Impianti elettrici per l'illuminazione esterna - Guida CEI 64-19:2014-02

Generalità e struttura della Guida

È in vigore dal 01-03-2014 la Guida CEI 64-19:2014-02 - Guida agli impianti d'illuminazione esterna (nel seguito Guida), rivolta a progettisti, installatori, gestori e committenti, che contiene integrazioni per la compilazione della documentazione tecnica relativa a:

- progettazione;
- messa in esercizio;
- verifiche e collaudi;
- adeguamenti e gestione;

degli impianti di illuminazione esterni di tipo fisso, situati nei parchi, nelle aree sportive, nelle piazze, o anche all'interno di gallerie stradali e portici e, in particolare, degli impianti di illuminazione stradale appartenenti a sistemi di categoria 0, I e II.

Essa fornisce, precisazioni, approfondimenti e integrazioni, alle norme:

- CEI 64-8, sez. 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno, riferita agli impianti in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata[1];
- CEI 64-7: 2010-12 - Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie.

La Guida è strutturata nei seguenti paragrafi e allegati.

1. Scopo e campo di applicazione
2. Informazioni da comunicare nelle fasi contrattuali
3. La progettazione e le informazioni necessarie per la realizzazione dell'impianto elettrico
4. Sistema di alimentazione
5. Distanziamenti dei sostegni e distanze di rispetto da impianti e manufatti
6. Problematiche varie
7. Rapporti con gli enti
8. Verifiche
9. Criteri di esercizio e manutenzione

- Esempi di schede di manutenzione
- Allegato A Sorgenti luminose, ausiliari e apparecchi di illuminazione
- Allegato B Caratteristiche dei sostegni e predisposizione opere civili e per impianti di illuminazione esterna
- Allegato C Legislazione e Normativa tecnica
- Allegato D Richiami ad articoli del codice della strada

Normativa e criteri per la progettazione

La progettazione degli impianti d'illuminazione esterna è del tipo multisciplinare in quanto attiene:

- la parte elettrica;
- la parte strutturale e
- la parte illuminotecnica.

Relativamente alla prima, oltre ai riferimenti citati la stesura del progetto deve essere condotta secondo quanto previsto dalla Guida CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici. Che quindi deve contenere relazioni, schemi ed elaborati grafici in modo da consentire una corretta realizzazione dell'impianto. In particolare le informazioni devono

[1] La Sezione 714 della Norma CEI 64-8 ed. VI aveva già sostituito la Norma CEI 64-7 "Impianti elettrici d'illuminazione pubblica" relativamente agli impianti di illuminazione in parallelo con tensione fino a 1000 V c.a.

riguardare le caratteristiche: dell'impianto, delle sorgenti luminose, degli accessori, degli apparecchi d'illuminazione e dei sostegni.

In tal senso occorre tener presente che:

- se gli impianti d'illuminazione situati all'esterno sono collegati a impianti elettrici posti all'interno di edifici (ad esempio impianti d'illuminazione di giardini, piazzali e aree esterne di centri commerciali e impianti luminosi pubblicitari derivati da quadri elettrici posti all'interno degli edifici), a essi si applica il DM n. 37/08, in quanto, anche se esterni, si considerano realizzati al servizio degli edifici da cui sono alimentati;
- se invece sono costituiti esclusivamente da impianti d'illuminazione posti all'esterno con lo scopo di illuminare un'area esterna o una strada, gli stessi non rientrano nel campo di applicazione dell'art. 1 del DM n. 37/08. Tuttavia, anche in quest'ultimo caso, pur non ricorrendo l'obbligo della progettazione secondo quanto specificato nello stesso decreto e fatta salva comunque l'obbligatorietà progettuale a seguito delle varie legislazioni regionali, è opportuno affidare la progettazione a figure professionali abilitate e la costruzione a ditte installatrici abilitate. Naturalmente la ditta installatrice è tenuta alla realizzazione secondo la regola dell'arte e a rilasciare dichiarazione in tal senso. Non serve la Dichiarazione di conformità nella forma prevista dal succitato DM n. 37/08. È opportuno comunque che il committente pretenda dalla ditta installatrice una dichiarazione di conformità, almeno ai sensi della legge n. 186/1968, dell'impianto realizzato.

Per la progettazione della parte strutturale, trattandosi poi di lavori edili o d'ingegneria civile elencati nell'Allegato X del Titolo IV del D.Lgs, n, 81/08, la progettazione dovrà contemplare la valutazione dei rischi presenti nelle fasi di lavoro di costruzione dell'impianto e stabilire l'eventuale necessità del Piano di Sicurezza e Coordinamento e quindi la nomina dei Coordinatori per la Progettazione e per l'Esecuzione.

Per la protezione meccanica delle condutture di alimentazione si applica la norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo, mentre per la verifica di stabilità delle condutture aeree, dei sostegni e delle relative fondazioni si applica il DM 21-3-1988 - Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne - che recepisce le prescrizioni della norma CEI 11-4 1998-9 e suo EC ancora in vita per le linee aeree a tensione non superiore a 1 kV.

Per la progettazione della parte illuminotecnica si fa riferimento alla norma UNI 13201-2 relativa ai dati dei parametri illuminotecnici, alle norme:

- CEI EN 60598-1 parti seconde, sicurezza elettrica;
- UNI EN 13032-1, misurazioni fotometriche;
- UNI EN 13201-2, illuminazione stradale – requisiti prestazionali.

Relativamente all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, premesso che non esiste una legislazione nazionale, costituiscono riferimento costante i regolamenti regionali basati sulla norma UNI 10819 - Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna- requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

- Regolamenti regionali basati sulla norma UNI 10819: Valle d'Aosta, Basilicata e Piemonte.
- Regolamenti regionali più restrittivi delle norme UNI 10819: Toscana, Lazio e Campania,
- Regolamenti regionali basati sul criterio "zero luce verso l'alto": Lombardia, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Umbria, Marche, Abruzzo, Puglia, Sardegna, Liguria, Veneto e provincia autonoma di Trento.

Classificazione degli impianti elettrici per l'illuminazione esterna secondo il sistema di alimentazione

Si usa classificare gli impianti elettrici d'illuminazione pubblica in relazione:

- Al collegamento dei centri luminosi;
- al valore della tensione nel punto di consegna dalla rete del distributore, e
- al valore della tensione distribuzione fornita ai carichi.

Nella Tab. 1 sono riportati sinteticamente le varie tipologie possibili. Gli impianti in derivazione con punto di consegna a MT e tensione di distribuzione > 1000 V c.a. e gli impianti con tensione di distribuzione < 1000 V o > 1000 V (di categoria I e II) in serie sono meno impiegati.

	Impianti in derivazione Norma CEI 64-8		Impianti in serie Norma CEI 64-7	
	Tensione di consegna in BT	Tensione di consegna in MT(1)	Tensione di consegna in BT	Tensione di consegna in MT
Tensione di distribuzione ai centri luminosi < 1000V	X	X(2)	X	X
Tensione di distribuzione ai centri luminosi >1000V		X		X(3)

(1) Tensione generalmente compresa fra 10 e 20 kV.
(2) Sistema di distribuzione TT o TN o IT
(3) Tensioni nominali di impianto comprese fra 0,230 kV e max 6 kV.

Tab. 1

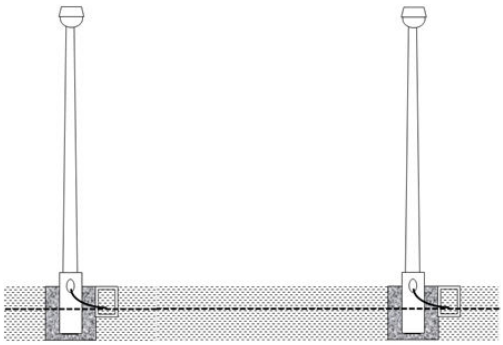

Fig. 1. L'Impianto di terra di protezione deve essere costituito da un dispersore unico.

L'origine dell'impianto elettrico d'illuminazione esterna è coincidente con il punto di consegna dell'energia elettrica da parte del distributore o origine del circuito che alimenta l'impianto di illuminazione esterno. Per gli impianti d'illuminazione in serie, l'origine è costituito dal regolatore di corrente cioè dal complesso dei dispositivi destinati a fornire la corrente al valore richiesto per il corretto funzionamento di un impianto in serie.

Per la protezione contro i contatti indiretti degli impianti in derivazione con tensione distribuzione inferiore a 1000 V è precisato quanto segue.

- Tutti i pali protetti dallo stesso interruttore differenziale devono essere collegati allo stesso dispersore (fig. 1)[2].
- Nel caso di protezione attuata mediante componenti di classe II[3] o con isolamento equivalente, non è necessario il conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con

[2] Nel caso di specie mediante interruzione automatica del circuito (coordinata con la messa a terra) componenti d'impianto di classe I.

[3] Le condutture possono essere considerate di classe II (con tensioni nominali non superiori a 690 V) se utilizzano:

- cavi con guaina isolante di tensione superiore di un gradino rispetto a quella del sistema elettrico servito (isolamento rinforzato);
- cavi unipolari senza guaina installati in tubo protettivo o in canale isolante rispondente alle Norme di prodotto;

cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo alla tensione nominale del sistema elettrico tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno. L'isolamento deve essere garantito anche nelle giunzioni, ad esempio entro morsettiere in materiale isolante oppure realizzato in fase d'installazione (es. muffole). Particolari precauzioni devono essere prese durante l'infilaggio dei cavi (es. alla base del palo) onde evitare danneggiamenti meccanici in fase di installazione. I cavi di classe II devono sempre possedere una guaina, i cavi senza guaina non possono essere di classe II. La guaina assolve unicamente funzioni meccaniche anche se è di materiale isolante. Esempi:

- Cavo H07V-K 300V/500V non è un cavo in classe II perché ha un singolo isolamento (senza guaina).
- Cavo N07V-K 450V/750V non è un cavo in classe II perché ha un singolo isolamento (senza guaina).

isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra; per i cavi è richiesta una tensione di isolamento 0,6/1 kV, invece di 450/750 V sufficiente in generale per sistemi a 230/400 V.

- Se l'apparecchio d'illuminazione è di classe I o di classe II, esiste l'obbligo del collegamento a terra del palo solo se il cavo che alimenta l'apparecchio di illuminazione non è di classe II. Nel caso di cavi di classe II e apparecchi d'illuminazione di classe I, il palo non necessita di collegamento a terra in quanto si tratta di una parte metallica in contatto con una massa.
- Al fine di limitare inconvenienti provocati da interventi intempestivi del dispositivo differenziale, è ammesso utilizzare interruttori differenziali a riarmo automatico con controllo di isolamento (SRD Self-Reclosing-Devices – fig. 2). È consiglia l'installazione d'interruttori differenziali del tipo protetto dalle sovratensioni di origine atmosferica[4].
- Per limitare i danni e gli inconvenienti dovuti a interruzione dell'alimentazione, è raccomandata la selettività delle protezioni; è consigliata quindi la protezione singola di massima corrente per ogni apparecchio di illuminazione.

Per la protezione contro i contatti indiretti degli impianti in derivazione con tensione di consegna in MT (norma CEI 0-16) e di distribuzione a tensione ≤1000 V, sono disponibili le soluzioni classiche.

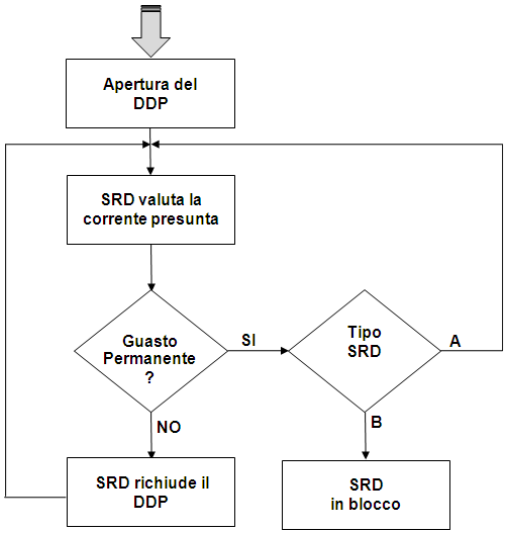

Fig.2. Logica dei dispositivi differenziali autorichiudenti.

- Sistema TN; se l'impianto di messa terra è comune per le masse dei sistemi di I, II cat. e neutro, necessita verificare che in caso di guasto a terra lato sistema di II cat. non si trasferiscano sui pali delle tensioni di contatto pericolose (se i pali non sono nell'area equipotenziale della cabina MT/BT) essendo gli stessi interconnessi mediante il conduttore di protezione. La tensione di contatto sui pali non deve superare il limite di U_{Tp} di cui alla fig[5]. 44.A.2 della Variante V1 all'ed. VII della norma CEI 64-8. In genere, per garantire ciò, si provvede per un'asfaltatura intorno ai pali o altro provvedimento di equipotenzializzazione. Se invece i pali si trovano tutti all'interno di un'area equipotenziale costituita da rete di terra magliata, ai fini della sicurezza delle persone, è sufficiente che la tensione totale di terra non superi $2 \cdot U_{Tp}$.

- Cavo FROR 450V/750V è un cavo assimilabile alla classe II perché ha la guaina ed una tensione di isolamento di un gradino superiore alla tensione nominale.
- Cavo FG70R 0,6V/1kV è un cavo assimilabile alla classe II in abbondanza perché ha la guaina ed una tensione di isolamento di due gradini superiore alla tensione nominale.

[4] Per quanto riguarda le strutture di sostegno le stesse si ritengono in generale autoprotette se il terreno circostante ha una pavimentazione isolante o se può essere esclusa la presenza prolungata nei pressi dei pali di un numero elevato di persone.

[5] Curva di sicurezza tensione di contatto ammissibile per un guasto a terra in media o alta tensione $U_{Tp} = f(t_F)$ riportata dalla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3).

- Sistema TT. Nel caso di guasto lato a MT non c'è trasferimento di tensioni di contatto pericolose sui pali essendo le messe a terra degli stessi separate da quelle dell'impianto di terra a MT (fig. 3). Si determina però una sovratensione sul sistema BT verso la terra dei sostegni del valore U_E+Uo dove U_E è la tensione totale di terra dell'impianto di terra della cabina di trasformazione MT/BT che può provocare danni sui componenti del centro luminoso, specie se sono presenti apparecchiature elettroniche[6]. Al riguardo va tuttavia precisato che l'appena riferita Variante V1 ha modificato[7] la tensione massima di terra U_E ammessa per la messa a terra del neutro all'impianto di terra del sistema di II cat. (MT), da 1200V a 500V, quando il guasto è eliminato in ≤ 5 s. Se la tensione totale di terra supera il valore suindicato si deve realizzare una messa a terra del neutro separata cioè fuori dall'area del dispersore della cabina di trasformazione.

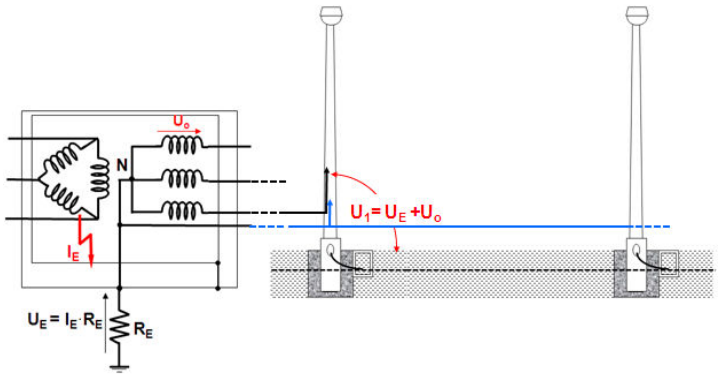

Fig. 3. Sistema TT con neutro connesso all'impianto di terra MT.

- Sistema IT. La sua utilizzazione è giustificata in quegli impianti dove la segnalazione del primo guasto a terra è sottoposta a sorveglianza continua; per il quale deve essere: $R_E.I_d \leq U_L$ con U_L tensione di contatto limite convenzionale (50 V). L'interruzione dell'alimentazione interviene quando si verifica un secondo guasto verso terra, nel qual caso occorre distinguere se i pali sono collegati a terra collettivamente in modo interconnesso o se invece sono collegati a terra singolarmente o per gruppi (oggi non più ammesso). Nel primo caso il sistema degenera in TN e di conseguenza si applica la relativa normativa, nell'altro caso il sistema diventa di tipo TT.

Impianti in derivazione a tensione superiore a 1000 V c.a. e tensione di consegna in MT.
Si ricorre, non frequentemente, a tale sistema d'alimentazione quando sono in gioco rilevanti impegni di potenza da distribuire associati a notevoli lunghezze. Dalla linea di distribuzione, ad es. a 3 kV, sono derivati linee che alimentano piccoli trasformatori 3/0,230 kV, con il secondario collegato a terra, che provvedono ad alimentare un gruppo di lampade (fig. 4). Conseguentemente per la protezione dai contatti indiretti, per guasti sul lato BT si fa riferimento alla norma CEI 64-8, in particolare a quanto previsto per i circuiti TN. Mentre per i guasti lato MT nel calcolo della tensione di terra, bisogna considerare il contributo anche della linea di distribuzione a tensione superiore a 1000 V.

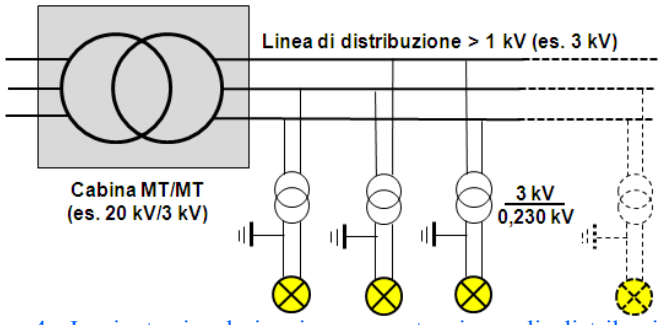

Fig. 4. Impianto in derivazione con tensione di distribuzione superiore a 1kV.

[6] Ai fini della segnalazione dei guasti e dell'attivazione del pronto intervento, si stanno sempre più diffondendo sistemi di telecontrollo integrati che con l'utilizzo di componenti elettronici montati a bordo del centro luminoso o all'interno del palo, fanno dialogare ogni singolo apparecchio con unità centralizzate di raccolta dei dati dello stato dell'impianto.
[7] Modifica della tab. 2 della norma CEI 99-3

Impianti in serie con tensione di distribuzione ai centri luminosi minore o superiore a 1000 V[8].
Quando la distribuzione dei centri luminose deve coprire distanze rilevanti e quindi necessita rendere indipendente la resa fotometrica degli apparecchi dalla tensione della linea, si ricorre alla loro connessione in serie tra loro attraverso la linea di alimentazione. Ciò è previsto sia a tensione minore/uguale di 1000 V che superiore (norma CEI 64-7). Ovviamente nel secondo caso la tensione di consegna è in MT. In questi impianti è fondamentale la regolazione della corrente nominale del circuito serie. La corrente nominale del circuito è definita come il valore della corrente con il quale il sistema in serie è denominato e al quale sono riferite le caratteristiche di funzionamento. Il valore della corrente nominale è abitualmente scelto tra i seguenti valori: 6,6 A - 7,5 A - 9,6 A – 20 A. I principali componenti dell'impianto sono (fig. 5):

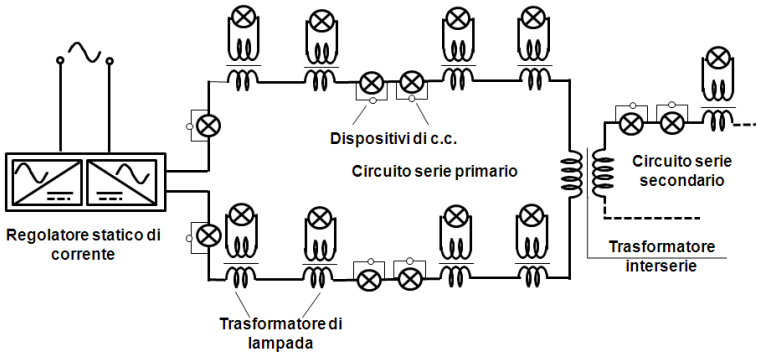

Fig. 5. Impianto per illuminazione esterna in serie (norma CEI 64-7).

- il regolatore di corrente e il relativo circuito serie primario;
- il trasformatore di lampada per circuiti serie e il relativo circuito alimentazione lampada.

In alternativa alla realizzazione di lunghi anelli di circuito serie, oppure quando s'intende eseguire delle derivazioni su brevi tratti stradali composti da un numero limitato di lampade (per esempio qualche decina), si impiegano:

- trasformatori interserie e il relativo circuito serie secondario.

Il circuito serie secondario è generalmente progettato per contenere la tensione massima di circuito entro i 1000 V. I circuiti serie sono di tipo flottante (cioè senza alcun punto a terra). Ciò consente di mantenere in esercizio il sistema anche al verificarsi del (primo) guasto verso terra. Infatti il funzionamento è garantito nel caso di primo guasto verso terra, mentre un secondo guasto provoca un cortocircuito della parte di lampade interposte tra i due punti di guasto ed il relativo spegnimento.
Gli impianti in serie devono essere in grado di mantenere la continuità del circuito nel caso di guasto a una o più lampade, In particolare per gli impianti con lampade inserite:

- tramite trasformatore di lampada, impiegando trasformatori costruiti in modo che a circuito aperto la tensione secondaria sia limitata oppure sufficiente ad azionare un dispositivo che cortocircuiti il trasformatore (valvola di tensione o dispositivo elettronico);
- direttamente nel circuito serie primario o secondario, installando una valvola di tensione in parallelo a ciascuna lampada.

Gli impianti devono essere dotati di dispositivi atti a interrompere, entro un tempo massimo di 1 s, l'alimentazione a monte o a valle dell'apparecchiatura di regolazione della corrente allorché la corrente nel circuito di alimentazione scenda a valori inferiori a 0,2 In (In corrente nominale dell'impianto in serie).
La protezione dai contatti indiretti prevede il collegamento delle masse a un impianto di terra di resistenza R_E [Ω]. Come detto non è prevista l'interruzione automatica del circuito a seguito del

[8] Le tensioni nominali d'impianto vanno dai valori della bassa tensione fino a valori di alcuni kV, in genere non superiori a 6 kV.

primo guasto a terra. Di conseguenza la tensione di contatto limite, per non determinare condizioni di pericolosità, deve essere assunta pari 50 V, in modo che sia: $R_E \cdot In \leq 50$.
Condizione facilmente verificabile perché la corrente del primo guasto a terra è capacitiva, quindi largamente inferiore alla corrente nominale del circuito serie, In. In genere i pali installati nel circuito serie primario risultano collegati equipotenzialmente attraverso la schermatura dei cavi[9], e di fatto costituiscono un impianto di terra unico. Le masse del circuito serie secondario devono essere interconnesse tra loro essendo il circuito secondario in genere sprovvisto di dispositivo di controllo d'isolamento. Per le masse alimentate a tensione fino a 1000 V, ad esempio i circuiti serie secondario, la protezione contro i contatti indiretti è realizzata con componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente, secondo la norma CEI 64-8.

Le strutture degli impianti elettrici per l'illuminazione esterna

Le canalizzazioni per le linee d'alimentazione costituiscono insieme alle palificazioni le strutture degli impianti d'illuminazione che richiedono una specifica progettazione. In particolare la profondità minima da mantenere, rispetto al piano stradale pubblico, è questione controversa fin dall'entrata in vigore dell'art. 66 del Regolamento al Nuovo codice della strada[10], che stabilisce, in attuazione dell'art. 25 dello stesso Codice, al c. 3 e c. 7, il valore della quota minima d'interramento dei manufatti, sia in attraversamento sia nella posa longitudinale, in 1 m dall'estradosso della protezione. Secondo la Guida però l'impianto d'illuminazione è, invece, da considerare come impianto della strada[11], alla stessa stregua degli impianti semaforici e di segnaletica stradale, stante la loro stretta inerenza agli aspetti della sicurezza della circolazione stradale e non essere quindi considerato, né assimilato, a un manufatto di terzi che interferisce con la strada. Ne discende che per la profondità d'interramento della linea d'alimentazione è applicabile la norma CEI 11-17, avendo le linee interrate per l'illuminazione le stesse caratteristiche delle linee in cavo di distribuzione dell'energia elettrica. Tale norma fissa la profondità minima del cavo, riferita al piano d'appoggio e con protezione supplementare dello stesso non munito di armatura metallica, in 50 cm (per cavi con tensione fino a 1000 V; mentre per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV la profondità minima deve essere di 0,6 m o di 0,8 m per il suolo pubblico). Inoltre, se la protezione supplementare è costituita da tubi con resistenza alla compressione di 450 N o 750 N, questa profondità può essere ulteriormente diminuita. In linea di correntezza è consigliabile la profondità del piano d'appoggio delle condutture di 60 cm[12] (fig. 6). La larghezza dello scavo dipende dalla modalità di posa che viene autorizzata. Generalmente, per ragioni di sicurezza della viabilità, è concessa solamente la modalità detta a "cielo chiuso", cioè la posa (infilaggio) delle condutture entro cavidotto preventivamente posato. In questo caso la larghezza dello scavo può essere

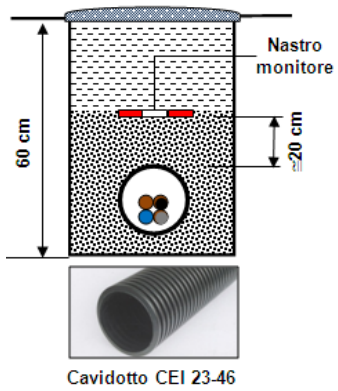

Fig. 6. Canalizzazione e protezione delle condutture per impianti d'illuminazione.

[9] Per i circuiti serie primari quando eserciti a tensione superiore a 600 V verso terra, i cavi da utilizzare devono essere di tipo schermato in accordo con la norma CEI 20-13, mentre nei circuiti secondari con tensione contenuta entro 1000 V, si devono utilizzare cavi aventi tensione nominale d'isolamento almeno 0,6/1 kV.
[10] DPR n.495/92 e DPR n.610/96.
[11] Nella circolare del Ministero dei LL. PP. 16 Maggio 1996, n. 2357 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti alla sicurezza della circolazione stradale - (G.U. n. 125 del 30/05/1996), gli impianti d'illuminazione sono espressamente elencati nelle "pertinenze d'esercizio" della strada stessa.
[12] Fatta salva diversa prescrizione vincolante dell'ente proprietario della strada.

contenuta in 40 cm. In tal senso è sempre più esteso l'impiego della protezione meccanica supplementare costituita dai così detti cavidotti. La norma precisa che le protezioni meccaniche supplementari devono essere progettate per sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo. Ciò significa innanzitutto che per ragioni di sicurezza gli scavi in prossimità (indicativamente di 20 cm) di un cavo di energia non dovrebbero essere condotti con mezzi meccanici. I cavidotti sono tubi in materiale plastico, costruiti in conformità alla norma CEI EN 50086 - 2 – 4 (classificazione CEI 23-46) Parte 2-4: - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati, che rispondono ai requisiti di cui sopra. Ne esistono di tre tipi (250, 450 e 750) in funzione della loro resistenza a compressione espressa in newton. In genere sono utilizzati le versioni 450 e 750, anche del tipo corrugato flessibile, perché il superamento della prova a percussione, costituita dalla caduta di una massa battente con una energia non inferiore a 40J li rende idonei all'impiego, senza ricorrere a "precauzioni aggiuntive" (art. 3.103 e art. 6.1.1 della variante V1 – CEI EN 50086-2-4-/A1). La posa di un nastro monitore è comunque consigliabile per segnalare il confine fra l'escavazione a macchina e quella manuale.
Nell'Allegato B della Guida sono riportate le caratteristiche dei sostegni, le sospensioni a fune e le prescrizioni per la predisposizione delle opere civili. I pali più comunemente utilizzati sono del tipo in acciaio (norme UNI EN 40/4). Sono previsti anche pali in lega di alluminio, in calcestruzzo armato e precompresso e in resina poliestere, rinforzate con fibre di vetro (norma UNI EN 40 classificazione dei pali per illuminazione stradale). La verifica di stabilità dei sostegni e delle fondazioni (fino a un'altezza fuori terra non superiore a 15 m), in particolare quando costituiscono amarro di condutture aeree, deve essere condotta con riferimento alle disposizioni contenute nella norma CEI 11-4.

Distanziamenti dei sostegni e delle condutture rispetto altri impianti e manufatti

Per quanto riguarda il posizionamento dei sostegni l'Allegato A (informativo) della Sez. 714 della norma CEI 64–8, impone che siano realizzati opportuni distanziamenti dalla carreggiata stradale. In alternativa devono essere realizzate protezioni con barriere di sicurezza[13]. La distanza di sicurezza non è definita, ma è messa in relazione, in particolare, alla velocità di progetto e al volume di traffico della strada. Tenuto conto che il sostegno d'illuminazione è da considerarsi alla stregua dei segnali stradali, la cui distanza dalla carreggiata è regolamentata dal Codice della Strada e del DM 18-02-1992, n. 223, si distinguono due casi:

- strade in centro abitato con limite di velocità di 50 km/h;
- strade con velocità di progetto ≥ ai 70 km/h.

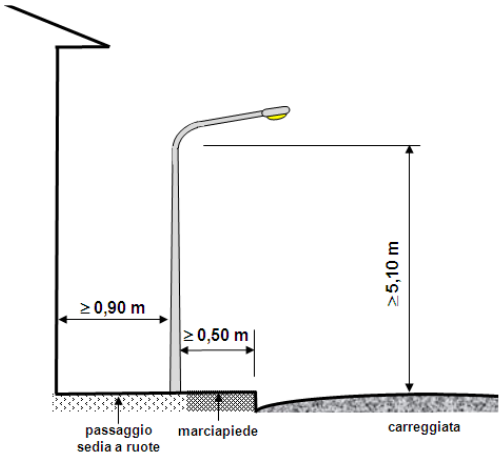

Fig. 7. Esempio di posizionamento di sostegni in una strada urbana.

Nel primo caso il sostegno d'illuminazione deve essere posizionato, lato esterno, ad una distanza minima di 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina. Inoltre, nessuna parte del punto luce deve sporgere da queste misure fino all'altezza di 5,10 m (fig. 7). Nel secondo caso, entrano in gioco valutazioni complesse in

[13] Per gli aspetti di dettaglio si deve procedere in accordo con il DM 18-02-1992 n. 223, il DM 21-06-2004 e la norma UNI 1317.

quanto il sostegno deve essere protetto da barriere di sicurezza rispondenti alla Norma CEI UNI EN 1317. La distanza tra l'interno della barriera e l'esterno del sostegno sarà compresa tra 0,60 m e 3,50 m a secondo del tipo di barriera. In ogni caso il sostegno deve essere posizionato in modo da consentire il passaggio delle sedie a ruote di almeno 90 cm e non interferire con gli spazi di manovra..

Dall'art. 5.2.1 all'art. 5.2.3 sono riportate le distanze di rispetto dei punti luce da opere e manufatti circostanti (linee elettriche, ferrovie, linee di telecomunicazioni, ecc). In tal senso hanno particolare importanza le distanze, da osservare in sede di progetto per il corretto esercizio, dei sostegni e dei relativi apparecchi d'illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella Norma CEI 11-4 in 2.2.04 - ipotesi 3)[14] che devono essere:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I; riducibile a 0,5 m, quando si tratta di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.
- (3 + 0,015 U) m dai conduttori di linee di classe II e III[15], dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV; riducibile a (1 + 0,015 U) m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi.

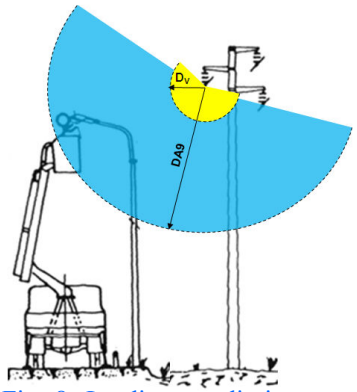

Fig. 8. Le distanze di sicurezza dalle linee in conduttori nudi per la manutenzione sono stabilite dalla norma CEI 11-27 e dal D.Lgs. n. 81/08.

Altre sono le distanze di sicurezza da mantenere per le attività di manutenzione (fig. 8) fissate in accordo combinato della norma CEI 11-27 e degli artt. 83 e 117 del D.Lgs. 81/08 (TU della sicurezza). Per quanto riguarda la coesistenza tra la linea in cavo interrato dell'impianto di illuminazione e altri servizi tecnologici interrati, si applica come già detto, la norma CEI 11-17, fatta eccezione per le interferenze con le reti del gas per le quali si applicano a seconda dei casi: il DM 24-11-1984 e successive modificazioni e integrazioni, il DM 17-4-2008, il DM 16-4-2008 e le norme UNI 9165 e UNI 9860.

Verifiche, esercizio e manutenzione

Nel caso d'impianti realizzati con componenti di classe I l'impianto di terra in precedenza descritto è sottoposto al regime di verifica periodica stabilito dal DPR n. 462/2001 essendo lo stesso considerato, ai sensi del TU della sicurezza, un luogo dove si esplica attività di lavoro subordinato. La questione è meno univoca negli impianti esistenti quando i pali sono messi a terra con un unico conduttore di protezione o singolarmente pur in presenza di componenti di classe II. In generale un impianto di classe II dove siano collegate a terra le masse (nella fattispecie i pali) è automaticamente declassato di classe I.

[14] Temperatura di +40°C in Zona B e +55°C in Zona A

[15] La Guida ha ignorato la norma CEI 11-4: 2011-01 (fasc. 11022), in vigore dal 01-02-2011 per le linee di nuova costruzione a tensione superiore a 1 kV, che all'art. 6.5 fissa una distanza di rispetto per i conduttori (supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale) dai sostegni di altre linee elettriche, nelle condizioni di carichi uniformi di ghiaccio/neve su tutte le campate e di temperature +55 °C e +48 °C, rispettivamente per le zone A e B del territorio italiano, di $3,5 + D_{el}$ m riducibile a $1 + D_{el}$ m quando ci sia l'accordo tra i proprietari delle due linee. Dove D_{el} è la distanza d'isolamento (circa 1 cm per kV), ovvero $D_{50Hz_p_e}$ distanza elettrica d'isolamento in aria necessaria alla tenuta della tensione a frequenza industriale per le linee elettriche a tensione superiore a 45 kV. La questione merita un approfondimento in sede normativa per chiarire se deve essere verificata la suddetta condizione anche nel caso dello stato limite della temperatura di 96 °C della linea elettrica.

Nel primo caso nell'ipotesi di un guasto a terra su un sostegno se l'impianto di terra non è efficiente si possono verificare potenziali pericolosi anche su tutti gli altri sostegni. Quindi in tali situazioni l'impianto di terra va sottoposto al regime di verifica periodica ai sensi di legge. Al contrario se ogni palo è collegato a terra singolarmente non è necessaria la denuncia dell'impianto di protezione di terra essendo minore la probabilità di tensione di contatto pericolosa.
Il quadro degli obblighi di verifica implica anche l'esecuzione di tutte le altre verifiche previste dall'art. 86[16] del richiamato TU. In particolare la Guida richiama la verifica della resistenza d'isolamento. Essa richiede all'atto della verifica iniziale, per ogni circuito d'illuminazione, una resistenza d'isolamento verso terra non inferiore a:

- 0,25 MΩ, per gli impianti di categoria 0;
- 2·U/(L+N) [MΩ], per gli impianti di categoria I e II.

Con:
U = tensione nominale verso terra in kV dell'impianto (si assume il valore 1 per tensione nominale inferiore a 1 kV);
L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in chilometri (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);
N = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.
È pure richiesta la verifica della caduta di tensione che può essere eseguita misurando l'impedenza del circuito oppure calcolata usando un diagramma simile a quello dell'Allegato 6D della norma CEI 64-8/6.
La manutenzione è concepita essenzialmente per contrastare preventivamente:

- l'alterazione delle prestazioni illuminotecniche[17];
- lo spegnimento di tratti o di tutto l'impianto con conseguenti situazioni di pericolo per la circolazione e disagio psicologico per gli abitanti[18].
- pericoli di elettrocuzione, o di cedimento strutturale dell'impianto: caduta dei pali o dei corpi illuminanti o di parti di essi[19].

Nell'affidamento in appalto della manutenzione occorre considerare, ai fini della corretta applicazione della norma CEI 11-27, l'aspetto della conduzione dell'impianto, rispetto al quale si distinguono due casi.

- L'impianto d'illuminazione esterno è esercito e manutenuto dal proprietario tramite il responsabile dell'impianto (RI)[20], proprio dipendente. Così facendo il RI prepara i programmi di manutenzione, individua l'impianto elettrico o parte di esso oggetto dell'attività di

[16] Verifiche e controlli. 1. Ferme restando le disposizioni del DPR 22-10-2001, n. 462, in materia di verifiche periodiche, il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza. In tal senso la Guida richiama, nella premessa del capitolo 8, le fonti normative: le norme CEI 64-8, 99-2 e 99-3 nonché le guide CEI 64-14, 0-11 e 0-14.
[17] Con la manutenzione periodica si devono garantire nel tempo le prestazioni illuminotecniche che il progettista ha calcolato per quella tipologia d'impianto, necessarie a rendere sicuro il traffico veicolare, garantire il raggiungimento di prestazioni sportive che si svolgono in notturna e di riprese televisive.
[18] Garantire confort psicologico e sicurezza nei parchi, nei giardini e nei quartieri periferici. È del tutto evidente come questi impianti, al servizio della collettività, non possano accettare carenze prestazionali che compromettano la sicurezza.
[19] Occorre considerare che oltre al naturale degrado dei componenti, l'impianto di illuminazione esterna è anche accessibile a tutte le persone che, più o meno inconsciamente, possono andare a contatto con le parti metalliche accessibili per svariate ragioni. Esso è sottoposto a sollecitazioni ambientali e atmosferici, a possibili danneggiamenti delle condutture interrate, dovuti ad interferenze con pose di altri servizi interrati, e dei sostegni causati da urti con veicoli di ogni genere.
[20] Art. 3.2.2 norma CEI 11-27.

manutenzione, pianifica le attività da svolgere e trasferisce al PL[21] (appartenente all'azienda proprietaria dell'impianto o a un ditta di manutenzione in appalto) le informazioni su eventuali rischi ambientali ed elettrici specifici dell'impianto oggetto dei lavori, consegna al PL stesso l'impianto nelle condizioni previste[22]. I due ruoli possono essere ricoperti dalla medesima persona.

- L'impianto è manutenuto da un'impresa terza tramite un contratto di appalto.
  In questo ipotesi per ragioni di efficienza[23] ed efficacia dell'attività la figura del RI viene individuata in una persona, che possieda i requisiti tecnici necessari, appartenete all'impresa appaltatrice che potrà svolgere anche i compiti di PL, operando quindi senza la predisposizione di documenti scritti[24]. La delega, documentata e regolamentata, all'impresa della responsabilità alla conduzione dell'impianto deve essere prevista nel bando di gara affinché l'impresa possa valutare preventivamente gli oneri e gli obblighi giuridici che ciò comporta. Da parte sua il committente dovrà curare particolarmente gli adempimenti dall'art. 26 del D.Lgs. riguardanti, oltre agli obblighi d'informazione, cooperazione e coordinamento (nel caso del ricorso, autorizzato al subappalto), la verifica dell'idoneità tecnico professionale dell'impresa affidataria in particolare per l'attuazione dell'art. Art. 4.15.4 della norma CEI 11-27[25].

Gli interventi di manutenzione su impianti d'illuminazione posti all'esterno comportano sempre rischi per il personale di manutenzione e disagi per i fruitori delle aree esterne e delle strade, Anche la sostituzione di una sorgente luminosa su una strada con traffico veicolare o piazzale di centro commerciale ed industriale, di porti o aeroporti, comporta rischio per gli addetti e disagio per gli utenti dell'area. Per gli interventi in elevazione si utilizzano autocestelli, che impegnano una corsia di marcia (fig. 9) e la prima precauzione da prendere a tutela degli addetti e dei veicoli è quella di predisporre la opportuna delimitazione e segnalazione del mezzo che occupa la carreggiata. In tal senso il DIM 04-03-2013 prevede una formazione, integrativa della formazione prevista dall'Accordo Stato Regioni n. 221/11, per preposti e lavoratori, addetti alle attività di pianificazione, controllo e apposizione della segnaletica stradale destinata alle attività lavorative che si svolgano in presenza di traffico veicolare.

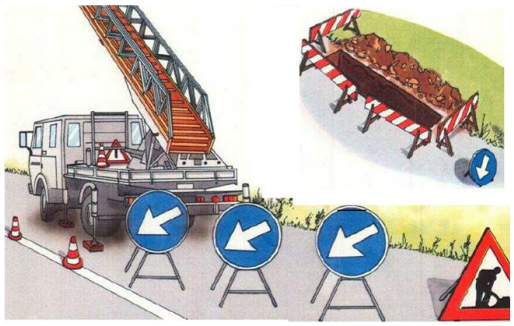

Fig. 9. Allestimento e predisposizione segnaletica di sicurezza per cantiere stradale.

agu/
5/14

[21] Art. 3.2.4 norma CEI 11-27.

[22] La consegna può avvenire, per impianti con tensione ≤ 1000 V, per l'esecuzione degli interventi fuori tensione ovvero sotto tensione. Per impianti con tensione > 1000 V la consegna avviene prevedendo l'esecuzione degli interventi fuori tensione e con l'impianto posto in sicurezza.

[23] Basti pensare alle esigenze di celerità nella manutenzione sotto guasto.

[24] Essenzialmente il documento di consegna e restituzione dell'impianto. Resta comunque indispensabile che l'impresa disponga di schede di manutenzione per il controllo del rischio elettrico, per le attività routinarie, sostitutive del Piano d'intervento del tipo di quelle tecniche riportate dalla Guida al termine del capitolo 9.

[25] Art. 4.15.4 - Datori di lavoro committenti. Nell'affidare lavori elettrici in appalto i datori di lavoro committenti devono richiedere al personale che opera su installazioni elettriche (cioè che esegue lavori elettrici) la condizione di PES e/o PAV