protezione, sistema di connessione alla rete in modo che si adatti alla struttura esistente senza alterare il grado di protezione IP e compromettere il doppio isolamento.

### **REQUISITI TERMICI**

Gli apparecchi devono garantire una dissipazione termica tale da impedire il superamento della temperatura di  $65^\circ\text{C}$  delle superfici esterne dopo 24h di accensione continua con una temperatura ambiente di  $25^\circ\text{C}$ .

### **RESISTENZA ALLE VIBRAZIONI**

Gli apparecchi presentati devono garantire opportuna resistenza alle vibrazioni. La resistenza deve essere comprovata da opportuno test report di laboratorio. La prova dovrà essere eseguita in accordo ai principi della IEC 60068-2-6. Le frequenze di prova dovranno scaturire da una opportuna ricerca delle frequenze critiche (risonanza) sul prodotto considerato. I livelli di prova del test devono tenere di conto degli effetti vibrazionali dovuti dall'oscillazione del palo durante il normale funzionamento operativo.

### **REQUISITI DI VERNICIATURA**

L'involucro costituente l'intero corpo dell'apparecchio di illuminazione deve essere adeguatamente preparato in modo da garantire una buona adesione della vernice e deve essere verniciato impiegando prodotti e cicli di pitturazione idonei a garantire la durabilità della finitura nelle condizioni di corrosività previste. Deve essere fornito in fase di offerta il test report relativo ai particolari dell'involucro esterno dell'apparecchio in accordo alla norma UNI ISO 9227 per almeno 2500hr di esposizione in camera a nebbia salina.

### **REQUISITI DEI COMPONENTI PRINCIPALI DELL'APPARECCHIO**

I componenti principali dell'apparecchio, modulo LED, alimentatore, modulo di Telecontrollo (se presente), devono essere interconnessi elettricamente tra loro mediante cavo gommato o unipolare siliconico (per esempio del tipo HO5SS-K o FG4G4-VDE) o con isolamento FEP. In ogni caso è obbligatorio che il sistema garantisca il doppio isolamento (quando richiesto in fase d'ordine).

Il cablaggio deve essere assicurato in modo tale da evitare che l'accidentale fuoriuscita dei cavi dal proprio morsetto possa portare a contatto le parti attive con il telaio dell'apparecchio.

### **PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI**

Gli apparecchi (in classe di isolamento II) devono risultare "autoprotetti" contro picchi di tensione di almeno 8kV a modo comune e differenziale.

E' richiesto un dispositivo di protezione da sovratensioni (SPD). Sono ammessi collegamenti di terra funzionale dell'SPD con parti metalliche accessibili solo nelle versioni in classe I.

Il dispositivo di protezione contro i picchi di tensione deve disporre di protezione termica incorporata atta a disconnettere l'apparecchio in caso di guasto o termine della propria vita utile. Deve essere presente inoltre un led di segnalazione che indichi il corretto funzionamento del dispositivo (Led Acceso = dispositivo funzionante-carico alimentato, Led Spento = dispositivo guasto o fine vita raggiunta-carico non alimentato).

Il livello di protezione alle sovratensioni dichiarato deve essere comprovato da test report di laboratorio certificato in accordo alla norma EN 61547 e deve essere relativo a tutto l'apparecchio nel suo complesso.

Non sono ammesse, perché ritenute insufficienti, dichiarazioni e/o certificazioni relative al livello di protezione dei singoli componenti utilizzati (es. 10kV del varistore o 8kV dell'alimentatore).

### **PRESTAZIONE ENERGETICA**

La prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione deve essere pari almeno alla classe A dell'indice IPEA in accordo al DM 18/10/2017

### **MODULO LED**

Le caratteristiche dei LED nei moduli utilizzati devono essere garantite omogenee all'interno di ciascun lotto di fornitura.

Non saranno accettati assemblaggi realizzati esclusivamente mediante l'uso di mastice o colla per l'accoppiamento delle parti.

Il flusso luminoso dell'apparecchio, dichiarato dal costruttore/produttore, deve essere quello realmente individuato in fase di rilievo fotometrico, alle condizioni standard d'esercizio, e non quello nominale delle sorgenti led utilizzate.

La temperatura di colore della luce emessa dalla sorgente luminosa dell'apparecchio deve avere valori appartenenti al range 4.000 K (salvo diversa richiesta espressa in fase d'ordine).

Le sorgenti LED che compongono l'apparecchio devono avere un indice di resa cromatica (CRI) pari o superiore a 70 ( $Ra \geq 70$ ).

### **EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO**

L'efficienza totale di sistema (valore inteso come il rapporto tra il flusso luminoso emesso dall'apparecchio e la potenza totale assorbita dallo stesso) deve essere :

Apparecchio stradale 4000K : pari o superiore a 100 lm/W

Apparecchio per aree verdi e da arredo urbano 4000K : pari o superiore a 85 lm/W

### **VITA STIMATA DELL'APPARECCHIO**

L'apparecchio deve presentare dopo 100.000 ore di funzionamento, alla temperatura di funzionamento  $t_A$  e alla corrente led tipica di alimentazione IF, un deprezzamento massimo del flusso luminoso dell'80% con tasso di guasto del 10% (Vita > 100.000hr L80B10 inclusi i guasti critici in accordo alla IEC 62717).

Si precisa che la stima del deprezzamento luminoso deve tenere di conto del numero di led utilizzati nell'apparecchio. Non è ammesso il calcolo secondo la norma IESNA TM-21.

#### **ALIMENTATORE**

L'alimentazione dei driver deve avere una tensione nominale di 220-240Vac con un campo di variabilità di  $\pm 10\%$ , frequenza di 50-60Hz. L'alimentatore deve essere tale da garantire un'alta impedenza in uscita ad armatura spenta.

L'alimentatore, per potenze superiori a 50W, deve avere un rendimento a pieno carico  $\geq 90\%$  e per potenze inferiori a 50W di almeno 87% a pieno carico.

Il fattore di potenza minimo a pieno carico dovrà essere pari o superiore a 0,95.

L'alimentatore deve comunque garantire, nelle condizioni di utilizzo considerate, un fattore di potenza non inferiore a 0,8 con livelli di dimmerazione pari al 50%.

L'alimentatore deve avere un tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per 100.000 ore di funzionamento.

L'alimentatore dovrà essere dotato di funzione di recupero del flusso luminoso (CLO). Tale funzione non dovrà essere considerata per la valutazione della potenza nei calcoli illuminotecnici.

#### **REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO**

Gli apparecchi devono essere dotati di un dispositivo di dimmerazione automatica del flusso luminoso.

Deve essere garantita la dimmerazione (riduzione) del flusso luminoso emesso dagli stessi senza necessità di utilizzare un comando esterno.

Il sistema di dimmerazione del flusso luminoso deve essere posto all'interno dell'apparecchio.

Il suo funzionamento deve essere autonomo e non deve determinare la necessità di utilizzare cablaggi o cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione.

Il sistema deve consentire la possibilità di impostare l'orario di inizio e di fine dimmerazione ed il profilo di regolazione nel tempo.

I parametri della regolazione devono poter essere modificabili in locale, a mezzo di opportuno programmatore.

Per la definizione del profilo orario della dimmerazione deve essere possibile utilizzare l'orologio astronomico interno al dispositivo oppure deve essere disponibile un algoritmo software per il riconoscimento della mezzanotte virtuale. In ogni modo il periodo di regolazione sarà funzione delle ore vere di buio giorno per giorno.

Non si ritengono accettabili sistemi di regolazione basati solo sull'istante di accensione;

#### **REQUISITI ILLUMINOTECNICI**

Il fornitore dovrà produrre la documentazione relativa alle verifiche illuminotecniche utilizzando un programma di uso comune, (es. Relux, Dialux), con chiara evidenza dei file fotometrici utilizzati (fotometrie certificate).

Il fattore di manutenzione da utilizzare nei calcoli 0,8 per apparecchi con gruppo ottico realizzato in riflettori di alluminio e di PC metallizzato e schermo di protezione in vetro; 0,7 per apparecchi con gruppo ottico realizzato in lenti di rifrazione in materiale plastico e schermo di protezione in vetro

#### **DOCUMENTAZIONE**

#### **MANUALE D'USO E MANUTENZIONE**

In fase di offerta dovrà essere fornito il Manuale d'Uso e Manutenzione che deve illustrare almeno i seguenti punti:

- Descrizione delle caratteristiche costruttive e dimensionali degli apparecchi
- Istruzioni di montaggio e uso manutenzione
- Istruzioni di programmazione del sistema di regolazione del flusso luminoso
- Schemi elettrici dei cablaggi
- Descrizione parti di ricambio
- Schede per la manutenzione ordinaria
- Termini di garanzia

#### **CERTIFICAZIONI DI PRODOTTO E SCHEDE TECNICHE MATERIALI**

Il costruttore/fornitore dovrà corredare la propria offerta economica della seguente documentazione rilasciata da un laboratorio accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente PER TUTTE LE TIPOLOGIE DI APPARECCHIO O KIT PROPOSTO:

- Schede prodotto degli apparecchi offerti
- Immagini, brochure, estratto del catalogo
- Specifiche tecniche dei componenti elettrici installati e relative omologazioni;
- Rapporto di prova attestante il soddisfacimento del fattore di mantenimento del flusso luminoso e del tasso di guasto totale (moduli led e alimentatori) dell'apparecchio in conformità ai requisiti della presente specifica;
- Dichiarazione UE di conformità;

## **6. MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DEI LAVORI**

### **6.1. Norme generali**

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dal Direttore dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed al progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

Il Concessionario è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Stazione Appaltante, il Concessionario ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

Il Direttore dei Lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà del Concessionario di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

### **6.2. Rilievi e tracciamenti**

Dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, il Concessionario dovrà eseguire a proprie spese, secondo le norme che saranno impartite dal Direttore dei Lavori, i tracciamenti necessari per la posa dei conduttori, dei pali, degli apparecchi di illuminazione e delle apparecchiature oggetto dell'appalto.

Il Concessionario sarà tenuto a correggere ed a rifare a proprie spese quanto, in seguito ad alterazioni od arbitrarie variazioni di tracciato, il Direttore dei Lavori ritenesse inaccettabile.

### **6.3. Scavi e rinterri in genere**

Gli scavi ed i rinterri in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni progettuali e secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dal Direttore dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi e rinterri in genere il Concessionario dovrà ricorrere all'impiego di adeguati mezzi meccanici e di mano d'opera sufficiente in modo da ultimare le sezioni di ciascun tratto iniziato.

Nell'esecuzione degli scavi in genere il Concessionario dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di

eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

Il Concessionario dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e la Legge 24 marzo 2012, n. 28 recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte a giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che il Concessionario dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Il Direttore dei Lavori potrà fare asportare, a spese del Concessionario, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Le materie provenienti dagli scavi da utilizzare per rinterri dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dal Direttore dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

### Scavi

Ove necessario lo scavo a trincea stretta è la miglior sistemazione nella quale collocare un cavidotto, in quanto una parte del carico sovrastante si scarica sulle pareti dello scavo. Questo tipo di scavo sarà impiegato il più possibile, compatibilmente con la natura del terreno.

La larghezza della trincea è determinata dalla profondità di posa e dal diametro del cavidotto, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con eventuali manicotti di giunzione e naturalmente l'agilità al personale.

In ogni caso la trincea è tanto più efficace quanto minore è la sua larghezza.

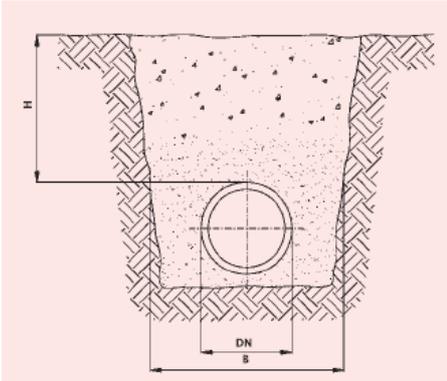
Per quanto riguarda gli scavi relativi a trincea, blocchi di fondazione e pozzetti, il disfaccimento della pavimentazione stradale sarà limitato alla superficie strettamente indispensabile alla esecuzione del lavoro compatibilmente con la stabilità degli scavi.

Considerato che normalmente il tubo ha una dimensione di 110 cm lo scavo di trincea, avrà in genere una larghezza di circa 30/35 cm. e la profondità non minore a 70/80 cm. sui marciapiedi, banchine stradali e simili e profondità non minore a m 1 in particolari casi a giudizio della D.L.

La suddetta trincea sarà eseguita con spalle diritte a piombo e con fondo netto, pulito e perfettamente in piano ed ogni caso bisogna procedere in modo da prevenire o impedire scostamenti o franamenti, ad assicurare la circolazione stradale e l'accesso alle abitazioni

ed ai negozi; a garantire l'incolumità delle persone mediante la posa di opportuni ripari, recinzioni, passerelle ed appropriate segnalazioni diurne e notturne; a mantenere in ogni caso la continuità del transito su strade e marciapiedi, provvedendo se necessario a richiedere l'intervento delle Autorità per l'eventuale temporanea sospensione della circolazione.

È implicito che in sede di esecuzione degli scavi si porrà ogni cura perché il materiale di sterro accumulato non arrechi intralci al traffico e all'accesso delle proprietà pubbliche o private, nonché al libero deflusso delle acque comunque scorrenti in superficie, le quali non dovranno in nessun caso riversarsi negli scavi eseguiti.

Indicazioni per tipo di scavo in trincea stretta	B	
	$\leq 3 \text{ DN}$	$< H/2$
	<p><b>DN</b>= diametro nominale del tubo</p> <p><b>B</b>= larghezza della trincea misurata dal livello superiore del tubo</p> <p><b>H</b>= altezza del riempimento misurata dal livello superiore del tubo</p>	

### Rinterri

Eseguita la posa delle tubazioni, la costruzione dei blocchi di fondazione e dei pozzetti, si procederà al getto di un primo strato di terra vagliata di spessore idoneo a inglobare la "struttura", e quindi si completerà il re interro in genere con i materiali provenienti dagli stessi scavi, ovvero di qualsiasi altra provenienza purché indicati adatti dalla D.L.

A lavoro ultimato tutte le opere non dovranno dare luogo ad avvallamento o cedimenti. Le materie di recupero dai re interri, dovranno essere portate prontamente alla discarica fuori dall'ambito del cantiere.

### Letto di posa

Il letto di posa sarà accuratamente compattato in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo il cavidotto.

Il fondo della trincea sarà costituito da materiale di riporto, normalmente sabbia o sabbia mista a ghiaia, in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

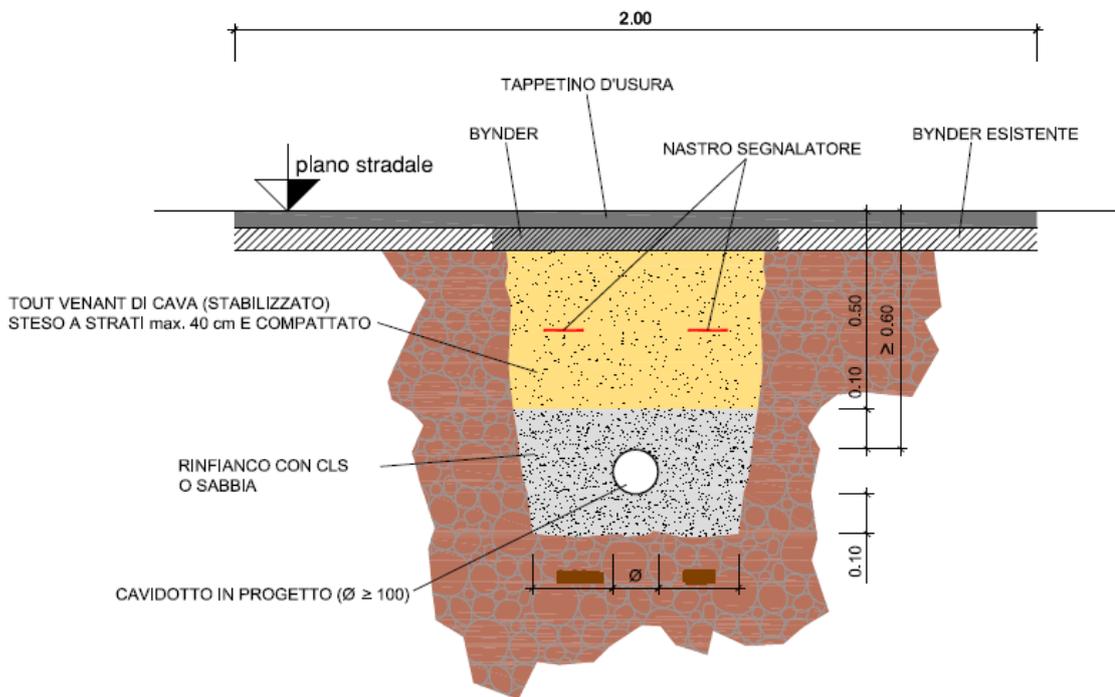
### Riempimento dello scavo

Il riempimento della trincea è l'operazione più importante per la posa dei cavidotti.

Tale operazione sarà eseguita correttamente per poter realizzare una perfetta interazione tra cavidotto e il terreno e permettere quindi al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento sia dai carichi che gravano sullo scavo.

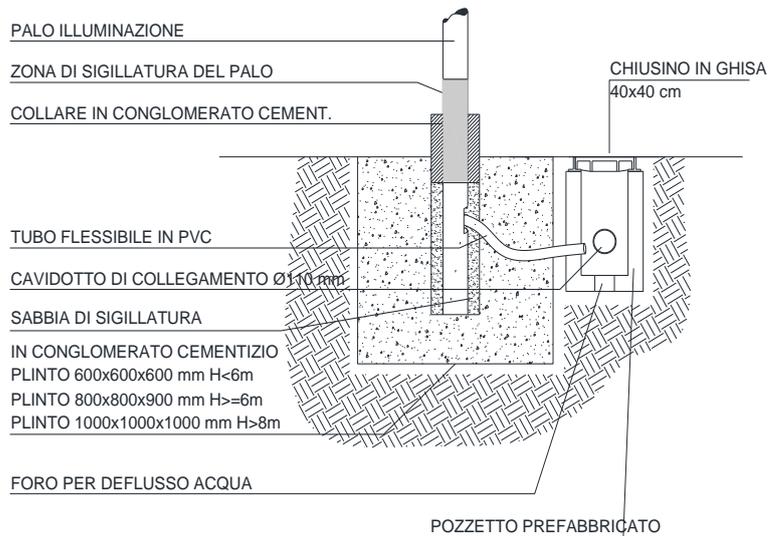
Il modo corretto è quello di effettuare un riempimento per strati successivi della trincea:

- Il primo strato consiste nel rinfianco del cavidotto fino a raggiungere la generatrice superiore del tubo, utilizzando lo stesso materiale impiegato per la costituzione del letto di posa. La costituzione viene eseguita solamente sui fianchi del cavidotto.
  - Un secondo strato di circa 15/20 cm, realizzato ancora con lo stesso materiale del letto di posa sarà costipato solo lateralmente al cavidotto, e non sulla verticale dello stesso. Così si evitano sollecitazioni dinamiche al cavidotto.
  - Per gli strati successivi di circa 30 cm dovrà essere utilizzato il materiale proveniente dallo scavo, depurato dalle pietre di diametro superiore a 5 cm e dai vegetali.
  - Infine dovrà essere eseguita la posa di nastro segnalatore.
- La compattazione degli strati sarà eseguita con la massima attenzione, avendo cura di eliminare i materiali difficilmente comprimibili. Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di asfalto con bynder e tappetino d'usura.



## PARTICOLARE PLINTO - POZZETTO - DORSALE

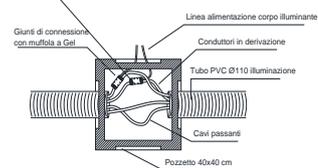
DISEGNI TECNICI DI DETTAGLIO  
Particolari: Pozzetto + Plinto + Palo



NOTA: PER I DETTAGLI TECNICI DEI POZZETTI E DI TUTTE LE INFRASTRUTTURE SI FA RIFERIMENTO AL PROGETTO ARCHITETTONICO

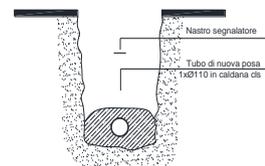


Particolari: Giunti in pozzetto



NOTA: PER I DETTAGLI TECNICI DEI POZZETTI E DI TUTTE LE INFRASTRUTTURE SI FA RIFERIMENTO AL PROGETTO ARCHITETTONICO

Particolari: Posa tubo



NOTA: PER I DETTAGLI TECNICI DELLE INFRASTRUTTURE SI FA RIFERIMENTO AL PROGETTO ARCHITETTONICO

## POSA IN MINITRINCEA

### Specifiche dello scavo



Questa tecnica permette di minimizzare i costi, le dimensioni del cantiere e velocizzarne al massimo l'esecuzione. L'obbligo della profondità minima è stata superata dall'art. 5 comma 3 della Direttiva 3 del Marzo 1999 e successivamente con la pubblicazione del decreto scavi del Ministero dello Sviluppo Economico che fornisce le specifiche tecniche delle operazioni di scavo e ripristino per la posa di infrastrutture digitali nelle infrastrutture stradali.

Tali indicazioni vengono suddivise in sezioni, a seconda della tecnologia utilizzata (minitrincea, perforazione orizzontale e scavo tradizionale) e in base all'infrastruttura stradale: urbana, extraurbana e autostrade. L'ottimizzazione dei cantieri può essere perseguita applicando diverse tecniche, alcune delle quali sono consolidate, altre in via di sviluppo.

La "minitrincea" viene eseguita utilizzando macchine scavatrici tipo Vermeer a disco con utensili al carburo di tungsteno, di medie e piccole dimensioni. Il taglio dello scavo risulta netto in superficie, evitando in modo assoluto di lesionare la pavimentazione limitrofa alla sezione di scavo.

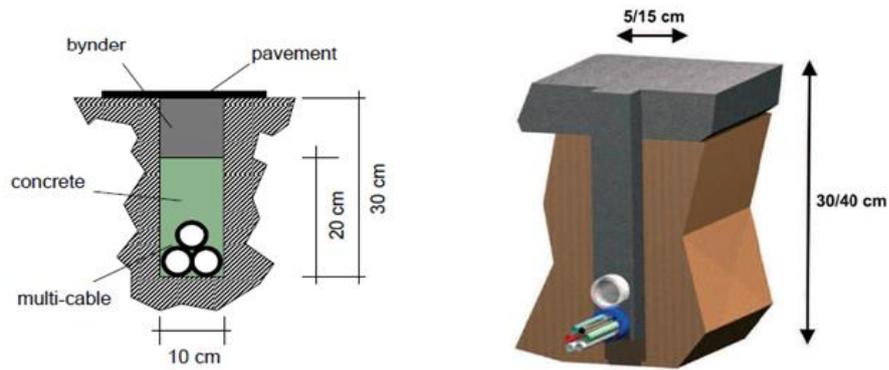
Sono da evitare per quanto possibile bruschi cambi di direzione dei percorsi, ove questi siano richiesti dovranno possibilmente effettuarsi tramite vertici angolati, tali da consentire il rispetto del minimo raggio di curvatura dei tubi, dei monotubi di raccordo e delle fibre stesse.

La tecnica della "minitrincea," è applicabile su tracciati che contemplino generalmente superfici asfaltate e/o in calcestruzzo come strade e marciapiedi aventi un sottofondo di materiale compatto. L'utilizzo di tale tecnica è invece da valutare nei percorsi dove sono presenti strade sterrate, ad eccezione di eventuali brevi attraversamenti stradali (purché comunque con sottofondo di tipo compatto).

La nuova infrastruttura di posa è idonea a contenere monotubi di diametro 50 e 40 mm. che possono essere sotto armati con microtubi, consentendo così di poter disporre di un'infrastruttura in grado di ospitare un maggior numero di cavi (come ad esempio la fibra ottica).

La minitrincea deve essere normalmente realizzata effettuando contemporaneamente il disfacimento della pavimentazione e uno scavo avente sezione di larghezza compresa tra 5 e 15 cm e profondità compresa tra 30 e 40 cm.

In tutti i casi l'estradosso, dalla sommità del pacco tubi al piano della carreggiata deve essere sempre garantito in 25 cm. Allo scopo di assicurare un estradosso costante di 25 cm i tubi dovranno essere fermati sul fondo della minitrincea assicurandosi che con la posa della malta aerata non subiscano la spinta verso l'alto.



Infatti la Minitrincea dovrà essere sempre riempita con malta a base cemento areata, la quale, dato il grado di liquidità, si infila nelle pareti e sul fondo dello scavo, ricreando con l'indurimento, che avviene in circa 12 ore, una totale coesione della Minitrincea stessa con il corpo stradale esistente; tale caratteristica rende impossibile lo sviluppo di sgranamenti e/o cedimenti della struttura stradale stessa. Il riempimento della Minitrincea con tale soluzione restituisce alla strada la compattezza e l'elasticità iniziale.

Un dispositivo continuo e automatico, permette il parziale allontanamento del materiale scavato dai bordi della trincea, agevolando così le operazioni di posa della condotta e il riempimento con malta areata della trincea, mentre l'area oggetto dell'operazione rimane sempre pulita.



#### 6.4. Canalizzazioni per illuminazione pubblica

Le canalizzazioni saranno eseguite nel rispetto delle norme vigenti per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica.

Per quanto riguarda i tipi di materiali da impiegare e la profondità di posa delle tubazioni in funzione della loro ubicazione, dovranno essere osservate le norme che regolano le interferenze con gli altri sottoservizi esistenti o in corso di esecuzione.

Le condotte saranno realizzate con tubazioni poste in opera alle prescritte profondità, previa preparazione del piano di posa, rinfiancate con sabbia.

Il rinfianco dei tubi ed il rinterro del cavo verrà eseguito secondo quanto previsto dai disegni di progetto e con materiali ritenuti idonei dal Direttore dei Lavori.

## **6.5. Verniciature e garanzie**

Tutti i pali, paline, bracci a palo, bracci a muro, braccetti, staffe a murare, staffe per posa con tasselli, presenti nell'area dovranno essere posati, verniciati con una prima mano, verniciati a finire con una seconda mano a cura del Concessionario.

Il Concessionario dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni:

La verniciatura si effettuerà su superfici metalliche perfettamente asciutte; pertanto è vietato procedere all'esecuzione di detta operazione nelle prime ore del mattino ed in presenza di pioggia, nebbia, rugiada, o in ogni caso con umidità relativa dell'aria ambiente superiore all'80% o con temperatura inferiore a +5 °C.

La verniciatura dovrà in ogni modo essere eseguita nelle condizioni atmosferiche previste dalle schede tecniche delle vernici impiegate.

I prodotti vernicianti dovranno essere fabbricati da primaria azienda specializzata nel settore e risultare della migliore qualità rintracciabile in commercio, ed inoltre il ciclo di lavorazione dovrà essere effettuato con prodotti di uguale provenienza.

Il Concessionario non potrà impiegare prodotti che non siano stati precedentemente approvati dal Direttore dei Lavori, che potrà quindi rifiutarli se ritenuti inadatti.

Il ciclo di verniciatura (tre mani) dovrà essere idoneo per strutture in acciaio grezzo e/o zincato a caldo, sottoposte ad atmosfera industriale.

Le superfici in acciaio non devono presentare olio, grassi e impurità, scorie di laminazione, ruggine e sostanze estranee (UNI EN ISO 8501-3, UNI EN ISO 8504-1, 2 e 3). Le stesse dovranno essere trattate molto accuratamente fino ad ottenere una lucentezza metallica.

Nel caso di superfici nuove in acciaio zincato, occorrerà che tutti i contaminanti presenti superficialmente siano rimossi a mezzo di agenti sgrassanti possedenti proprietà emulsionanti, eventualmente miscelati con vapore d'acqua a pressione.

La sola pulizia con solventi in questo caso è da ritenersi insufficiente.

Il prodotto da impiegare per la prima ripresa dovrà essere costituito da una pittura antiruggine di fondo, a base di resine epossipoliamiche e fosfato di zinco surface tolerant, eccellente capacità anticorrosiva, bicomponente, spessore del film a secco di 40 micron.

I colori da utilizzare saranno definiti in accordo con l'Ente Appaltante per la seconda ripresa e per quella di finitura, che dovrà essere uniforme e priva di striature o altre imperfezioni.

La temperatura massima costante a cui dovrà resistere il ciclo è + 80°C, lo spessore totale del ciclo sarà di 120 micron, la resistenza al distacco dal supporto, misurata con prove di quadrettatura in base alla norma UNI ISO EN 2409, dovrà avere livello = 1 (distacco di piccole scaglie di rivestimento alle intersezioni delle incisioni, se l'area incisa interessata non è significativamente maggiore del 5%).

Tutti i prodotti vernicianti, per essere impiegati, dovranno essere contenuti nelle latte originali sigillate, contraddistinte dal marchio di fabbrica, denominazione della merce, numero del lotto ed indicazione della scadenza entro la quale dovranno essere applicati.

Per ogni prodotto verniciante il Concessionario fornirà:

- la scheda tecnica contenente la denominazione commerciale dello stesso, la descrizione e la natura chimica, il numero dei componenti, le caratteristiche di resistenza ed i campi d'impiego, il tipo di supporto e la preparazione delle superfici richieste, la compatibilità con i prodotti impiegati per le riprese precedenti e per quelle successive, le temperature ammissibili (massima costante e saltuaria in °C), il rapporto di catalisi (in peso e volume), diluente prescritto (tipo), diluizione massima consentita (%), modalità di preparazione del prodotto, sistema/i di applicazione prescritto/i, condizioni ambientali per l'applicazione, spessore minimo del film secco per ogni strato, durata minima del prodotto confezionato, vita della miscela (a +20°C), tempi minimi e massimi di sovraverniciatura, le istruzioni varie per l'applicazione;
- la scheda di sicurezza conforme alle norme vigenti in materia.

Per il ciclo completo il Concessionario fornirà inoltre una scheda contenente le caratteristiche tecniche del ciclo, con dichiarazione attestante che i prodotti componenti le varie riprese di pittura sono tra loro compatibili, e che il ciclo costituisce idoneo trattamento anticorrosivo per i campi di applicazione indicati ed è in grado di soddisfare i requisiti di garanzia in seguito prescritti.

Per l'applicazione dei prodotti vernicianti, dovranno essere osservate tutte le indicazioni contenute nelle relative schede tecniche e nelle schede di sicurezza che dovranno preventivamente essere consegnate al Direttore dei Lavori.

Con riferimento alla "Scala Europea dei Gradi di arrugginimento per pitture antiruggine" edita dal "Comitato Europeo delle Associazioni dei fabbricanti di pittura e inchiostri" deve essere garantito che le superfici rivestite mantengano un grado di arrugginimento pari allo standard Re 0 (assenza totale di ruggine) per 12 mesi dall'ultimazione dei lavori ed allo standard Re 1 (0,05% di superficie arrugginita) per ulteriori 4 anni.

Entro tali periodi, le superfici che presentassero riconosciuti difetti eccedenti tali limiti, dovuti alla qualità dei materiali od alla loro applicazione, saranno riverniciate a cura e spese del Concessionario.

Le superfici riparate nel periodo di garanzia sono coperte da ulteriore analoga garanzia.

## 7. PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Il progettista dovrà avere i seguenti requisiti minimi:

- essere iscritti a ordini e collegi professionali;
- risultare indipendenti da legami con società produttrici di apparecchi illuminanti o distributori di energia;
- essere in possesso di un curriculum specifico, dal quale risulti la partecipazione a corsi e/o master mirati alla formazione professionale inerente la progettazione illuminotecnica, o aver realizzato almeno altri 3 (tre) progetti illuminotecnici analoghi.
- Possedere i requisiti che saranno richiesti in fase di gara.

In fase ciascun concorrente dovrà presentare regolare progetto definitivo e successivamente la ditta aggiudicatrice dovrà presentare il progetto esecutivo ai sensi del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»*”.

Nello specifico la ditta dovrà attenersi a quanto contenuto nel testo del decreto dall’art. 24 all’art.43.

A tal proposito si specifica che il DPR 207/2010 sopra riportato è stato abrogato dal nuovo codice degli appalti (Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e s.s.m.i.). attualmente alcuni articoli, tra cui quelli che regolano la progettazione definitiva ed esecutiva dell’opera risultano ancora in vigore fino alle linee guida ed ai decreti attuativi che dovranno essere emanati in ossequio a quanto previsto dal nuovo codice.

Con questa premessa si riportano i contenuti della progettazione definitiva ed esecutiva fermo restando che tali contenuti andranno eventualmente rivisti ed adeguati in conformità agli applicativi del nuovo codice.

### 7.1. Documentazione progetto definitivo

Documentazione di progetto definitivo:

- relazione generale;
- relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
- fascicolo schede tecniche principali materiali proposti da cui si possa evincere il rispetto degli stessi dei requisiti minimi richiesti;
- elaborati grafici;
- calcoli delle strutture e degli impianti;
- disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
- censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
- aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza;
- piano gestionale;
- piano di manutenzione dell’opera;
- cronoprogramma;
- bozza di convenzione;

- Piano economico finanziario asseverato ai sensi del comma 9 dell'art. 183 del D.Lgs. 50/2016 e s.s.m.i.

Oltre a quanto riportato si dovrà progettare in accordo alla Norma UNI 11630:2016: *“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”* ed in particolare all'appendice C riguardante gli impianti stradali.

## 7.2. Documentazione progetto esecutivo

Documentazione di progetto definitivo:

- Censimento di dettaglio aggiornato alla data di inizio del servizio;
- relazione generale;
- relazioni specialistiche;
- elaborati grafici;
- calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art. 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e quadro di incidenza della manodopera;
- crono programma;
- Schede tecniche di tutti i materiali utilizzati

Oltre a quanto riportato si dovrà progettare in accordo alla Norma UNI 11630:2016: *“Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico”* ed in particolare all'appendice C riguardante gli impianti stradali.

NEL PROGETTO ESECUTIVO, ANCHE AI FINI DELLA CHIAREZZA SULLE DICHIARAZIONI DI CONFORMITÀ E SULLE GARANZIE, DOVRANNO ESSERE CHIARAMENTE INDICATE LE OPERE ESISTENTI LASCIATE IN ESSERE COME, A SOLO TITOLO DI ESEMPIO, EVENTUALI CAVIDOTTI E LINEE CHE NON SIA NECESSARIO SOSTITUIRE.

## 8. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Gli interventi di efficientamento energetico consistono nella sostituzione degli apparecchi illuminanti esistenti con apparecchi illuminanti a LED.

Tutti gli apparecchi dovranno rispettare le prescrizioni contenuto nel presente Progetto di fattibilità.

Nel caso di proiettori utilizzati per illuminazione stradale potrà essere proposta la loro sostituzione con armature stradali previa dimostrazione del raggiungimento dei requisiti illuminotecnici sulla superficie stradale illuminata.

Per quanto attiene le lanterne storiche si precisa che un'eventuale proposta di sostituzione integrale con nuove lanterne di tipo antichizzato potrà essere realizzata solo previa approvazione delle stesse; si precisa che il concorrente che intenda prevedere la sostituzione dell'apparecchio in luogo della realizzazione del retrofit avrà l'onere di far approvare dagli enti preposti (Sovrintendenza ai Beni Culturali) il modello proposto e

nessun onere aggiuntivo potrà essere richiesto dal concorrente in caso di mancata approvazione/o approvazione di altro modello non proposto in fase di gara.

Per quanto riguarda gli apparecchi a LED esistenti di recente installazione si specifica che è ammesso il loro mantenimento a condizione che:

- venga accertata la piena rispondenza alle normative vigenti degli impianti mediante rinvenimento di documentazione di collaudo o similare o mediante la realizzazione di collaudo illuminotecnico e tecnico funzionale a cura del Concessionario

Nel caso il progetto preveda il raggiungimento dei requisiti illuminotecnici minimi previsti dalle norme mediante l'installazione di punti luce aggiuntivi gli stessi dovranno essere indicati nel Progetto definitivo presentato in fase di gara.

## 9. MODALITA' DI REDAZIONE DEI CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici compresi nel progetto definitivo dovranno essere redatti secondo la normativa vigente.

La responsabilità dell'eventuale analisi del rischio, secondo Norma 11248, è totalmente a carico del progettista firmatario del progetto Definitivo offerto in fase di gara.

Il fattore di manutenzione da assumere nella redazione dei calcoli dovrà essere valutato dal progettista firmatario del progetto Definitivo in base alla normativa vigente che qui si riepiloga ed alle considerazioni sotto riportate.

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003 il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

**KLMF:** fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Pertanto si dovrà utilizzare il valore percentuale di flusso minimo garantito dall'apparecchio al termine del suo ciclo di vita come certificato dal produttore con curva di decadimento o dato caratteristico L--; ad esempio se nel progetto definitivo verrà proposto un apparecchio illuminante con caratteristica L80 dovrà essere utilizzato un coefficiente KLMF pari a 0,8.

**KLSF:** fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume KLSF=1 ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio, vengano prontamente sostituite "su guasto" come previsto dal Capitolato Speciale di Appalto.

**KMF:** fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume KMF =0,9 in quanto gli apparecchi illuminanti da prevedere a progetto hanno grado IP>6X e si considera un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni due anni come prescritto nel Capitolato Speciale di Appalto e si considera "medio" il livello di inquinamento

Pertanto il coefficiente Km, sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, varrebbe:

$$K_m = KLMF \cdot KLSF \cdot KMF = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 \approx 0,72$$

## 10. CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO

### 10.1. Prescrizioni Illuminotecniche

La nuova Norma UNI 11248 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nella Norma UNI EN 13201-2 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

La Norma si basa, nei suoi principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1.

A tal fine introduce il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

La Norma UNI 11248 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della Norma UNI EN 13201-3 e per le misurazioni in loco trattate dalla Norma UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nella Norma UNI 11248 consentono di:

- Identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:
  - la classe della strada nella zona di studio;
  - la geometria della zona di studio;
  - l'utilizzazione della zona di studio;
  - l'influenza dell'ambiente circostante.
- Adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche **un uso razionale dell'energia e il contenimento del flusso luminoso disperso**.

Le procedure per l'individuazione delle categorie illuminotecniche secondo la Norma UNI 11248 sono le seguenti

- a) Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento:
  - Suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei parametri di influenza (art. 6 – criteri di suddivisione delle zone di studio);

- Per ogni zona di studio identificare il tipo della strada (la classificazione della strada non è di responsabilità del progettista illuminotecnico e va fornita dal Committente);
- Noto il tipo di strada, individuare con l'ausilio del prospetto 1 la categoria illuminotecnica di riferimento (art. 7 – classificazione delle strade e categoria illuminotecnica di riferimento).

b) Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:

- Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza riportati nel prospetto 2 secondo quanto indicato all'art. 8 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

c) Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio:

- In base alle considerazioni esposte all'art. 8 (analisi dei rischi) e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinare direttamente la categoria illuminotecnica di progetto.

L'adozione di impianti con caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso), purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Il valore dei parametri illuminotecnici specifici di ogni categoria sono intesi come minimi mantenuti durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione. In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbricazione, dell'incertezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto "r" della pavimentazione stradale, delle incertezze di misura in fase di verifica e di collaudo.

## 10.2. Classificazione delle Strade ed Individuazione della Categoria

### Illuminotecnica di Riferimento

Si veda il prospetto sottostante che mette in corrispondenza la tipologia stradale con la categoria illuminotecnica di riferimento.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M3
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>(1)</sup> )	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>(2)</sup>	70	
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>(3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>(1)</sup> )	70 - 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	
	Strade locali interzonali	50	
30			
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>(4)</sup>	Non dichiarato	P2
-	Strade a destinazione particolare <sup>(1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 e s.m.i. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica della strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 6 Norma 11248).

3) Vedere punto 6.3 Norma UNI 11248

4) Secondo la Legge 214 del 1 agosto 2003 e s.m.i.

**10.3. Prestazioni richieste in Base alla Categoria Illuminotecnica di Riferimento (Norma 13201-2 integrata con prescrizioni Norma UNI 11248)**

**CLASSI ME:**

Classe	Luminanza della carreggiata			Abbagliamento debilitante	Illuminamento aree circostanti
	$L$ (cd/m <sup>2</sup> )	$U_0$	$U_l$	$TI\%$	$EIR$
<b>M1</b>	2,0	0,4	0,7	10	0,35
<b>M2</b>	1,5	0,4	0,7	10	0,35
<b>M3</b>	1,0	0,4	0,6	15	0,30
<b>M4</b>	0,75	0,4	0,6	15	0,30
<b>M5</b>	0,5	0,35	0,4	15	0,30
<b>M6</b>	0,3	0,35	0,4	20	0,30.

**CLASSI C:**

Classe	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ (lx)	$U_0$
<b>C0</b>	50	0,4
<b>C1</b>	30	0,4
<b>C2</b>	20	0,4
<b>C3</b>	15	0,4
<b>C4</b>	10	0,4
<b>C5</b>	7,5	0,4

**CLASSI P:**

Classe	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ (lx)	$E_{min}$ (lx)
<b>P1</b>	15	3
<b>P2</b>	10	2
<b>P3</b>	7,5	1,5
<b>P4</b>	5	1
<b>P5</b>	3	0,6
<b>P6</b>	2	0,4
<b>P7</b>	prestazioni non determinate	

**Sommario dei termini illuminotecnici secondo Norma UNI EN 13201-2**

<i>Classe illuminotecnica</i>	<i>Parametro di riferimento</i>	<i>Utilizzo prevalente</i>
<b>ME</b>	<b>Luminanza</b>	<b>Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto</b>
<b>CE</b>	<b>Illuminamento orizzontale</b>	<b>Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotonde, sottopassi, ecc.</b>
<b>S</b>	<b>Illuminamento orizzontale</b>	<b>Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi</b>

#### Significato dei simboli utilizzati nelle Tabelle:

**L:** luminanza media mantenuta. Valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto d'illuminazione. Per l'illuminazione delle costruzioni, è il valore medio mantenuto sulle superfici illuminate dei valori rilevati o calcolati al centro delle maglie previste dai Capitolati.

**U<sub>o</sub>:** uniformità generale. È il rapporto fra la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo o di rilievo, secondo la maglia prevista dalla Norma, e la luminanza media.

**U<sub>l</sub> :** uniformità longitudinale. È il minore dei rapporti fra luminanza minima e massima calcolate o rilevate al centro delle maglie, fra quelle previste dalla Norma, disposte lungo l'asse di ciascuna corsia.

**T<sub>i</sub>:** indice dell'abbagliamento debilitante. Abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

**Ē:** illuminamento orizzontale medio mantenuto. Valore che assume illuminamento medio del manto stradale, rilevato o calcolato al centro delle maglie previste dalla Norma, nelle condizioni peggiori d'invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.

**E<sub>min</sub>:** illuminamento orizzontale minimo mantenuto. Valore dell'illuminamento minimo riscontrato al centro delle maglie in cui si suddivide la pavimentazione, secondo quanto previsto dalla Norma, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.

#### Significato dei valori prescritti

I valori indicati nelle tabelle indicano livelli considerati necessari per la sicurezza della circolazione nelle aree pubbliche. I valori di luminanza, di illuminamento, di uniformità sono valori minimi, I valori degli indici T<sub>i</sub> sono valori massimi.

I valori di luminanza e d'illuminamento indicati in tabella non dovrebbero pertanto essere ridotti quando il traffico diminuisce nelle ore centrali della notte, a meno di un'altra possibile classificazione delle stesse strade quando il traffico si riduce. La riduzione della luminanza e dell'illuminamento può risultare invece opportuna - tanto ai fini del risparmio energetico, quanto per limitare l'inquinamento luminoso della volta celeste - e compatibile con la sicurezza, quando motivi diversi inducano a realizzare livelli maggiori di luminanza

o di illuminamento su determinate strade nelle prime ore della notte, quando il traffico è molto intenso, a condizione che il livello ridotto non sia inferiore a quello indicato nelle tabelle. A tali casi, pertanto, dovrebbe essere limitato l'impiego di dispositivi per la parzializzazione del flusso luminoso nelle ore o nelle situazioni di scarsa affluenza di pubblico. Altri sistemi che prevedono la parzializzazione degli impianti nelle ore di scarso traffico, riducendo il numero di punti luce funzionanti, non devono essere consentiti perché creerebbero condizioni di illuminazione non rispondenti alla normativa.

### Classificazione Illuminotecnica delle Strade Comunali

Secondo quanto previsto dalla Norma UNI 11248 dovranno essere individuate le categorie illuminotecniche di ingresso delle zone destinate al traffico nel territorio in oggetto, da considerarsi nella redazione dei progetti illuminotecnici relativi per la determinazione della categoria di progetto e di esercizio, con l'applicazione della necessaria "Analisi dei rischi" richiesta all'Art.8 della Norma UNI summenzionata.

La categoria illuminotecnica di ingresso non può essere utilizzata direttamente nel progetto, ma deve essere sottoposta ad un'analisi dei rischi. L'analisi consiste nella valutazione di una serie di parametri di influenza specifici del contesto (tabella 01 e tabella 02), al fine di individuare la categoria illuminotecnica di progetto tale da garantire la sicurezza degli utenti e, al contempo, da minimizzare i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale degli impianti di illuminazione stradale.

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>[5]</sup>	

**Tabella 01** Parametri di influenza costanti nel lungo periodo (norma UNI 11248:2016)

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

**Tabella 02** Parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale (norma UNI 11248:2016)

### Aree verdi e Aree giochi (ove d'interesse)

In sintesi i principali obiettivi che si pongono per l'eventuale impianto d'illuminazione di aree verdi, parchi e giardini sono i seguenti:

- Rendere agibili le aree verdi per tutte le funzioni previste, in condizioni di utilizzo normali ed occasionali;
- Dare il giusto risalto visivo a tutti gli elementi di arricchimento estetico che vi sono presenti;
- Contribuire alla sicurezza ed alla protezione degli utilizzatori e dei beni immobili;

Per rendere pienamente agibile l'area verde nelle ore serali e notturne occorre progettare un impianto che consente in un primo luogo, di transitare in modo facile e sicuro lungo tutti i percorsi pedonali e carrabili.

Diverse sono le tecniche da adottare, e di conseguenza le lampade e gli apparecchi da installare. I percorsi vanno rischiarati in modo uniformi, ma limitatamente alla sede viaria ed ad una fascia di qualche metro lungo i confini, cercando in tal modo una sorta di guida visiva che favorisce l'orientamento e contribuisce a rafforzare il senso di sicurezza.

La luce deve interessare soprattutto il piano orizzontale delle sede viaria, sia essa pedonale o carrabile. Può interessare un debole rischiarimento dei piani verticali nei punti in cui è presente una serie di giardini. Per il resto è preferibile proiettare la luce sul piano orizzontale.

Qualsiasi ostacolo di dimensioni superiori alla decina di centimetri, in larghezza o in altezza, deve essere prontamente individuato.

In modo particolare per garantire la visione ed inviare il flusso luminoso secondo direzioni inclinate rispetto al piano orizzontale di riferimento, oppure con luce quasi radente. Si ottiene così un'alternanza di ombre più o meno sfumate e di campiture luminose, che favorisce la visione degli ostacoli, e pertanto conviene incrociare i fasci luminosi collocando le fonti lungo i due lati paralleli del percorso, in tal modo si riesce a stemperare leggermente le ombre e renderle meno marcate ed impedire che l'ombra portata da un ostacolo, nasconda un secondo pericolo.

Diverso è il caso delle zone di sosta ed in tal caso occorre luce sia sui piani orizzontali sia su quelli verticali.

Nell'area verde vi sono altri componenti che meritano un necessario risalto ed intervengono delle motivazioni di natura estetica.

Non ci si riferisce solo al verde con esemplari arborei, aiuole fiorite, sculture, piccoli monumenti, fontane, bacini d'acqua ed attrezzature ludiche-sportivo che non mancano mai ai giardini di media estensione.

Con l'uso sapiente dell'illuminazione artificiale è possibile mostrare o nascondere, porre in primo piano o lasciare nell'ombra, far emergere colori, rilevare sfumature, comparare dei scenari con effetti cromatici e dinamici.

Le problematiche che si pongono sono notevoli, che si riflettono sulla necessità di **garantire sempre al massimo della sicurezza**, la pratica d'uso dell'impianto, la facilità nelle periodiche operazioni di manutenzione, ed una ragionevole limitazione dei consumi.

Per l'illuminazione degli alberi, piante, siepi e tappeti erbosi, che si presentano bene agli effetti dei scenari, sono delle presenze che contribuiscono a rendere attraente i luoghi e realizzare:

- Una buona illuminazione (confortevole) ai fini della sicurezza e per poter usufruire di tali aree nelle ore notturne;
- Un arredo urbano riqualificando le zone verdi e parchi con l'Illuminazione Pubblica.

Inoltre l'obbiettivo non è solo quello **di limitare l'impatto luminoso fornito da parte degli attuali corpi illuminanti, ma anche di riqualificare le zone verdi**, che comunque tali interventi saranno realizzati dopo aver conseguito altri obiettivi di sicurezza elettrica.

### Centro Storico

Gli interventi eventualmente da realizzarsi saranno adeguati alle esigenze architettoniche ed ambientali che il Centro Storico richiede, rispetto alla viabilità ordinaria in quanto tali spazi sono usufruiti da pedoni, valutando l'effettivo impatto ambientale dell'evento illuminotecnico, nelle sue vesti diurne e notturne, studiando e documentando accuratamente ogni dettaglio:

- intensità luminosa
- resa cromatica
- effetti d'ambra
- impatto visivo degli oggetti

L'intensità luminosa eccessiva, forzatura ad effetto cromatico, rese cromatiche in coordinamento con le tipologie dei materiali del sito, rappresenterebbero pericolose forzature che possono snaturare e banalizzare il messaggio complessivo proveniente dal tessuto urbano.

Dovranno quindi essere adottati apparecchi illuminanti con ottiche idonee a contenere i volumi di luce entro geometrie indispensabili per il campo visivo, evitando "invasioni di campo" nella sfera protetta (facciate e finestre di abitazione), verso la volta celeste ed adottando sistemi di telecomando e telegestione differenziale rispetto a quelli adottati per la normale illuminazione delle zone a traffico veicolare.

Si intendono appartenenti a questa categoria le aree in cui le esigenze di colore che vi trasmettono a piedi o in bicicletta, prevalgono su queglii degli utenti dell'area ai fini della terminazione dei requisiti a cui deve rispondere l'impianto d'illuminazione.

La riduzione di flusso e quindi di inquinamento luminoso indiretto dovrà essere assicurata da un regolatore di tensione e/o Telegestione al fine di sincerarsi il corretto funzionamento.

Quindi il progetto esecutivo dovrà sicuramente comprendere tutti gli elementi che caratterizzano la Legge regionale a livello dell'inquinamento luminoso e sia a livello di sicurezza come previsto dalle Norme UNI 11248.

L'illuminazione degli edifici e dei monumenti, fatto salve eventuali disposizioni di legge regionali in termini di intensità luminose massima deve essere del tipo radente dall'alto verso il basso e solo nei casi di inapplicabilità del metodo ed esclusiva per manufatti di comprovato valore rustico, architettonico e storico sono ammesse altre fasce di illuminazione, perche i fasci di luce rimangono entro il perimetro delle stesse e l'illuminamento non supera i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non supera i 5 lux e gli apparecchi vengono spenti entro le ore 24.

## 11. DIAGNOSI ENERGETICA PREVISIONALE

### 11.1. Soluzione di efficientamento energetico proposta

L'intervento previsto, permetterà di ridurre la potenza installata complessiva da circa 65 kW a circa 23 kW.

Le ore totali di accensione previste sono 4.100 ore/anno. Di seguito il dettaglio dell'analisi dei consumi nella situazione ex post ed ex ante.

Modello	Q.tà [n.]	Pot [W]	Pot reale [W]	Ore equivalenti annue	Consumo stato attuale [kWh]
HG (lampade a vapori di mercurio)	261	150	168	4100	179.705
Ioduri	7	150	168	4100	4.820
Ioduri	35	60	67	4100	9.639
SAP (Sodio alta pressione)	30	150	168	4100	20.656
SAP (Sodio alta pressione)	138	70	78	4100	44.341
SAP (Sodio alta pressione)	7	100	112	4100	3.213
LED	15	56	56	4100	3.444
<b>CONSUMO TOTALE</b>	<b>493</b>				<b>265.817</b>

Ex Ante – Consumo stimato stato attuale

Caratteristiche apparecchio	Q.tà [n.]	Pot reale [W]	Ore equivalenti annue	Consumi* [kWh]
stradale fuori dallo scopo	90	58	4100	21.402
P=32 W - 4000 K	69	32	4100	9.053
P=58 W - 4000 K	88	58	4100	20.926
P=62W - 4000 K	38	62	4100	9.660
P=62W - 4000 K	38	62	4100	9.660
led esistenti	15	56	4100	3.444
P=28 - 4000 K	10	28	4100	1.148
P=30 W - 4000 K	87	30	4100	10.701
P=43 W - 4000 K	60	43	4100	10.578
	<b>495</b>			<b>96.571</b>

Ex Post – Consumo stimato stato futuro

Calcolo potenze [W]	Q.tà [n.]	Pot [W]	Pot reale* [W]	PTot (W)	PTot reale (W)
HG (lampade a vapori di mercurio)	261	150	167,9325	39.150	43.830
Ioduri	7	150	167,9325	1.050	1.176
Ioduri	35	60	67,173	2.100	2.351
SAP (Sodio alta pressione)	30	150	167,9325	4.500	5.038
SAP (Sodio alta pressione)	138	70	78,3685	9.660	10.815
SAP (Sodio alta pressione)	7	100	111,955	700	784
LED	15	56	56	840	840
<b>Totale [W]</b>				<b>58.000</b>	<b>64.833</b>

### Potenza installata stato attuale

(\*) potenza reale considerando un assorbimento dei servizi ausiliari pari a circa il 12%

Calcolo potenze [W]	Ptot reale
stradale fuori dallo scopo del lavoro	5.220
P=32 W - 4000 K	2.208
P=58 W - 4000 K	5.104
P=62W - 4000 K	2.356
P=62W - 4000 K	2.356
led esistenti	840
P=28 - 4000 K	280
P=30 W - 4000 K	2.610
P=43 W - 4000 K	2.580
<b>Totale [W]</b>	<b>23.554</b>

### Potenza installata stato futuro

Di seguito il risparmio energetico conseguibile sulla base della soluzione proposta.

Consumi ANTE [kWh]	Consumi POST* [kWh]	Risparmio [kWh]	Risparmio [%]
265.817	107.276	158.541	60%

\*si considera un incremento nel tempo del consumo energetico degli apparecchi di circa 11% dovuto al constant rate power

Il risparmio energetico conseguibile dalla soluzione proposta è posto in via cautelativa pari al 60% rispetto al consumo attuale