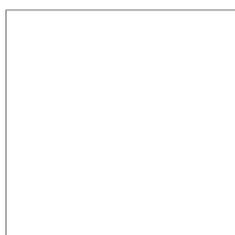


**Studio Tecnico**  
**Dott. Ing. Lori Cavandoli**

**Progettazione e Servizi**  
impianti elettrici ed affini  
energie rinnovabili  
prevenzione incendi

Iscr. Albo Ingegneri Reggio Emilia n. 998  
Partita IVA 01502680356  
Via F.lli Cervi 14 Carpineti (RE)  
Tel / Fax 0522.618272  
Cell. 335.375969  
email studio.cavandoli@gmail.com  
email rinnovabili.cavandoli@gmail.com  
email PEC lori.cavandoli@ingpec.eu



Timbro e Firma

Descrizione dei lavori:

**RIQUALIFICAZIONE ILLUMINAZIONE PUBBLICA**  
**OPERE DI III° STRALCIO**  
Comune di Carpineti (RE), località Valestra e Marola

Elaborato:

## RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

Committente: **Comune di Carpineti**  
P.zza Matilde di Canossa n.1  
42033 - Carpineti (RE)

Destinatario: **Comune di Carpineti**  
P.zza Matilde di Canossa n.1  
42033 - Carpineti (RE)

Unità Immobiliare: **Comune di Carpineti**  
località Valestra  
42033 - Carpineti (RE)

Protocollo:	PRG2818			
	rev.00	08.01.2018	Progetto Esecutivo	
	rev.	data	descrizione	
Tipo Documento: esecutivo	Data:	Maggio 2018	Scala: --	Elaborato: IE02
Nome file: ie02 - relazione.docx				

## INDICE

1. **PREMESSA**
2. **QUADRO NORMATIVO E LEGISLATIVO**
3. **CLASSIFICAZIONE STRADALE E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO**
4. **ANALISI RISCHI E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO**
5. **REQUISITI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO**
6. **PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER L'INQUINAMENTO LUMINOSO**
7. **APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**
8. **SOSTEGNI**
9. **DIMENSIONAMENTO SOSTEGNI E PLINTI**
10. **ALIMENTAZIONE ELETTRICA**
11. **PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AI CIRCUITI**
12. **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI**
13. **POZZETTI E DERIVAZIONI**
14. **CONDUTTORI**
15. **CIRCUITI E PROTEZIONE CONDUTTORI**
16. **QUADRI ELETTRICI**
17. **RIFASAMENTO**
18. **PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE**
19. **CONCLUSIONI**
20. **VERIFICHE INIZIALI A CURA DELL'INSTALLATORE**
21. **COLLAUDO**

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente è la progettazione degli impianti elettrici relativi all'intervento di *RIQUALIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA* del Comune di Carpineti (RE) nella zona di Valestra e Marola. La riqualificazione in esame ha come scopo l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente dove possibile, ed il rifacimento completo del sistema in quelle aree dove l'impianto di illuminazione non è presente o non si è in grado di garantire un livello di illuminamento adeguato sfruttando i "punti luce" attualmente esistenti". Pertanto, nel dettaglio, le opere si suddivideranno in:

- ❖ Riqualificazione dell'impianto di pubblica illuminazione esistente mediante l'installazione di nuovi corpi illuminanti con tecnologia a LED sui pali esistenti;
- ❖ Revisione e sostituzione dei cablaggi interni ai pali di pubblica illuminazione esistenti che verranno mantenuti e per il quale è prevista la sostituzione dell'attuale corpo illuminante come indicato in precedenza;
- ❖ Realizzazione di nuovo sistema di pubblica illuminazione mediante l'impiego di corpi illuminanti con tecnologia a LED;
- ❖ Installazione di sistemi di regolazione di flusso con tecnologia di comunicazione ad "onde convogliate" in grado di regolare l'illuminamento nell'arco del funzionamento notturno dell'impianto di pubblica illuminazione;

Le zone oggetto della riqualificazione sono le seguenti:

Località	Indirizzo
Valestra	Via Monte Valestra
	Via Roncolo (parcheggio scuola)
	Via Costa Alta
	Via Malpasso
	Via L. Fumagalli (centro storico)
	Via Casa Salino (parco giochi)
	Via Casa Pantani (tratto iniziale)
Marola	Via Canova
	Via Dante Alighieri (Metato)

Gli aspetti tecnici previsti nell'ambito della presente attività di progettazione sono volti a dotare gli impianti elettrici come prescritto dalle destinazioni d'uso assegnate e saranno conformi alle Normative vigenti. Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, per quanto non esplicitamente indicato si rimanda alle norme CEI e UNI vigenti.

La presente relazione descrive i criteri utilizzati per le scelte progettuali, nonché le caratteristiche dei materiali prescelti e i calcoli degli impianti.

	Caratteristiche	Note
Intervento	<i>Riqualificazione pubblica illuminazione</i>	
Tipo di edificio	<i>Pubblico</i>	
Località	<i>Comune di Carpineti</i>	
Indirizzo	<i>Valestra e Marola</i>	
Proprietà	<i>Comune di Carpineti</i>	

Gli impianti elettrici saranno realizzati e/o adeguati rispettando le più restrittive norme emanate del Comitato Elettrico Italiano (CEI), in particolare l'intero impianto sarà dotato di almeno un interruttore generale (DG), fino ad un massimo di tre, munito di protezione contro le correnti di sovraccarico e di corto circuito.

I nuovi impianti elettrici dovranno essere realizzati in modo tale da:

- Non costituire causa primaria di incendio e/o esplosione;
- non fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi e, a tale scopo, il comportamento al fuoco della membratura sarà compatibile con la specifica destinazione d'uso dei locali;
- essere suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- disporre di apparecchi di manovra ubicati in posizioni "protette" e con chiare indicazione dei circuiti a cui si riferiscono;

- avere il quadro elettrico generale ubicato in posizione facilmente accessibile e segnalata;
- impedire la propagazione dell'incendio, con opportuni sistemi, qualora le condutture elettriche attraversino pareti e/o solai per le quali sia richiesta una specifica resistenza al fuoco.
- Relativamente alla realizzazione di impianti elettrici nelle zone esterne, e ed in generale in ambienti dove è prevedibile la presenza di acqua, non è ammesso realizzare condutture che presentino gradi di protezione inferiori ad IP55. Si ricorda inoltre che al riguardo che non è ammesso posare all'esterno, anche se all'interno di condutture con grado di protezione IP55, conduttori isolati in PVC ma si dovranno obbligatoriamente utilizzare cavi adatti per posa interrata quali ad esempio di tipo FG16M16, ecc.;

In generale gli impianti elettrici dovranno essere adeguati in conformità del progetto costituito dalla presente relazione tecnica e dagli elaborati allegati quali tavole planimetriche, schemi quadri, ecc. Le planimetrie allegate contengono la dislocazione delle apparecchiature di controllo e distribuzione della potenza e dei comandi, la struttura dei quadri e relativi sottoquadri.

Tutti i materiali utilizzati per le installazioni dovranno essere conformi alla direttiva 2014/35/UE (ex. 73/23/CEE; ex. 2006/95/CE) recepita in Italia con la Legge 18/10/1977 n. 791, con l'esclusione di quegli elementi che non rientrano nel suo campo di applicazione. I prodotti utilizzati dovranno essere certificati e marchiati CE (Comunità Europea) nell'ambito che gli compete. Oltre a quanto sopra indicato tutti i materiali impiegati dovranno in generale essere rispondenti ai principi generali di sicurezza, anche se non espressamente indicati, e rispettare tutte le normative vigenti in materia per essere installati e commercializzati in Italia.

## 2. QUADRO NORMATIVO E LEGISLATIVO

Gli impianti elettrici di illuminazione pubblica dovranno integralmente rispettare le seguenti disposizioni legislative e normative. Ad esse si farà riferimento in sede di accettazione e verifiche preliminari degli impianti e in sede di collaudo finale.

**REGIO DECRETO 6 MAGGIO 1940 N. 635:**

"Approvazione del regolamento per l'esecuzione del Testo Unico 18 giugno 1931, n.773, delle leggi di pubblica sicurezza".

Supplemento alla Gazzetta Ufficiale 26 giugno 1940 n. 149.

**DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 27 APRILE 1955 N. 547:**

"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 12 Luglio 1955 n.158.

**DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 19 MARZO 1956 N. 303:**

"Norme generali per l'igiene del lavoro".

Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 30 aprile 1965 n. 105.

**DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 MAGGIO 1959 N. 689:**

"Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del Comando del Corpo dei Vigili del Fuoco".

Gazzetta Ufficiale 4 settembre 1959 n. 212.

**DECRETO MINISTERIALE 27 SETTEMBRE 1965:**

"Determinazione della attività soggette alle visite di prevenzione incendi".

Gazzetta Ufficiale 8 Novembre 1965 n. 278.

**LEGGE 1 MARZO 1968 N. 186:**

"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiali e impianti elettrici ed elettronici".

Gazzetta Ufficiale 23 Marzo 1968 n. 77.

**LEGGE 18 OTTOBRE 1977 N. 791:**

"Attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n. 72/73/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".

Gazzetta Ufficiale 2 Novembre 1977 n. 298.

**DECRETO MINISTERIALE 15 DICEMBRE 1978:**

"Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di Normalizzazione Elettrotecnica ed Elettronica".

Gazzetta Ufficiale 28 giugno 1979 n. 176.

**LEGGE 23 DICEMBRE 1978 N. 833:**

"Istituzione del servizio sanitario nazionale".

Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 28 dicembre 1978 n. 360.

**DECRETO MINISTERIALE 9 OTTOBRE 1980:**

"Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radio disturbi provocati da apparecchi elettrodomestici, utensili portatili ed apparecchi analoghi".

Gazzetta Ufficiale 28 ottobre 1980 n. 296.

**DECRETO MINISTERIALE 1 AGOSTO 1981:**

"Liste degli organismi, dei modelli, dei marchi e dei certificati, in applicazione della legge 18 ottobre 1977 n. 791".

Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 29 agosto 1981 n. 237.

**D.M.37/08**

“Norme per la sicurezza degli impianti”

**DM 31 MAGGIO 2001**

Elenco delle norme armonizzate concernente l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva

**DPR 23 MARZO 1998 N°126**

Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva

**D.LGS 12 GIUGNO 2003 N°233**

Attuazione alla direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive

**CEI 20-22:** Cavi non propaganti l’incendio.

**CEI EN 60898** Interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti per impianti domestici e similari;

**CEI 23-51;**

**CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in C.A. a 1500V in C.C.

**Norma UNI 11248 Novembre 2016:** Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche

**Norma UNI 13201-2 Febbraio 2016:** Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali

**Legge Regionale n. 19 del 29 settembre 2003:** Norme in materia di riduzione dell’Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico

**DIRETTIVA di Giunta Regionale n. 1732 del 12 novembre 2015:** TERZA direttiva per l’applicazione dell’art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell’Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"

*N.B.: ogni fascicolo si intende completo degli aggiornamenti, delle appendici, delle varianti, degli eventuali supplementi e riferito all’edizione in vigore al momento dell’intervento.*

Si dovranno infine rispettare:

- Tabelle CEI-UNEL
- Norme UNI applicabili ed in particolare UNI 10380 e successive varianti
- Le prescrizioni della Società Distributrice dell’Energia Elettrica competente per la zona;
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F.,USL,UOIA, ISPEL ecc...) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l’installazione delle apparecchiature impiegate.
- Altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l’intervento.

### 3. CLASSIFICAZIONE STRADALE E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO

Per la classificazione della viabilità di progetto si è fatto riferimento a quanto previsto dalla norma UNI 11248 Novembre 2016 ed alla norma UNI-EN 13201-2 Febbraio 2016. Nelle zone di intervento vengono individuate due tipi di *strade*, in particolare:

- Strade locali extraurbane, senza rallentatori, con limite di velocità 50 km/h;
- Strade locali urbane (*centri storici*), senza rallentatori, con limite di velocità 30 km/h;

Pertanto, come indicato all’art. 7.2, prospetto 1, della norma UNI 11248, le strade vengono classificate di *Tipo F* in quanto, in riferimento al *prospetto C.1* della norma, sono presenti le seguenti caratteristiche:

- N. carreggiate indipendenti: **1**
- N. minimo di corsie per senso di marcia: **1**
- N. di sensi di marcia: **2**
- Portata max. di servizio per corsia (veicoli/ora): **> 800 unità**

Per le strade di cui sopra si assumono le seguenti *categorie illuminotecniche di ingresso*:

- Tipo si strada F / strade locali urbane limite 50km/h: **cat. Illuminotecnica ME4**
- Tipo si strada F / strade locali urbane limite 30km/h: **cat. Illuminotecnica C3/P1**

### 4. ANALISI RISCHI E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

Effettuata l’analisi dei rischi secondo come indicato nella Norma UNI 11248 le strade, secondo quanto riportato nel *prospetto 2*, potrebbe essere ridotta di 1 categoria illuminotecnica. Tuttavia, non essendo certi di poter escludere

a priori alcuni fattori di rischio che potrebbero introdursi, anche nel tempo, nelle zone oggetto di studio ed intervento si decide di assumere le categorie illuminotecniche di ingresso come **categorie di progetto**.

Le strade in esame presentano in alcuni punti zone di conflitto, quali ad esempio incroci, svincoli, ecc.. In tali aree, come indicato dalla norma UNI 11248, è pertanto necessario individuare per tali zone categorie illuminotecniche che presentino un livello luminoso comparabile come specificato nel *prospetto 6* della Norma. Pertanto, considerato un coefficiente di luminanza  $Q_0$  di  $0,7sr^{-1}$ , il prospetto indica che la categoria illuminotecnica comparabile per i marciapiedi in esame relativa alla condizione ME4 è la **cat. Illuminotecnica C4**.

Nelle aree oggetto sono presenti, nella zona del “centro”, marciapiedi su uno o entrambe i lati della strada. Inoltre, nelle zone di intervento, sono presenti piazze dove è previsto il parcheggio pubblico di autoveicoli. Come indicato dalla norma UNI 11248 è pertanto necessario individuare per tali zone categorie illuminotecniche che presentino un livello luminoso comparabile con la strada principale di riferimento come specificato nel *prospetto 6*. Pertanto, considerano che la categoria illuminotecnica relativa a pedoni sui marciapiedi e ai parcheggi pubblici è la *categoria P*, in riferimento alla condizione illuminotecnica ME4 di cui sopra, la categoria da considerare per l’analisi illuminotecnica è la **cat. Illuminotecnica P4**.

Relativamente a quanto indicato in precedenza nella tabella di seguito viene riportata la categoria illuminotecnica di ingresso per ogni singola strada oggetto di intervento:

Località	Zona di intervento	Categoria Illuminotecnica di progetto	Zone di Conflitto	Zone Pedonali	Note
Valestra	Via Monte Valestra	ME4	C4	P4	
	Via Roncolo	**	**	P4	<i>Impianto esistente</i>
	Via Costa Alta	ME4	C4	**	
	Via Malpasso	ME4	C4	**	<i>Impianto esistente</i>
	Via L. Fumagalli	C3	**	P4	
	Via Casa Salino	**	**	P4	<i>Impianto esistente</i>
	Via Casa Pantani	ME4	C4	**	
Marola	Via Piane	ME4	C4	**	<i>Impianto esistente</i>
	Via Canova	C3	**	**	
	Via Dante Alighieri	<i>Vedere progetto intervento II° stralcio</i>			

## 5. REQUISITI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO

Al fine di definire i requisiti prestazionali, relative alla classificazione e alla scelta della categoria illuminotecnica di progetto scelta per la varie zone, è necessario fare riferimento alla Norma UNI EN 13201-2 del 2016. Tale norma definisce nel dettaglio le esigenze visive degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell’illuminazione stradale.

Le categorie M riguardano i conducenti di autoveicoli motorizzati su vie di traffico che consentono velocità medio/alte. In particolare la categoria Illuminotecnica M4 assunta, relativa a strade locali urbane con campo visivo normale, indica i seguenti requisiti prestazionali:

*prospetto 1*

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	$L$ min. mantenuta $cd \times m^2$	$U_0$ minima	$U_i$ minima	$U_{ow}$	$f_{\pi}$ massima %	$R_{EI}$ minima
<b>M4</b>	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30

Le categorie definiscono gli illuminamenti orizzontali di strade urbane quali centri storici, ecc.. e aree di conflitto come incroci principali, rotonde, sottopassi pedonali, ecc. Per le categorie C3, riferite a strade di centri storici e/o zone 30, e per la categoria C4, assunta dalla comparazione della strada principale M4 relativamente alle zone di conflitto, la norma , indica i seguenti requisiti prestazionali:

prospetto 2

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$E_{lx}$ [minimo mantenuto]	$U_0$ [minimo]
<b>C3</b>	15,0	0,40
<b>C4</b>	10,0	0,40

Le categorie P riguardano i pedoni e ciclisti sui marciapiedi. Nel caso in esame la zona di strada al quale si applicano tali categorie sono i marciapiedi. Per tali categorie la norma indica i seguenti requisiti prestazionali:

prospetto 3

Categoria	Illuminazione orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$E_{lx}$ [minimo mantenuto]	$E_{min}$ [mantenuto]	***	***
<b>P4</b>	5,00	1,00	***	***

## 6. PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER L'INQUINAMENTO LUMINOSO

Relativamente ai siti oggetto di intervento, e alla DIRETTIVA di Giunta Regionale n. 1732 del 12 novembre 2015 "TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003 - Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico", l'intera zona interessata della riqualificazione vengono classificate, come indicato all'art.3 della Legge Regionale, quali "Zone di particolare protezione dall'inquinamento luminoso" in quanto le stesse sono ricomprese nel raggio di 15 km attorno all'Osservatorio Astronomico di Cervarezza Terme (RE). L'osservatorio è classificato e censito ad oggi come osservatorio astronomico di tipo *non professionale*. Pertanto, visto l'impiego di fonti di luce con sorgente a LED, è prevista l'installazione di nuovi corpi illuminanti aventi una temperatura di colore (CCT) pari a **3000°K** come prescritto all'art.4 della Legge Regionale.

## 7. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi illuminanti che si dovranno installare dovranno avere obbligatoriamente i requisiti tecnici indicati negli elaborati grafici e calcoli illuminotecnici quali parte integrante della presente. In particolare i nuovi corpi illuminanti dovranno:

- Avere tecnologia a LED con colore della luce CCT 3000 °K;
- Nella loro posizione di installazione, per almeno  $g \geq 90^\circ$ , emettere un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm;
- Avere una resa del colore CRI > 70;
- Avere un indice IPEA di prestazione energetica corrispondente alla "classe A" o superiore;
- Essere forniti già cablati con un coefficiente di rifasamento  $\cos \phi > 0,95$ ;
- Avere un grado di isolamento II relativamente alla protezione contro i contatti indiretti;
- Essere forniti già cablati e dotati di apposito modulo a bordo per la dimmerazione con tecnologia ad "onde convogliate" marca Reverberi (identico a quello installato negli stralci dei lavori precedenti);

Tutti i corpi illuminanti in generale, indipendentemente dalla tipologia di installazione (su nuovo palo o palo esistente), dovranno essere installati sulla sommità dei pali seguendo i criteri e le regole tecniche indicati dalla Ditta costruttrice dell'apparecchio e non potranno essere modificati in nessun modo mediante opere di tipo meccanico e/o elettrico. Inoltre, tutti i corpi illuminanti, dovranno essere equipaggiati al loro interno di un apposito modulo di regolazione del flusso luminoso della lampada con tecnologia ad "onde convogliate". I moduli

di regolazione dovranno essere di marca Reverberi Enetec e dovranno obbligatoriamente essere compatibili e regolabili mediante il sistema di regolazione del flusso luminoso già presente in altre zone del Comune di Carpineti installati negli stralci dei lavori precedenti al presente. Il sistema di regolazione ad onde convogliate, nel suo complesso, dovrà avere la capacità di regolare punto a punto ogni singolo punto luce. Non è in ogni caso ammessa l'installazione del modulo di regolazione punto a punto ad onde convogliate di cui sopra all'esterno dell'armatura stradale e non sono ammessi sistemi di regolazione con non possano operare singolarmente ad autonomamente punto a punto su ogni singola sorgente luminosa. In linea generale i corpi illuminanti dovranno possedere le seguenti caratteristiche in termini tecnici e prestazioni nell'arco della loro vita di funzionamento:

- Sorgente luminosa: LED ad alta efficienza (160 lm/W @ 700mA, Ts=85°C);
- Moduli LED: moduli LED priva di lenti in materiale plastico esposte. I moduli sono dotati di riflettore in alluminio puro 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99.95%;
- Temperatura del colore correlata: 3000 °K;
- Resa cromatica: CRI > 70;
- Classe di sicurezza fotobiologica: GRUPPO ESENTE secondo la norma CEI EN 62471;
- Mantenimento flusso lum.: L90B10: 100.000 ore (incl. guasti critici);
- Classe di isolamento: II;
- Grado di protezione: IP66 / IK08 Totale;
- Temperatura esercizio: - 40°C/+ 50°C;
- Tensione alimentazione: 230Vac;
- Corrente LED: 525/700mA;
- Fattore di potenza: 0,95 a pieno carico;
- Dispositivo di protezione a bordo: SPD integrato di classe II/III, 10kV-10K completo di led di segnalazione di corretto funzionamento e termofusibili di protezione;
- Colore: RAL 7016 (grigio antracite) o comunque a scelta delle D.L.;
- Prestazione IPEA: classe A o superiore;
- Estensione garanzia 5 anni sul gruppo LED, gruppo ottico, elettronica di potenza e di comando ed in generale dell'intero corpo sia in termini di corretto funzionamento sia in termini di prestazione.
- Modulo a bordo per la dimmerazione con tecnologia ad "onde convogliate" marca Reverberi (identico a quello installato negli stralci dei lavori precedenti);

Relativamente ai flussi luminosi e alle potenze degli apparecchi da installare si rimanda nel dettaglio ai calcoli illuminotecnici allegati alla presente. In ogni caso, nel proseguo della presente, si indicano i dati riassunti assunti a progetto con l'indicazione di marca e modello:

Marca	Modello	Potenza (W)	Flusso Luminoso (lm)	Ottica	Zona
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Monte Valestra
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Roncolo
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Costa Alta
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Malpasso
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Fumagalli
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Casa Salino
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Case Pantani
AEC	I-TRON 1	43	5420	0C8 STU-M 3.3-5M PLM	Valestra - Via Piane
AEC	I-TRON 1	77	9190	0C8 STU-W 3.5-6M PLM	Valestra - Via Monte Valestra
AEC	I-TRON 1	77	9190	0C8 STU-W 3.5-6M PLM	Marola - Via Dante A. (Metato)
AEC	Eco Rays	16	1660	0R2C1 STU-M 4.50-1M	Marola - Via Canova

Ovviamente, in fase di esecuzione delle opere, sarà facoltà della Ditta installatrice poter variare marca e modello dei corpi illuminanti ma, ovviamente, dovrà provvedere a rifare tutti i calcoli illuminotecnici e i nuovi corpi illuminanti scelti dovranno avere caratteristiche equivalenti a quelli sopra indicati in termini di sorgente luminosa, resa cromatica, sicurezza fotobiologica, classe di isolamento ecc.. ed in ogni caso a quelle indicate al par.6 della presente.

## 8. SOSTEGNI

I nuovi sostegni che verranno installati saranno composti da pali troncoconici dritti a sezione circolare realizzato in lamiera di acciaio S 235 JR (UNI EN 10025) adatti per l'installazione di armature stradali per l'illuminazione pubblica,

protetti contro la corrosione mediante zincatura a caldo di tutti gli elementi eseguita in conformità alla norma UNI EN 1461 e verniciati RAL 7016 (nero grafite) raggrinzato opaco. I pali dovranno essere costruiti in conformità alla norma UNI EN 40-5 ed alle norme di prodotto correlate. Inoltre i pali, in conformità alla legislazione CEE 89/106 del 21/12/88 e DPR 246 del 21/04/93, dovranno essere dotati di targa metallica punzonata riportante la marcatura CE, il numero di identificazione dell'ente notificato, la norma di riferimento EN 40-5, il codice univoco del prodotto e l'anno di marcatura e l'identificazione del produttore. Inoltre, alla base dei pali, saranno presenti protezioni aggiuntive contro la corrosione. In particolare si adotterà uno dei seguenti provvedimenti:

- Apposizione di nastro auto collante in gomma di butile, con primer integrato e film portante in materiale resistente ai raggi UVA;
- Apposizione di manicotti termorestringenti in gomma di butile e/o similare;

I nuovi pali, dopo essere stati posizionati nei plinti predisposti a piombo e perfettamente allineati, saranno fissati riempiendo l'interstizio residuo tra il palo e il tubo del plinto con sabbia ben costipata. Il tutto sarà sigillato da una corona di malta cementizia posta nel punto di incasso del palo.

Ogni palo sarà dotato di asola di entrata cavi completa di guaina alla base del palo, asola per apposizione della morsettiere a relativi supporti per l'apposizione della portella, portella in zama presso-fusa con grado di protezione IP54 e, in alcuni casi (pali 8000mm f.t.), manicotto filettato (passo gas) 3/4" pollice rivolto verso il basso, installato a 1000mm dall'estremità alta, avente un'inclinazione di 10° rispetto la verticale completo di tappo di chiusura ermetico.

I nuovi pali, in generale, saranno posizionati nel rispetto del bordo esterno della carreggiata a distanze non inferiori a quanto ammesso dalle norme CEI 64-8/7, UNI EN 1317, UNI CEI 70030, DM 18.02.1992 n. 223 e successivi aggiornamenti che si intendono espressamente richiamati.

Tutti i pali, nuovi e/o esistenti dovranno essere dotati di nuove morsettiere con caratteristiche di isolamento di classe II fissate all'intero di ogni sostegno. Si chiarisce che è vietato l'uso di muffole e/o qualsiasi altra derivazione eseguita all'intero dei pozzetti e/o all'interno dei pali. Le derivazioni agli apparecchi di illuminazione, di sezione inferiore a quella della dorsale principale, dovranno essere protette con idonei fusibili. Ogni palo dovrà essere sezionabile alla base, tale da garantire la sicurezza delle persona che lavorano in vicinanza di parti attive. Si chiarisce che, essendo il sistema di tipo TT; il sezionamento dovrà riguardare anche il conduttore di neutro. Tutte le morsettiere pertanto saranno di tipo bipolare a tre o più vie, doppio isolamento complete di fusibili e portello stagno di chiusura a chiave.

## 9. DIMENSIONAMENTO SOSTEGNI E PLINTI

Per il dimensionamento dei nuovi pali, e dei relativi plinti di fondazioni, si deve classificare il sito di installazione relativamente ai seguenti parametri:

1. Ventosità;
2. Rugosità del Terreno;
3. Categoria di esposizione del sito;

Nelle classificazioni di cui sopra, sulla base del D.M. 16/01/1996, si assumo i seguenti valori:

1. In relazione all'ubicazione dell'intervento, Comune di Carpineti (RE), sulla base della *Tabella 7.1* delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, si ha:

Zona	Descrizione	Vref,0 (m/s)	Quota limite di zona	Coeff. per ogni metro oltre la quota limite di zona
		a	b	c
2	Emilia Romagna	25	+ 750m	0,024

Essendo che la zona più sfavorevole in esame può arrivare ad un'altezza s.l.m. di ~ 850m, ovvero al di sopra della quota limite di zona, si dovrà a favore della sicurezza provvedere al calcolo della relativa  $V_{ref}$  applicando la seguente formula:

$$V_{ref} = a + (c \cdot M) \quad (1)$$

Dove:

$M$ : [quota di installazione in metri – quota limite della zona interessata (colonna B)]

Dal calcolo di cui sopra risulta che la  $V_{ref}$  nel sito in oggetto è pari a **28**.

2. In relazione alla classe di rugosità del terreno, sulla base della *Tabella 7.3* delle norme di cui al del D.M. 16/01/1996, si ha:

<i>Classi di rugosità del terreno</i>	<i>Descrizione</i>
B	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media non superi i 15 m

3. In relazione alla rugosità del terreno categoria di esposizione del sito, sulla base della *Tabella 7.2* delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, si ha a favore della sicurezza (aumento +1 cat.) una categoria di esposizione del sito pari a III, a cui corrispondono i seguenti valori:

<i>Categoria di esposizione al sito</i>	$K_r$	$Z_0$ (m)	$Z_{min}$ (m)
III	0,19	0,05	4

Relativamente al dimensionamento degli spessori e delle proprietà meccaniche dei nuovi pali di illuminazione si fa riferimento a quanto dichiarato dalle specifiche tecniche della Ditta produttrice e in relazione alla classificazione del sito di cui sopra e alla superficie esposta al vento installata sulla sommità degli stessi. Pertanto, in relazione alla scelta del palo si ha che:

*pali 8000 mm fuori terra (standard)*

<i>Superficie esposta (m<sup>2</sup>) (n. 2 corpi)</i>	<i>H. totale palo (mm)</i>	<i>H. fuori terra palo (mm)</i>	<i>H. interrimento (mm)</i>	<i>Diametro base (mm)</i>	<i>Diametro di testa (mm)</i>	<i>Spessore lamiera (mm)</i>	<i>Superficie massima espositiva (m<sup>2</sup>)</i>
<b>0,32</b>	8.800	8.000	800	148	60	3	0,42

*pali 8000 mm fuori terra (con aggiunta TVCC)*

<i>Superficie esposta (m<sup>2</sup>) (n. 3 corpi + TVCC)</i>	<i>H. totale palo (mm)</i>	<i>H. fuori terra palo (mm)</i>	<i>H. interrimento (mm)</i>	<i>Diametro base (mm)</i>	<i>Diametro di testa (mm)</i>	<i>Spessore lamiera (mm)</i>	<i>Superficie massima espositiva (m<sup>2</sup>)</i>
<b>1,15</b>	8.800	8.000	800	178	90	4	1,26

Per la valutazioni e i calcoli di cui sopra si è dovuto far riferimento ad una Ditta costruttrice di pali. In particolare si è fatto riferimento all'azienda *CML srl* e ai seguenti modelli di pali:

- Palo conico dritto spessore 3mm H. 8800 mod. **PC 388**
- Palo conico dritto spessore 4mm H. 8800 mod. **PC 488.90**

Ovviamente, in fase di esecuzione delle opere, sarà facoltà della Ditta installatrice poter variare marca e modello del palo ma, ovviamente, dovrà provvedere a rifare tutti i calcoli di verifica di cui sopra e a effettuare tutte le verifiche tecniche e prestazionali in relazione con le specifiche tecniche fornite dalla casa madre.

Successivamente la scelta del palo si procede a verificare la stabilità dello stesso in relazione alle dimensioni del plinto di fondazione predisposto. La stabilità del plinto di fondazione si ha con il verificarsi della seguente formula:

$$M_{rib} \leq M_{res} \quad (2)$$

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 parallelepipeda ed espresso in Nm;

Il momento ribaltante  $M_{rib}$ , determinato dalla pressione del vento, 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:

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

dove:

$q_{ref}$  = pressione cinetica di riferimento espressa in  $N/m^2$  pari a  $V_{ref}^2/1,6$

$V_{ref}$  = 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

In relazione all'altezza (z) fuori terra dei nuovi pali, pari a 8, relativamente al coefficiente di esposizione sulla base del D.M. 16/01/1996, si ha che:

$$z \geq z_{min} \quad (4)$$

dove:

$z$  = altezza fuori terra dell'elemento

$z_{min}$  = altezza indicata in tabella 7.2 DM 16/01/1996

a cui corrisponde la seguente formula per il calcolo di  $C_e$  come riportato nel punto 7.5 delle norme di cui al D.M. 16/01/1996:

$$C_e(z_{min}) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0)] \quad (5)$$

Nella formula (5) compare il fattore  $C_t$ , detto coefficiente di topografia, che normalmente assume valore pari a 1 sia per zone pianeggianti che per quelle ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati il coefficiente di topografia deve essere valutato con analisi più approfondite effettuate sulla base dell'*Eurocodice 1 ENV 1991 parte 2-4 paragrafo 8.4*.

Inserendo nella formula (5) i dati di progetto sopra riportati si ha:

$$C_e(z_{min}) = 0,19^2 \cdot 1 \cdot \ln(4/0,05) \cdot [7 + 1 \cdot \ln(4/0,05)] = 1,8 \quad (6)$$

Calcolato il valore di  $C_e$  inserendo nella formula (3), relativa al calcolo del momento di ribalta  $M_{rib}$ , i dati di progetto sopra riportati si ha:

$$Q = 28^2/1,6 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \mathbf{882 \text{ N/m}^2} \quad (7)$$

Definita la pressione cinetica di riferimento  $Q$  si passa a valutare l'azione d'insieme  $F$  (forza) del vento sul palo sulla base della formula (8):

$$F = Q \cdot (d_{med} \cdot L) \cdot 1 \quad (8)$$

dove:

$d_{med}$  = è la superficie mediana del palo esposta (diametro mediano esteso per tutta l'altezza dell'elemento);

$L$  = altezza del singolo palo espressa in m

1 = valore coeff. aerodinamico assunto a favore della sicurezza

che con i dati di progetto relativi ai pali da 8, di spessore 3 e 4 mm, risulta essere pari a:

$$F_{3mm} = 882 \cdot [(0,148 + 0,06)/2 \cdot 8,00] \cdot 1 = \mathbf{735 \text{ N}} \quad (9.1)$$

$$F_{4mm} = 882 \cdot [(0,178 + 0,09)/2 \cdot 8,00] \cdot 1 = \mathbf{945 \text{ N}} \quad (9.2)$$

Per la valutazione del Momento Ribaltante tale azione si considera applicata alla mezzeria del palo per cui risulta applicando la formula (10)

$$M_{rib} = F \cdot h/2 \quad (10)$$

che con i dati di progetto risulta essere pari a:

$$F = 735 \cdot 4 = \mathbf{2940 \text{ Nm}} \quad (11.1)$$

$$F = 945 \cdot 4 = \mathbf{3780 \text{ Nm}} \quad (11.2)$$

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. Per calcolare il  $M_{res}$  si sostituiscono i valori alla seguente formula (12):

$$M_{res} = \gamma \cdot b \cdot e^3 + P \cdot a/2 \quad (12)$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico del terreno espresso in  $N/m^3$

$b$  = 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

$e$  = profondità di interramento del blocco espresso in m;

$a$  = 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 espresso in m

$P$  = peso complessivo del blocco di fondazione espresso in N

La necessità di avere nel plinto un pozzetto di dimensioni interne utili tali da rendere agevoli le operazioni di cablaggio ha reso necessario adottare la realizzazione plinti di fondazione di dimensioni esterne pari a circa:

- 100 cm x 100 cm x h. 100 cm per i pali da 8m spess. 3mm;
- 120 cm x 120 cm x h. 100 cm per i pali da 8m spess. 4mm;

I plinti di fondazione in campo hanno un volume lordo rispettivamente di  $1m^3$  e  $1,44m^3$  che, considerato il vano cavo interno per l'alloggio del palo, arrivano ad un volume netto di circa  $0,75m^3$  e  $1,2m^3$ .

Valutato a favore della sicurezza il peso del medio del calcestruzzo impiegato in  $700\text{kg/m}^3$  si raggiungo i seguenti pesi statici:

- Plinto palo 8 m spess. 3mm: 525 kg ~ 5148 N
- Plinto palo 8 m spess. 4mm: 840 kg ~ 8237 N

che con i dati di progetto risulta essere pari a:

$$M_{res} = 1700 \cdot 1 \cdot 1^3 + 5148 \cdot 1/2 = \mathbf{4375 \text{ Nm}} \quad (13.1)$$

$$M_{res} = 1700 \cdot 1,2 \cdot 1^3 + 8237 \cdot 1,2/2 = \mathbf{8401 \text{ Nm}} \quad (13.2)$$

Calcolati  $M_{rib}$  e  $M_{res}$  si procede alla verifica della formula (2) per verificare la stabilità dei nuovi pali di sostegno dei corpi illuminanti in relazione ai plinti di infissione.

In particolare:

- Condizione  $M_{rib} \leq M_{res}$ . per palo 8m spess. 3mm:

$$\mathbf{2940 \leq 4375}$$

*La condizione è verificata con coefficiente di sicurezza 1,5*

- Condizione  $M_{rib} \leq M_{res}$ . per palo 8m spess. 4mm:

$$\mathbf{3780 \leq 8401}$$

*La condizione è verificata con coefficiente di sicurezza 2,23*

## 10. ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Per l'alimentazione degli impianti descritti nella presente relazione è prevista una fornitura di energia in B.T. da parte dell'ENEL mediante un sistema 3P+N 400V (3F + N). Poiché il punto in cui è messo a terra il conduttore neutro (cabina ENEL) è diverso dal punto in cui viene effettuata la messa a terra dell'impianto utilizzatore, il sistema è del tipo TT. Si precisa che, come indicato dalla Norma CEI 0-21, la corrente di c.to-c.to che dovrà essere considerata nel punto di fornitura dovrà essere valutato in relazione alla potenza contrattuale dell'utente.

In particolare, come riportato al punto 5.1.3:

**6 kA** per le forniture monofase;

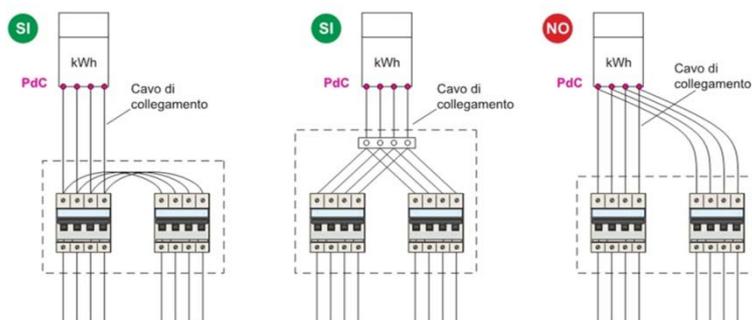
**10 kA** per le forniture trifase per Utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 33 kW;

**15 kA** per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione superiore a 33 kW;

**6 kA** per la I di c.to-c.to fase-neutro nelle forniture trifase.

Pertanto, nel caso in esame, si procederà a dimensionare esclusivamente i NUOVI interruttori automatici e delle linee di alimentazione considerando una corrente di c.to – c.to pari a 10 kA essendo prevista una fornitura di energia elettrica con una potenza NON superiore a 30kW.

Si ricorda che è obbligatorio derivare l'alimentazione a valle dei morsetti dal contatore ENEL mediante l'esclusivo ausilio di un cavo unipolare con guaina a doppio isolamento per ogni singolo conduttore (L1/L2/L3/N). Non sono ammessi più cavi a bordo dei singoli morsetti presenti sul contatore ENEL. In caso di più dispositivi a valle del contatore ENEL (*massimo 3 DGL*) si dovrà predisporre idonea morsettiera a doppio isolamento subito a valle del contatore e da qui derivare le varie alimentazioni come di seguito indicato.



## 11. SISTEMA DI REGOLAZIONE

Per i sistemi di illuminazione pubblica oggetto della presente è prevista l'installazione di un sistema di regolazione di flusso con tecnologia di comunicazione ad "onde convogliate" in grado di regolare l'illuminamento nell'arco del funzionamento notturno dell'impianto di pubblica illuminazione. Il sistema di regolazione di flusso si comporrà principalmente di un sistema a "bobine a filtro" installato nei pressi del contatore ENEL e del quadro generale e un singolo modulo di regolazione per ogni singolo corpo illuminante. Il sistema di regolazione ad onde convogliate, nel suo complesso, dovrà avere la capacità di regolare punto a punto ogni singolo punto luce. Non è in ogni caso ammessa l'installazione del modulo di regolazione punto a punto ad onde convogliate di cui sopra all'esterno dell'armatura stradale e non sono ammessi sistemi di regolazione con non possano operare singolarmente. La programmazione della regolazione del flusso luminoso su ogni singolo punto e/o zona dovrà, ed in generale il sistema, dovranno rispettare i requisiti richiesti dalla norma UNI 11431.

## 12. PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AI CIRCUITI

I sistemi di illuminazione pubblica verranno alimentati da una fornitura ENEL dedicata. Il contatore di energia elettrica verrà installato all'intero di un idoneo armadio stradale in vetroresina, con grado di protezione IP55, di idonee dimensioni. Subito a valle del contatore ENEL è prevista l'installazione di un dispositivo generale, identificato dalla norma CEI 0-21 quale DG, realizzato con un interruttore automatico di tipo magnetotermico. Tutti i nuovi cavi elettrici che verranno installati dovranno essere conformi alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e prevede l'obbligo di utilizzo di cavi conformi al regolamento CPR (Regolamento Prodotti da Costruzione). Tale aggiornamento relativo alle caratteristiche e conformità dei cavi elettrici è reso obbligatorio a seguito dell'entrata in vigore del D.L. n. 106 del 16/06/2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011". Non sarà in ogni caso ammesso l'impiego di cavi non conformi a quanto sopra indicato. I cavi impiegati per tutti gli impianti elettrici, ed affini, dovranno essere obbligatoriamente conformi e compatibili con l'ambiente e la tipologia di posa secondo quanto indicato dalla norma CEI UNEL 35016 "Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" 305/2011".

Per tutti gli impianti considerati, ove non siano specificate le sezioni ed i gradi di isolamento, si intende che la sezione minima ammessa per gli stessi è di 1,5mm<sup>2</sup> ed il grado di isolamento minimo è 3. Alle sezioni minime sopra indicate fanno eccezione i conduttori di protezione, equipotenziali e di messa a terra le cui sezioni dovranno essere tali da soddisfare le più restrittive norme CEI. Le condutture di nuova posa devono essere messe in opera in modo che sia possibile il controllo del loro isolamento e la loro localizzazione in caso di eventuali guasti, in particolare è vietato annegarle direttamente sotto intonaco o nelle strutture. Questa prescrizione vale anche per i conduttori di terra (con la sola esclusione dei collegamenti di equipotenzialità delle strutture). Cavi appartenenti a sistemi diversi saranno installati in modo da essere facilmente distinguibili. In particolare essi non devono essere collocati negli stessi tubi, né fare capo alle stesse cassette a meno che siano isolati per la stessa tensione nominale del sistema a tensione più elevata e che le singole cassette siano internamente munite di diaframma inamovibile fra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Tutti i materiali e gli apparecchi da impiegarsi negli impianti elettrici in oggetto, dovranno essere delle migliori qualità e tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio. Tutti i componenti dell'impianto dovranno essere rispondenti alle norme CEI-UNEL e possedere idonee marchiature di qualità. La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle deve essere attestata, per tutti gli apparecchi e i materiali per i quali è previsto il marchio, dalla presenza del Marchio Italiano di Qualità MIQ o equivalente estero. Le eventuali giunzioni dovranno essere realizzate, con appositi morsetti isolati, all'interno delle cassette di derivazione. Non sono ammesse

in ogni caso giunzioni eseguito con nastrature e similari. La conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non devono essere alterate da tali giunzioni. Tutti gli interruttori unipolari di comando circuiti luce, o prese, devono essere obbligatoriamente inseriti sul conduttore di fase, per migliorare la sicurezza dell'utente che intervenga sul circuito a valle senza aprire l'interruttore generale.

### 13. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRECTI

In linea generale le parti attive saranno poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione IP 2XB, inteso che il *“dito di prova”* non possa toccare parti in tensione. Involucri e barriere dovranno essere saldamente fissati ed avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali. Per i quadri elettrici, in qualunque condizione di apertura, anche parziale, sarà previsto un grado di protezione minimo IP 2XB equiparabile a IP 20. La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante:

- impiego di apparecchiature elettriche con classe di isolamento II quali corpi illuminanti, morsettiere, cavi, ecc.;
- coordinamento dell'impianto di messa a terra e i dispositivi di protezione differenziale;

Tali accorgimenti si rendono estremamente necessari per poter proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale dei conduttori o per altre cause accidentali. Si ricorda che è vietato collegare a terra apparecchiature elettriche con classe di isolamento II.

### 14. POZZETTI E DERIVAZIONI

Tutte le giunzioni o le derivazioni devono essere realizzate all'interno di scatole/cassette di derivazione o tramite l'impiego delle morsettiere a bordo dei pali di illuminazione. Altre derivazioni, eseguite all'interno dei pozzetti interrati, dovranno essere realizzate mediante l'impiego di morsettiere, di tipo a serraggio a vite o a pressione in materiale isolante, con evidenza della differenziazione tra morsetti dedicati al serraggio di conduttori di fase, di conduttori neutri e di conduttori di terra. E' severamente effettuare derivazioni con uso di nastro anche se isolante senza l'uso di morsetti. Inoltre, per questo tipo di derivazione, dovrà essere ripristinato il doppio isolamento del cavo tramite l'ausilio di nastro vulcanizzante, guaine resinare, ecc..

### 15. CONDUTTORI

Tutti i nuovi cavi elettrici che verranno installati dovranno essere conformi alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e prevede l'obbligo di utilizzo di cavi conformi al regolamento CPR (Regolamento Prodotti da Costruzione). Tale aggiornamento relativo alle caratteristiche e conformità dei cavi elettrici è reso obbligatorio a seguito dell'entrata in vigore del D.L. n. 106 del 16/06/2017 *“Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011”*. Non sarà in ogni caso ammesso l'impiego di cavi non conformi a quanto sopra indicato. I cavi impiegati per tutti gli impianti elettrici, ed affini, dovranno essere obbligatoriamente conformi e compatibili con l'ambiente e la tipologia di posa secondo quanto indicato dalla norma CEI UNEL 35016 e norma CEI 64/8.

In linea generale si dovranno rispettare i seguenti requisiti prestazioni in relazione agli ambienti di posa:

Classe di reazione al fuoco	Esempi si cavi CPR	Luoghi dove sono richiesti cavi con classe di reazione al fuoco indicata nella prima colonna
<b>Eca</b>	<b>Cavi armonizzati, ed es. H07V-K</b>	Luoghi ordinari (non marci), qualunque modo si posa ammesso dalla norma CEI 64-8. I cavi sono ammessi anche nei luoghi marci, art. 751.04.2.6 a), se incassati in strutture incombustibili o posati in tubi metallici o canali metallici almeno IP4X, oppure art. 751.04.2.8 a): - se installati individualmente o distanziati tra loro almeno 25 c, nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; - si installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione IP4X
<b>Cca – s3, d1, a3</b>	<b>FG16(O)R16 0,6/1kV FS17 450/750 V</b>	Luoghi marci: - di tipo B art. 751.03.3 - di tipo C art. 751.03.4
<b>Cca – s1b, d1, a1</b>	<b>FG16(O)M16 0,6/1kV FG17 450/750 V</b>	Luoghi marci di tipo A art. 751.03.2

Per la posa dei cavi dovranno essere rispettate le prescrizioni dei costruttori sia per quanto riguarda lo sforzo di trazione in fase di posa, che i raggi di curvatura dei condotti. In particolare dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- cavi con guaina in alluminio 30 D
- cavi con altra guaina (Pb, Cu, ecc.) 16 D
- cavi senza alcun rivestimento metallico 12 D
- con D diametro esterno del cavo

Non potranno essere riempiti i condotti per più della metà sezione utile, siano essi cavidotti o canaline chiuse. Nel caso vengano posati in prossimità di superfici a temperatura superiore a quella ambiente (superfici calde) dovranno essere ad almeno 20 cm dagli stessi. Le sezioni saranno tali da avere una caduta di tensione inferiore al 4% tra l'utenza più lontana ed il punto di fornitura dell'energia. Comunque non dovranno essere inferiori a quelle riportate di seguito:

- 0,25 mm<sup>2</sup> servizi telefonici
- 1 mm<sup>2</sup> circuiti di segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> circuiti di energia normale (es. luce) e di sicurezza
- 2,5 mm<sup>2</sup> circuiti di FM

I cavi di servizi diversi seguiranno generalmente percorsi diversi, quando questo non fosse possibile saranno opportunamente separati da setti isolanti. Nel caso cavi non intubati entrino in una scatola od in un canale passeranno attraverso opportuni pressacavi per non rovinarne l'isolamento. Raccordi tra tubo rigido e scatole di derivazione o canale saranno fatti con guaine di diametro opportuno ed i relativi giunti tubo-guaina e guaina-scatola. I colori dei conduttori saranno obbligatori per il conduttore di terra, che sarà giallo-verde e per quello di neutro, che sarà azzurro. In ogni caso i conduttori dovranno essere contraddistinti dai seguenti colori:

NERO	fase L1
GRIGIO	fase L2
MARRONE	fase L3
BLU CHIARO	neutro
VIOLA	bassa tensione 24V
ROSSO	ritorni lampada
BIANCO	ritorni deviazioni-inversioni
ARANCIO	ritorno pulsanti
GIALLO-VERDE	terra

Per i conduttori di protezione si dovranno utilizzare solo conduttori di colore GIALLO-VERDE. E' vietato l'uso di conduttori verdi o gialli per qualsiasi uso. In ogni caso, per la scelta del colore dei conduttori impiegati, si dovrà rispettare quanto previsto dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-14 e 00712 e successive modifiche. Per i conduttori neutri e di protezione si dovranno utilizzare sezioni eguali ai conduttore di fase, e solo per sezioni dei conduttori di fase maggiori di 25mm<sup>2</sup> si potranno utilizzare conduttori di neutro e protezione di sezione pari alla metà del conduttore di fase. Tale regola è in ogni caso vincolata ad una verifica sul campo per analizzare nel dettaglio la presenza di armoniche che potrebbero mandare in sovraccarico il conduttore di neutro. Per i conduttori di terra si dovranno utilizzare conduttori di sezione minima di 16mm<sup>2</sup> se dotati di guaina di protezione o di 35mm<sup>2</sup> se cavi nudi

posati direttamente nel terreno. Le sezioni minime saranno  $1,5\text{mm}^2$  per le derivazioni sui circuiti di illuminazione,  $2,5\text{mm}^2$  per le linee di F.E.M. facenti capo ad una singola utilizzazione. Quando le condutture elettriche attraversano solai o pareti, per i quali sono richiesti particolari requisiti di resistenza al fuoco REI, dovranno essere previsti idonei sistemi per impedire la propagazione dell'incendio composti da sacchetti REI, mastici autoesplandibili, etc. aventi le stesse caratteristiche REI della parete, solaio, etc. che attraversa la conduttura.

## 16. CIRCUITI E PROTEZIONE CONDUTTORI

I circuiti saranno distinti come specificato nelle tavole relative alla distribuzione della energia per i vari quadri facenti parte dell'impianto.

Tutte le linee dovranno risultare protette dagli effetti dei sovraccarichi con idoneo interruttore magnetotermico.

Per evitare che la temperatura dei cavi superi il valore ammissibile le correnti del sistema cavo-apparecchio di protezione contro il sovraccarico devono essere verificate le seguenti condizioni:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$ ;
- $I_f \leq 1,45 I_z$ ;

in cui

- **$I_n$  è la corrente nominale o di regolazione dell'apparecchio;**
- **$I_b$  alla corrente di impiego della conduttura**
- **$I_z$  è la portata della conduttura in regime permanente che deve essere determinata in riferimento alle effettive condizioni di funzionamento;**
- **$I_f$  è la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione**

Nel caso di utilizzo di interruttori automatici la corrente di funzionamento deve essere:

- **$1,45 I_n$  per interruttori ad uso domestico e similare conformi alla norma CEI 23-3;**
- **$1,3 I_n$  per interruttori per uso industriale conformi alla norma CEI 60947-2;**

Nel caso di utilizzo di fusibili la verifica è indispensabile. Le sezioni, le caratteristiche, le condizioni di posa dei conduttori utilizzati e la taratura degli organi di protezione con le relative verifiche è contenuta nei calcoli e dimensionamento cavi allegati. Tutte le linee saranno protette dagli effetti dei cortocircuiti con idoneo interruttore magnetotermico. Un cavo si considera protetto contro il corto circuito ad inizio linea se  $I^2 t \leq K^2 S^2$  dove  $I^2 t$  espressa in  $A^2 s$  è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore,  $K$  è una costante caratteristica dei cavi che dipende sia dal materiale conduttore che dal tipo di isolante (vedere le tabelle specifiche in merito),  $S$  è la sezione del conduttore in  $\text{mm}^2$ . Il valore di  $I^2 t$  deve essere fornito dal costruttore per gli interruttori di tipo limitatore. Nella relazione di calcolo allegata sono riportati per ogni linea e relativa protezione i valori ottenuti dal calcolo ed è specificato se la condizione di cui sopra è o meno verificata. La norma CEI 64-8/5 prescrive che l'intervento delle protezioni debba essere verificato anche per corto circuiti a fine linea. Nella relazione di calcolo allegata sono riportati per ogni linea e relativa protezione i valori ottenuti dal calcolo. Nella relazione di calcolo allegata sono riportati per ogni linea e relativa protezione i valori ottenuti dal calcolo per la lunghezza massima protetta dei cavi in funzione dei valori di corrente di regolazione magnetica. Il valore della lunghezza massima protetta è poi confrontato con il valore di lunghezza considerato al fine di valutare il rispetto o meno della condizione.

## 17. QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici di nuova realizzazione, e il quadro generale esistente che sarà oggetto di modifiche relativo all'installazione di nuovi dispositivi automatici di protezione (i dispositivi di protezione esistente e le relative linee sottese non saranno in ogni caso oggetto di intervento) sono riconducibili alla categoria "Quadri e centralini per uso domestico e similare" e, in generale, per tutti i quadri di questa tipologia si può applicare la terza edizione della norma CEI 23-51 in vigore dal 1° maggio 2016.

La norma CEI 23-51 di cui sopra può essere applicabile alle seguenti condizioni:

- gli involucri devono essere dichiarati conformi dal costruttore alla norma CEI 23-49 e deve essere noto il valore della potenza massima dissipabile;
- gli involucri devono essere dichiarati conformi dal costruttore alla più recente norma EN 60670-24 (CEI 23-128);
- l'impiego deve essere previsto per ambienti con temperatura non superiore a  $25^\circ\text{C}$  ma che occasionalmente può raggiungere i  $35^\circ\text{C}$ . La temperatura media è riferita al periodo della 24 ore. La temperatura massima di impiego deve essere di  $40^\circ\text{C}$  e la temperatura minima di impiego di  $-5^\circ\text{C}$ ;

- la corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione non deve essere superiore a 10kA. In alternativa i quadri devono essere protetti con fusibili e da un interruttore con corrente di picco limitata non eccedente i 17kA;

Il quadro dovrà essere obbligatoriamente dotato di “Targa” di identificazione. Su tale targa dovranno essere riportati obbligatoriamente i seguenti dati:

- Identificazione;
- Corrente nominale;
- Corrente di c.to-c.to del punto di installazione;
- Grado di protezione;
- Norma di riferimento 25-51 III° edizione;

I dati di targa dovranno essere indelebili.

Il dimensionamento, le verifiche e la tenuta del quadro dovranno essere eseguite a cura del costruttore del quadro elettrico e documentate da appositi report relativi ai risultati. In particolare il costruttore del quadro dovrà

- A. Verifica della costruzione e identificazione;
- B. Verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e, se necessario, del funzionamento elettrico;
- C. Verifica dell'efficienza del circuito di protezione;
- D. Verifica della resistenza di isolamento;
- E. Verifica dei limiti di sovratemperatura. Si ricorda allo scopo per i quadri con involucro in materiale isolante e corrente nominale non superiore a 32A monofase le verifiche da eseguire sono solo quella ai punti A) e B). Se l'involucro è metallico andrà aggiunta anche la prova C). In tutti gli altri casi le prove devono essere eseguite in toto e dovrà essere emesso apposito report dei risultati dei test strumentali eseguiti;

Per le dimensioni indicative, caratteristiche, ecc.. dei suddetti quadri elettrici si rimanda agli elaborati allegati alla presente. In ogni caso gli stessi sono da considerarsi indicativi. Dovrà essere l'installatore a verificarne il corretto dimensionamento al fine di conseguire il superamento delle prove di cui sopra.

L'accesso ai quadri avverrà dal fronte, tramite portelle frontali di chiusura, forate in corrispondenza degli organi di manovra delle apparecchiature ulteriori portelli trasparente frontale con chiusura a chiave. La struttura dei quadri dovrà essere tale da consentire l'agevole smaltimento del calore prodotto dalle apparecchiature in essi contenute, considerando le condizioni di esercizio al massimo fattore di contemporaneità presumibile. A porte aperte, tutte le parti che rimangono in tensione saranno opportunamente protette contro i contatti diretti tramite schermature in materiale isolante. Le apparecchiature di comando e protezione saranno di tipo modulare costituite da interruttori automatici in aria con scatola isolante in materiale ad elevata resistenza meccanica e bassa igroscopicità. I quadri saranno dimensionati in modo tale da mantenere spazi liberi nella misura minima del 20% per ulteriori ampliamenti o modifiche.

I quadri saranno facilmente ampliabili anche in futuro, senza dover ricorrere a operazioni di taglio o saldatura, ma tramite sole operazioni di imbullonatura di eventuali unità modulari analoghe a quelle già montate.

I quadri dovranno essere realizzati in modo che operazioni di manutenzione o sostituzione di componenti possano essere eseguite dal fronte. I quadri dovranno essere completi di morsettiere di appoggio (anche per la montante principale) e morsettiere a clip (sbarre di distribuzione) a tutti i livelli. I quadri avranno grado di protezione come indicato negli schemi allegati e comunque adeguato alle condizioni ambientali e normative. In tutti i quadri le apparecchiature dovranno essere fissate alla struttura posteriore, mentre sul pannello anteriore dovranno essere previste le feritoie adatte al montaggio delle apparecchiature e manovre di comando. È ammesso il montaggio diretto sulle portelle apribili, degli strumenti indicatori di misura, dei pulsanti e operatori vari di comando e dei segnalatori luminosi. La disposizione e il montaggio delle varie apparecchiature dovrà inoltre tenere conto delle necessità dell'esercizio e della manutenzione. Sul fronte di ogni quadro saranno montate targhette di identificazione per ogni apparecchio installato con l'identificazione del tipo di servizio o destinazione o segnalazione che tale apparecchio svolge. Ogni quadro porterà inoltre sullo spigolo superiore una targhetta adeguata con sopra riportato la propria sigla di identificazione in accordo agli schemi e a quanto richiesto dalle. Dovrà essere prevista, in posizione facilmente accessibile nella parte anteriore del quadro in tutta la sua lunghezza e nella zona cavi, una sbarra colletttrice di terra dimensionata per la massima corrente di guasto di possibile insorgenza nel quadro. Alla sbarra di terra dovranno essere collegati tutti i conduttori di protezione delle utenze, in partenza dal quadro. La sbarra dovrà essere predisposta, alle due estremità per il collegamento alla rete generale di terra dell'impianto. I collegamenti di potenza sono previsti in cavo con arrivo dal basso e, in alcuni casi, dall'alto. Per facilitare l'installazione e il fissaggio dei cavi dovranno essere previsti nell'apposita zona cavi guide fermacavo. Particolare cura dovrà essere posta negli ancoraggi

meccanici dei terminali e delle linee, in modo che gli sforzi meccanici dovuti al peso proprio delle linee e alle sollecitazioni elettrodinamiche di eventuali correnti di corto circuito, non gravino direttamente sui terminali dell'interruttore da cui trae origine la linea. I collegamenti di potenza all'interno dei quadri saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio tipo NO7G9-K oppure di tipo NO7V-K con sezione minima di 1,5mm<sup>2</sup>. I cavi dovranno essere intestati con appositi capicorda del tipo a puntale. Per l'alimentazione degli interruttori di tipo modulare si dovranno utilizzare (qualora richiesto dalla D.L.) sistemi prefabbricati modulari tipo multclip o similari. La colorazione dei cavi sarà la seguente:

- colore nero, marrone e grigio per i conduttori di fase;
- colore azzurro per il conduttore di neutro.

Dovrà essere garantita ovunque la separazione elettrica fra circuiti a tensione diversa e di tipologia diversa (ad es. UPS e F.M., ecc). I collegamenti ausiliari dovranno essere realizzati con cavi con sezione minima di 1,5mm<sup>2</sup>.

Nei cablaggi non dovranno mai essere messi due fili sotto lo stesso morsetto, in modo da impedire che l'allentamento, voluto o casuale, del morsetto possa interrompere funzioni diverse da quello ad esso relative; si richiama l'attenzione soprattutto sulle linee di alimentazione della tensione ausiliaria e sui "comuni" di ritorno. Il collegamento a terra deve essere realizzato direttamente sulla barra colletttrice di terra. I conduttori ausiliari, appartenenti a sistemi di categoria diversa, dovranno essere fisicamente separati o su percorsi diversi o tramite interposizione di diaframmi.

Ciascun conduttore sarà opportunamente contrassegnato alle due estremità e munito di terminali, analogamente saranno contrassegnati i morsetti cui faranno capo i conduttori.

La colorazione dei cavi utilizzata per i sistemi ausiliari sarà la seguente:

- colore blu scuro per i circuiti in corrente continua;
- colore rosso per i circuiti in corrente alternata;
- colore arancio per i circuiti di misura.

Le connessioni saranno dimensionate per le portate nominali degli interruttori indipendentemente dalla taratura delle protezioni. I cavi di collegamento saranno stesi ordinatamente all'interno del quadro o contenuti in canali di plastica (di tipo autoestinguente) con fattore di riempimento massimo 70%.

L'estremità di ciascun cavo porterà il proprio numero distintivo indicato sullo schema funzionale e verrà fatto in modo che la lettura risulti chiara e ben visibile. Per i collegamenti ai morsetti delle apparecchiature e delle morsettiere tutti i conduttori saranno muniti di capicorda del tipo a compressione.

Il sistema di siglatura dei cavi ed anche delle apparecchiature interne sarà del tipo ad anelli plastici trasparenti (ad infilaggio sul cavo, a fissaggio adesivo sulle apparecchiature), nei quali saranno fissate per infilaggio le siglature occorrenti, in accordo agli schemi elettrici.

Tutte le apparecchiature comprese le canale in plastica per contenere i cavi saranno installate in modo che si possano sempre smontare dal davanti senza ricorrere a speciali attrezzature. Tutte le apparecchiature verranno montate come la casa costruttrice le consegnerà, cioè non verranno assolutamente modificate.

I morsetti per i circuiti in partenza dal quadro saranno sistemati in fila orizzontale e suddivisi in gruppi separati per ogni partenza. I morsetti saranno del tipo componibile in materiale isolante e non igroscopico e saranno montati su appositi profilati DIN a fissaggio rapido. I morsetti verranno siglati in modo chiaro e ben comprensibile con la sigla dello schema elettrico funzionale. I morsetti di entrata linea verranno protetti da lastre in bakelite o apposite calotte e contrassegnati con freccia di colore rosso.

La siglatura dei morsetti sarà realizzata sia sulla parte superiore che inferiore di ogni singolo morsetto.

Tutti i quadri dovranno essere completo di tasca portaschemi con schema elettrico del quadro sezione di potenza e sezione ausiliari aggiornato al come costruito, dichiarazione di conformità, istruzioni d'uso e manutenzione.

## 18. RIFASAMENTO

Tutte le plafoniere dovranno risultare singolarmente rifasate a  $\cos\phi=0.9$  con idoneo condensatore. Per la restante parte dell'impianto si dovranno adottare i necessari provvedimenti affinché il valore globale del fattore di potenza sia sempre superiore a 0,95. Si ricorda inoltre che in ogni caso la potenza reattiva assorbita non dovrà essere in ogni caso di tipo capacitivo.

## 19. PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Come indicato dalla norma CEI 64-8/7, non essendo in presenza di casi particolari (es. torri faro), la protezione dei sostegni (pali) contro i fulmini non è necessaria (CEI 64-8/7 cap. 714.35). In ogni caso, al fine di garantire una continuità di servizio ed evitare danni, tutti i corpi illuminanti dovranno essere equipaggiati a bordo con limitatori di sovratensione SPD II completi di segnalazione e protezione a fusibili.

## 20. CONCLUSIONI

Come indicato precedentemente, essendo in presenza di ambienti e di impianti elettrici classificati di tipo “ordinario”, sarà obbligo del proprietario degli stessi e/o del proprietario dell’attività lavorativa, mantenere efficienti gli impianti elettrici i quali dovranno essere sottoposti a verifiche periodiche strumentali con un intervallo di 4 anni fra uno e l’altro come richiesto dal D.Lgs 81/08. I risultati di tali verifiche, ed eventuali sostituzioni di apparecchiature, dovranno essere indicate in un apposito registro da conservare presso l’attività.

Inoltre si ricorda che per gli impianti elettrici installati in ambienti di lavoro, pubblici o privati, per i quali si configuri un’attività lavorativa cui sia applicabile il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i (*presenza di lavoratori subordinati e/o autonomi e/o soggetti equiparati*), come indicato dal DPR 462/02, il datore di lavoro deve effettuare idonea denuncia di terra presso gli enti competenti, INAIL e AUSL, entro 30 giorni dalla data di messa in servizio dell’impianto.

In ogni caso, per tutte le procedure da seguire e i relativi chiarimenti in merito, si rimanda alla guida operativa redatta dal Dipartimento Certificazione e Conformità dei Prodotti e Impianti dell’INAIL.

Si chiarisce inoltre che, nel momento del verificarsi di mancate verifiche periodiche ai sensi della Legge, manutenzioni ordinarie e straordinarie, etc.. necessarie a mantenere efficiente l’impianto elettrico, ed in particolare i dispositivi di protezione, il sottoscritto NON si deve ritenere responsabile di danni arrecati a cose, persone, animali, incendi etc..

## 21. VERIFICHE INIZIALI A CURA DELL’INSTALLATORE

Al termine delle opere, prima della consegna dell’impianto elettrico in oggetto alla committenza, sarà cura della ditta installatrice effettuare le seguenti verifiche iniziali che si suddivideranno in “esame a vista” e “prove strumentali” come indicati di seguito.

### Esame a vista

- L'impianto eseguito è conforme alla documentazione tecnica redatta dal tecnico;
- I componenti hanno caratteristiche adeguate all'ambiente per costruzione e/o installazione;
- Le protezioni contro i contatti diretti ed indiretti sono adeguate;
- I conduttori sono stati scelti e posati in modo da assicurare le portate e cadute di tensione previste;
- Le protezioni delle condutture contro i sovraccarichi sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI;
- Le protezioni delle condutture contro i cortocircuiti sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI;
- Il sezionamento dei circuiti è conforme alle prescrizioni delle norme CEI;
- Il comando e/o l'arresto di emergenza è stato previsto dove necessario;
- I cavi hanno tensione nominale d'isolamento adeguata;
- I conduttori hanno le sezioni minime previste;
- I colori e/o le marcature per l'identificazione dei conduttori sono rispettate;
- I tubi protettivi ed i canali hanno dimensioni adeguate;
- Le connessioni dei conduttori sono idonee e realizzate con appositi accessori (capicorda, puntali, etc.);
- Gli interruttori di comando unipolari sono inseriti sul conduttore di fase;
- Le dimensioni minime dei dispersori, dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali (principali e supplementari) sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI;
- Il nodo (nodi) collettore di terra è accessibile;
- Il conduttore di protezione è stato predisposto per le masse;
- Il conduttore equipotenziale principale è stato predisposto per le masse estranee;
- I sistemi di protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica dei circuiti (eventuali) sono conformi alle prescrizioni della norma CEI 64-8;
- Le quote di installazione delle prese (ed altre apparecchiature in relazione alle disposizioni di legge sulla barriere architettoniche) sono rispettate;
- Gli impianti elettrici alimentati a tensione superiore a 1000 V c.a. (cabine AT/MT) sono conformi alle prescrizioni della norma CEI 11-1;
- Non devono in ogni caso essere presenti impianti elettrici in zone con pericolo di esplosione (vedere planimetria tecnica e consultare relazione tecnica);
- Gli impianti elettrici nei luoghi particolari sono conformi a quanto indicato nella norma CEI 64-8, Parte 7.

### Esame strumentale

- La resistenza di isolamento verso terra dei conduttori attivi è superiore ai minimi prescritti;
- La prova della continuità dei conduttori di protezione, equipotenziali (principali e supplementari) ha avuto

- esito favorevole;
- La prova dell'efficienza delle protezioni differenziali ha avuto esito favorevole (gli interruttori differenziali dovranno essere testati a mezzo di tasto di prova ma soprattutto a mezzo di idoneo strumento);
  - La resistenza di terra misurata a mezzo di strumento nelle ordinarie condizioni di funzionamento è adeguata ai fini della sicurezza e rispetta quanto indicato nella relazione presente relazione tecnica. Resistenza di terra misurata .....Ω;
  - In base ai risultati della misura di terra le protezioni differenziali si possono considerare coordinate con l'impianto di terra;
  - Le prove di funzionamento hanno dato esito favorevole.

## 22. COLLAUDO

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione Lavori. In particolare, nel collaudo, si dovrà procedere alle seguenti verifiche:

- Misura della resistenza di isolamento
- Misura della caduta di tensione lungo le linee di alimentazione
- Verifica delle protezioni
- Sfilabilità dei cavi posati nelle tubazioni
- Identificazione e colorazione dei componenti
- Funzionalità delle apparecchiature e dei circuiti
- Livelli di illuminamento in conformità a quanto indicato dalla norma UNI 13201-4
- Verifica della funzionalità del sistema di regolazione di flusso
- Ecc..

A discrezione della Direzione Lavori saranno eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute necessarie per la corretta realizzazione delle opere.

## 23. GARANZIA

Al termine dei lavori la ditta appaltante dovrà rilasciare idonea documentazione attestante la fornitura di garanzia completa estesa ai materiali, alle opere ed alle installazioni oggetto dell'appalto. In particolare le garanzie dovranno essere conformi ai fini di Legge e, per tutti i nuovi corpi illuminanti installati, la stessa dovrà essere estesa per almeno 5 anni. La garanzia sui corpi dovrà comprendere la copertura del gruppo LED, del gruppo ottico, dell'elettronica di potenza e di comando ed in generale dell'intero corpo sia in termini di corretto funzionamento sia in termini di prestazione.