

ALBERTO BATTISTINI STUDIO PROGETTAZIONI ELETTROTECNICHE

VIA BURATTI, 5 - 24124 BERGAMO

E-mail: info@abprogettazioni.it

Tel. 035.346767 / Fax. 035.3691499

C.F.: BTTLRT49B28B034U - P. IVA: 01278700164

OGGETTO:

TANGENZIALE NORD
ACCORDO ex Art. 11 L. 241/90
OPERE DI COMPLETAMENTO
ILLUMINAZIONE PUBBLICA

OGGETTO

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

N° ALLEGATO:

RTI

REVISIONE

00

OGGETTO DI AGGIORNAMENTO

Prima emissione

DATA

04.02.2014

DISEGN.

MD

CONTROLLO

CP - CS

COMUNE DI:

MARTINENGO (Bg)

COMMESSA

12 2006

STATO
AVANZAMENTO

PE

REV. 00

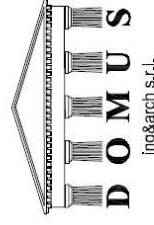
COMMITTENTE:

Amministrazione Comunale di Martinengo

L'AMMINISTRATORE UNICO:

DOMUS ing&arch s.r.l.
Via Pastrengo, 176
~~24068 SERRIATE (BG)~~
G.F.A.P. - IVA 03557580168
R.E.A. NR. 388921

IL DIRETTORE TECNICO:



Seriate (Bg) Via Pastrengo n°1/c
tel. 035/903.904 - fax. 035/066.23.63
e-mail: info@domusingearch.com
web: www.domusingearch.com

Iscritta al casellario delle società
di Ingegneria e Professionisti - AVCP

progetto elaborato da :

COMUNE: MARTI NENGO

COMMITTENTE: COMUNE DI MARTI NENGO

PROPRIETÀ: LOTTIZZANTI PA7/a

OGGETTO: OPERE DI URBANIZZAZIONE DEL PA7/a – REALIZZAZIONE TANGENZIALE NORD (ex accordo art. 11 L. 241/90) opere di completamento della tangenziale nord a seguito di inadempienza dei lottizzanti

OPERE: ILLUMINAZIONE PUBBLICA

LIVELLO: PROGETTO DEFINITIVO/ ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

1 – OGGETTO

Il progetto prevede il ripristino degli impianti elettrici di Pubblica Illuminazione a seguito dei furti dei cavi in rame ed la sostituzione di n° 2 palificazioni ammalorate a causa di un urto, inerenti al P.A.1 e P.A.7.

Gli impianti elettrici e d'illuminazione saranno realizzati in conformità:

- alle **Norme CEI 64.8 Sez. 714** “Impianti elettrici di illuminazione posti all'esterno”;
- alla **Legge 17/2000** della Regione Lombardia e s.m.i.;
- **alle Norme CEI 81.10** “Protezione da scariche atmosferiche”;

In linea generale gli impianti elettrici e di illuminazione da realizzare nell'area del P.A.1 e P.A.7A previsti nel progetto avranno la seguente consistenza:

- Posa delle nuove linee di alimentazione dorsali in cavo unipolare ARG7-R da $4 \times 1 \times 25 \text{mm}^2$ e $4 \times 1 \times 16 \text{mm}^2$ entro tubazioni in polietilene esistenti previa resa funzionale.
- Formazioni di giunte entro pozzetto di derivazione con muffole isolate in gel dielettrico a doppio isolamento e grado di protezione IP68 completo del cavo in derivazione FG7(O)R da $2 \times 1 \times 6 \text{mm}^2$ sino alla morsettiera a bordo palo.
- Fornitura e posa di n° 1 morsettiera a doppio isolamento completo i apparecchiature per la protezione da sovratensioni di origini atmosferiche mediante l'impiego di un varistore ed un spinterometro da utilizzare per il futuro allacciamento degli apparati di videosorveglianza.
- Fornitura e posa di n° 1 palificazione in acciaio tubolare zincato da 127 mm. con altezza di 7.000mm. (fuori terra) , quale predisposizione per l'allaccio di eventuali telecamere e collegamento al Quadro Elettrico di Pubblica Illuminazione ubicato in prossimità del “ Distributore di Carburante “
- Smantellamento delle palificazioni ammalorate (rotatoria) con bonifica del plinto per consentire l'infilaggio delle nuove strutture da $9.000 \times 5.300 \text{mm}$.e completo del ricollocamento di n° 2 apparecchi in fusione di alluminio recuperati dagli attuali punti luce.
- Nuova linea di alimentazione delle Boe di segnalazione ostacoli con cavo multipolare FG7(O)R da $2 \times 6 \text{mm}^2$ sfruttando le attuali tubazioni interrate.
- Realizzazione di n° 5 postazioni per il fissaggio di boe luminose a tecnologia Led al fine di evidenziare l'ostacolo completo di alimentatore stagno , posto nel Quadro Elettrico esistete

1.1 – Nota generale

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguito nella progettazione degli impianti di illuminazione ed in particolare si evidenzia che:

- I calcoli allegati sono stati sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano dati delle principali case costruttrici di cavi riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente certificati .
- I criteri di calcolo dovranno essere utilizzati anche per redazione di elaborati As-Built finali

1.2 – Nota relativa a marche commerciali

Le indicazioni di tipi di marche commerciali dei materiali nel presente documento e negli altri elaborati di progetto sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

L'appaltatore dovrà, prima di fornire ciascun equipaggiamento, garantire la corrispondenza meccanica ed elettrica dei materiali previsti ai fini dell'accettazione.

Sono ammessi altri tipi e marche, rispetto a quanto indicato a progetto, purché equivalenti su dimostrazione scritta del fornitore ed approvati dalla D.L.

È quindi completamente responsabilità dell'appaltatore la scelta dei singoli componenti e sarà a suo carico la sostituzione di eventuali componenti non appropriati o non rispondenti alle caratteristiche tecnico/costruttive di progetto.

I costruttori delle apparecchiature elettriche devono certificare di adottare la **Direttiva RoHS** e la **Direttiva RAEE**.

1.3 – Direttiva RoHS

Il 25 luglio 2005 il Consiglio dei Ministri ha recepito con D.Lgs n° 151 la Direttiva Europea 2002/95/CE e 2002/96/CE relativa alla riduzione delle sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dello smaltimento dei rifiuti ad esse derivanti.

Il Decreto Legislativo sopra menzionato incorpora la Direttiva 2002/95/CE (limite d'uso di alcune sostanze pericolose).

A partire dal 1 luglio 2006 tutte le nuove apparecchiature elettriche ed elettroniche non devono contenere o contenere in maniera limitata sostanze quali:

- piombo
- mercurio
- cadmio
- cromo esavalente
- bifenili polibromurati (PBB)
- etere di difenile polibromurato (PBDE)

Tutti i produttori dovranno costruire e fornire materiali nel rispetto della direttiva RoHS e certificare tali prodotti

1.4 – Direttiva RAEE

Il 25 luglio 2005 il Consiglio dei Ministri ha recepito con D.Lgs n° 151 la Direttiva Europea 2002/95/CE e 2002/96/CE relativa alla riduzione delle

sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dello smaltimento dei rifiuti ad esse derivanti.

L'obiettivo è di promuovere un logico sviluppo sostenibile nel settore delle apparecchiature elettroniche (di cui le lampade ne fanno parte) ai fini di un corretto trattamento dei prodotti fine vita e ciò può attivarsi attraverso la piena conformità della direttiva RAEE.

Il produttore, come definito dal D.Lgs n° 151, dovrà farsi carico dei costi di gestione che comprenderà la raccolta, presso gli impianti di stoccaggio provvisori e dallo smaltimento dei rifiuti degli apparecchi illuminanti, oggetto della Direttiva immesse sul mercato il giorno successivo dell'entrata in vigore della Direttiva.

1.5 – Regolamento REACH

Il 1 giugno 2007 è entrato in vigore il Regolamento Europeo n° 1907/2006 noto come Regolamento REACH e riguardante la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e le restrizioni delle sostanze chimiche.

Tale regolamento richiede a tutti i paesi membri dell'UE una serie di adempimenti da attivarsi secondo le scadenze progressive nel corso degli anni

Saranno coinvolte tutte le aziende che forniscono sostanze o articoli all'interno dell'UE, inclusi i produttori AEE.

È imposto l'obbligo a registrare presso l'Agenzia Chimica Europea (ECHA) le sostanze chimiche, come componenti di preparati e destinate ad essere rilasciate in condizione d'uso normale, di informare la clientela circa le sostanze altamente preoccupanti denominate SUAC.

In ottemperanza al Regolamento REACH, le ditte produttrici dovranno dimostrare di aver attivato le attività di pre-registrazione delle sostanze chimiche da loro prodotte ed importate, esteso anche ai sub-fornitori.

2 – DATI DI BASE DEGLI IMPIANTI E DOCUMENTAZIONE

2.1 - Dati di base

Tutti gli impianti elettrici di illuminazione Pubblica saranno derivati dalla postazione del Nuovo Quadro Elettrico , la cui ubicazione è rilevabile dalle tavole progettuali, con i seguenti dati di riferimento:

- Potenza contrattuale : **15,0 kW**
- Tensione di alimentazione : **400/230V**
- Sistema : **TT**
- Punta di Cto-Cto ENEL : **6kA**
- Caduta di tensione fondo linea : **< 5%**
- Fattore di potenza : **0,980**
- Tipo di impianto : **gruppo "B"**
- Sezione minima dei conduttori : **2,5 mm²**
- Protezione da contatti diretti : **CEI 64.8 Art. 714.412**
- Protezione da contatti indiretti : **CEI 64.8 Art. 714.413**
- Resistenza di isolamento verso terra : **CEI 64.8 Art. 714.311**
- Distanziamenti : **64.8 Allegato A.3.1**
- Impianto di derivazione i cui centri luminosi sono derivati dalle linee di alimentazione e risultano in parallelo di gruppo "B", alimentati a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata;

2.2 - Documentazione disponibile

A corredo della presente relazione sono disponibili i seguenti elaborati progettuali:

- Capitolato Speciale d'Appalto con relativo cronoprogramma;
- Relazione Tecnica ;
- Elenco Prezzi Unitari e Computo Metrico Estimativo
- Schema del Quadro Elettrico Generale (disponibile presso l'Ufficio Tecnico)
- Tavole planimetrica : con sviluppo e la consistenza degli impianti di *Pubblica Illuminazione* esistenti e nuove linee in cavo d'alluminio

Detta documentazione fa parte integrante del Capitolato Speciale d'Appalto da consultare contemporaneamente a detta Relazione Tecnica ed alle specifiche voci dell'Elenco Prezzi Unitari.

3 – PRESCRIZIONI NORMATIVE E LEGGI

Gli impianti elettrici e di Pubblica Illuminazione che si andranno a realizzare dovranno rispondere alle seguenti Norme e Leggi:

- **Legge n° 186 del 01.03.1968** “Dispositivi concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari ed installazione di impianti elettrici ed elettronici
- **D.P.R. n° 277 del 01.03.1991** “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi, lavorativi e nell’ambiente esterno”
- **Legge n° 791 del 18.10.1977** “Marcatura CE”
- **D.Lgs n° 626 del 25.11.1996** “Attuazione della direttiva 93/98/CE”
- **Norme CEI 64.8** “Impianti utilizzatori con tensione sino a 1000V”
- **Norme CEI 64.8. sez. 714** “Impianti di illuminazione situati all’esterno”
- **Norme CEI 81.10** “Protezione da scariche atmosferiche”
- **Norme UNI 11248** "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche" (anno 2012)
- **L.R. n° 17 del 21.12.2000** “Misure vigenti in tema di risparmio energetico ed uso d’illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso” e s.m.i.
- **Norma UNI 11431** "Regolatori di tensione"
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996**
- **UNI-EN 40-5** “Pali per la Pubblica Illuminazione – Specifiche per pali di Illuminazione Pubblica in acciaio”
- **UNI-EN 40-6** “Pali per la Pubblica Illuminazione – Specifiche per pali di Illuminazione Pubblica in alluminio”
- **Norme UNI-EN 12767** “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali – Requisiti e metodi di prova”
- **Norme UNI-EN 1317** – per quanto riguarda la barriera di sicurezza ed i distanziamenti dalla sede strada.
- **Direttive ROHS e REACH**

Nello sviluppo del progetto esecutivo sono state prese in considerazione:

- Le prescrizioni dell’Ente di Distribuzione di energia per quanto di propria competenza.
- *Le Guide CEI ed in particolare:*
 - **Guida CEI 0-2 fascicolo 578** : Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
 - **Guida CEI 2040 fascicolo 4831 (ottobre 1998)** : Guida per l’uso di cavi a B.T.
 - **Guida CEI 17.70 (aprile 1999)** : Guida all’applicazione delle norme da Quadri di Bassa Tensione

- **Guida CEI 81.8 (fascicolo 6364)** : Guida all'applicazione all'utilizzo dei limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici
- *Condizioni ambientali:*

Si dovrà prendere in esame le seguenti normative specifiche:

- **Norme CEI EN 6072-1 (2003) CEI 104 – 33 (fascicolo 6979)** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 1 – Parametri ambientali e loro severità
- **Norme CEI 75.2 (1997) fascicolo 3314c** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 2 – Condizioni ambientali presenti in natura come temperatura ed umidità
- **Norme CEI 75.4 (1997) fascicolo 3314c** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 2 – Condizioni ambientali presenti in natura come temperatura ed umidità
- **Norme CEI 75.6 fascicolo 3059r** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 2 – Condizioni ambientali presenti in natura come precipitazioni e vento
- **Norme CEI 75.2 fascicolo 3061r** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 2 – Condizioni ambientali presenti in natura come irraggiamento solare e temperatura
- **Norme CEI 75.9 fascicolo 2091** : Classificazioni delle condizioni ambientali - parte 4 – Classificazione dei gruppi di parametri ambientali – uso in presenza fissa in luoghi non protetti dalle intemperie

ed in particolare dovranno essere rispettati i seguenti articoli delle **Norme CEI**:

3.1. PRESCRIZIONI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI

a. Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64.8 Sez. 714.413)

La Norma CEI 64.8 sez 714.413 stabilisce che per la **protezione da contatti diretti** è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza,

sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

b. Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 Sez. 714.412)

Per quanto riguarda la **protezione da contatti indiretti** per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000 V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario adottare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.
Inoltre i cavi fanno capo a morsettiera contenuta in scatole di derivazione di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.
Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.
Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione delle torri faro e per l'impianto del sottopasso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mmq. che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione

$$\underline{Ra \cdot Ia \leq 50V} \quad \text{dove:}$$

Ra = è il valore della resistenza globale dell'impianto di terra (ohm)

Ia = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatto limite (V)

secondo le Norme CEI 64.8 art. 413.1.4.2 e Norme CEI 64.7 Art. 4.3.09

c. Livello d'isolamento dell'impianto (Norme CEI 64.8 Sez. 714)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti deve ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2 U_o}{L+N} \quad \text{dove:}$$

Uo = è la tensione normale verso terra in KV

L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a 0,5 MΩ

d. Caduta di tensione fondo linea (Norme CEI 64.8)

Secondo le Norme CEI 64.8 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione misurata sul Quadro di alimentazione.

e. Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls.

f. Norme CEI 64.8 - Protezione da sovraccarichi e Cto-Cto (Norme CEI 64.8)

Tutti i circuiti in partenza dai Quadri di distribuzione dovranno essere protetti mediante interruttori automatici magnetotermici onnipolari integrati da protezione differenziali, aventi corrente nominale di taratura proporzionale al carico convenzionale prescritto alla sezione dei conduttori da proteggere.

La protezione differenziale può essere incorporata negli stessi interruttori automatici oppure separata come nel caso di relè indiretti.

Gli interruttori dovranno essere del tipo a scatto rapido, simultaneo su tutti i poli di manovra indipendenti dalla posizione delle leva di comando e devono sezionare tutti i conduttori attivi compreso il neutro.

Ogni protezione dovrà essere adeguata ad interrompere la corrente di Cto-Cto in tempo breve ed in modo selettivo, ed in ogni caso la capacità di rottura non dovrà mai essere inferiore alla corrente di Cto-Cto presente nel punto di interruzione.

I poli degli interruttori (se non protetti diversamente) dovranno essere provvisti di coprimerse.

Le protezioni di massima corrente in serie dovranno essere verificate fra di loro affinché il loro intervento assicuri la selettività e provochi l'apertura della sola parte dell'impianto soggetto a guasti.

In caso d'installazione di fusibili e interruttori automatici deve essere realizzato il coordinamento delle protezioni secondo quanto previsto dalle tabelle UNEL e dalle Norme CEI 64.8.

I dispositivi di protezione contro Cto-Cto devono rispondere alle seguenti due condizioni previste dalla sezione 434 delle Norme CEI 64.8:

- il potere d'intervento non deve essere inferiore alla corrente di Cto-Cto presunta del punto d'installazione;
- le correnti provocate da un Cto-Cto, in un punto qualsiasi della condotta, devono essere interrotte in tempo non superiore a quella che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile e dovrà essere verificata la seguente condizione:

$$(i^2 t) < K^2 S^2 \quad \text{dove}$$

$(i^2 t)$ = l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il Cto-Cto (integrale di Joule)

K = è un fattore che dipende dal tipo di conduttore (Cu o Al) e dal tipo d'isolamento

S = sezione di fase in mm^2 del conduttore

Se un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi (in accordo con le prescrizioni della sezione 444.3 CEI 64.8) ha un poter di interruzione non inferiore al valore della corrente di Cto-Cto delle condutture situate a valle di quel punto (CEI 64.8 art. 435.1)

Per semplificare le temperature massime ammesse si può:

Materiale isolante	Servizio ordinario	Cto-Cto
PVC	70°C	160°C
gomma ordinaria	60°C	200°C
gomma etilpropilenica (ERP)	90°C	250°C

Tuttavia non è richiesta la protezione per le derivazioni che alimentano i centri luminosi (art. 4.3.02) se realizzati nel seguente modo:

- ridurre al minimo il pericolo di Cto-Cto con adeguato riparo contro le infiltrazioni esterne;
- non causare anche in caso di guasti pericoli per le persone o danni all'ambiente.

Non sono ammesse le protezioni di Back-up che delega agli interruttori generali di aprire le maggiori correnti di Cto-Cto.

La protezione contro i sovraccarichi saranno generalmente attenuate con relè termici che dovranno essere in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di Cto-Cto.

Quando non diversamente specificato nel progetto, un relè termico dovrà essere in grado di interrompere i circuiti:

- entro 2 ore per sovraccarico del 20% nel caso di motori;
- entro 4 ore per sovraccarico del 45% nel caso di circuito.

È vietato utilizzare le protezioni di sovraccarico sui circuiti di sicurezza, in particolare la protezione contro i sovraccarichi devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1.45 I_z \quad \text{dove:}$$

I_b = corrente d'impiego della condotta

I_z = portata del conduttore

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

g. Protezione mediante impianto di terra

L'impianto di terra deve essere realizzato in modo da permettere le previste visite periodiche di efficienza e comprensive di:

- I dispersori di terra costituiti da elementi metallici posti ad intimo contatto con il terreno e distribuiti su tutta l'area occupata dall'edificio e qualora non fosse possibile occupare tutta l'area di edificio saranno distribuiti nel migliore dei modi nell'area libera rimanente e le dimensioni minime dei dispersori saranno i seguenti:

	ACCIAIO ZINCATO	RAME
- bandella	30x3,5 mm ²	25x3 mm ²
- tondino	50 mm ²	35 mm ²

- conduttore cordato	sez	50 mm ²	35 mm ²
- picchetto a tubo	diam.	40 mm	30 mm
- picchetto in profilato		1500x50x5 mm ²	1500x50x5 mm ²
- picchetto massiccio	diam.	20 mm	15 mm.

- Il conduttore o il collettore di terra (Giallo/Verde) che serve a collegare i dispersori fra di loro con le tubazioni metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico acqua e con le masse metalliche, accessibili e non, di notevole estensione, dovranno avere la sezione prevista per il montante collettivo di terra, quando tali conduttori di terra vengono posati nudi ed interrati dovranno avere la stessa dimensione minima prevista per i dispersori.
- Il conduttore di protezione PE (colore giallo/verde) che partono dal conduttore di terra in arrivo ad ogni locale deve essere collegato a tutti i poli di terra delle prese di corrente o della morsettiere delle apparecchiature elettriche o direttamente alla carcassa di tutti gli apparecchi.
- I conduttori equipotenziali e di protezione dovranno essere ispezionabili ed affidabili nel tempo, protetti contro qualsiasi danneggiamento che ne possa alterare le caratteristiche, ed in ogni caso dovranno essere sempre soddisfatti i valori riportati nella tabella 54F utilizzata per il calcolo delle sezioni convenzionali minime dei conduttori di protezione previsti dalle Norme CEI 64.8 e specificatamente:
 - per $S \leq 16 \text{ mm}^2$ $S_p = S$
 - per $16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$ $S_p = 16 \text{ mm}^2$
 - per $S > 35 \text{ mm}^2$ $S_p = S/2$

dove "S" è la sezione del conduttore di fase in mm²
 "Sp" e la sezione del conduttore di protezione in mm

Quando il conduttore di protezione è unico per più circuiti utilizzatori si considera per "S" il valore più elevato.

All'impianto di terra devono essere collegati:

- tutte le parti accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per difetto d'isolamento o per altre cause potrebbero essere causa di tensione pericolose;
- Scaricatori di sovratensione di origine atmosferica
- le strutture metalliche dei Quadro Elettrici;
- gli apparecchi d'illuminazione (non a doppio isolamento);
- i poli centrali delle prese a spina;
- le tubazioni e canaline metalliche portaconduttori;
- i nodi equipotenziali;

L'impianto di terra dovrà essere coordinato con il valore della soglia di intervento dell'interruttore differenziale al fine di ottemperare la relazione

$$\text{dove } Ra \leq 50V$$

Ra = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

la = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)
50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

In particolare è vietato usare come conduttore di terra il conduttore neutro, anche se messo a terra e le tubazioni metalliche.

Il valore della resistenza di terra (fermo restando che il limite consigliabile è di 20 ohm dal D.P.R. 547/55) dovrà essere coordinato con il paragrafo "C" con la soglia d'intervento dei dispositivi di massima corrente e differenziali in modo da garantire in qualsiasi punto dell'impianto, in caso di guasto, che la tensione verso terra non superi i 50V per tempi superiori a 5 secondi.

3.2. RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E RISPARMIO ENERGETICO

Si dovrà ottemperare in particolare l'Art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000 e s.m.i. operando a livello di:

- impiego di sorgenti luminose ad alto rendimento con una buona rispondenza ai colori al fine di ridurre i valori di luminanza sul piano stradale e quindi la potenza impegnata per avere la stessa capacità visiva.;
- impiego di apparecchi illuminanti con ottica non abbagliante (cut-off) e vetro di chiusura piano, con diffusione praticamente nulla verso il cielo;
- ottiche degli apparecchi illuminanti performanti aventi un rendimento non inferiore dell'80% al fine di impiegare meno sorgenti luminose a parità di livelli di illuminamento e di **ottemperare il parametro 1:3,7**.
- impiego di sistemi che consentono di ridurre i consumi energetici dell'ordine del 50% durante le ore notturne senza penalizzare la sicurezza e conseguire un risparmio globale del 30/35%;

Tale riduzione del livello di illuminamento al suolo è previsto anche delle Norme UNI 11248 (anno 2012).

3.3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

Con il crescente impiego di apparecchiature elettriche ed elettroniche e l'incremento esponenziale del livello di integrazione dei semiconduttori, si presta maggior attenzione rispetto al passato alle sovratensioni transitorie di origine atmosferica e alle sovratensioni dovute a manovre elettriche sul sistema di distribuzione, che causano ingenti danni economici.

Statisticamente i danni provocati dalle sovratensioni di origine atmosferica all'elettronica, in impianti in B.T. rappresentano il 45%, ne consegue la necessità di adottare misure di sicurezza sempre maggiore negli impianti, per assicurare che le apparecchiature elettriche ed elettroniche non siano oggetto di danno e possano offrire le loro prestazioni anche in presenza di interferenze.

Limitatori di sovratensioni – Definizioni principali

La piena comprensione di quanto proposto in questa relazione e dei suggerimenti per la selezione ed installazione degli SPD (Surge Protective

Devices) in esso contenuti, rende necessaria una corretta definizione e piena comprensione di numerosi termini tecnici.

- **SPD in Classe di prova I o tipo 1:** SPD provato con la corrente nominale di scarica I_n e con la corrente impulsiva I_{imp} .
- **SPD in Classe di prova II o tipo 2:** SPD provato con la corrente nominale di scarica I_n e con la max. corrente di scarica I_{max} .
- **SPD in Classe di prova III o tipo 3:** SPD provato con il generatore combinato.
- **SPD con intervento a “innesco”:** Un SPD che, in assenza di sovratensioni, ha un’alta impedenza, ma che può cambiare rapidamente verso una bassa impedenza in presenza di una sovratensione impulsiva. Tali sono, ad esempio, gli SPD che utilizzano come dispositivi d’innesco gli spinterometri, i tiristori ed i triac.

Ulteriori definizioni sono:

- **SPD con intervento a “limitazione”:** Un SPD che, in assenza di sovratensioni, ha un’alta impedenza, che si riduce con continuità con l’aumentare della tensione e della corrente impulsiva, ad esempio gli SPD che utilizzano dispositivi non lineari, quali varistori e diodi.
- **SPD di tipo combinato:** Un SPD che incorpora sia componenti di tipo ad innesco che componenti di tipo a limitazione (collegati in serie, in parallelo o combinazioni di esse) e che può intervenire in entrambe le modalità in relazione alle caratteristiche della tensione applicata.
- **SPD N-PE:** Apparecchio di protezione previsto esclusivamente per l’installazione tra il conduttore N e PE.
- **Tensione massima continuativa (U_c):** Massimo valore della tensione efficace o continua che può essere applicata permanentemente all’SPD. Questa è la tensione nominale dell’SPD e va scelta in funzione a:
 - tensione nominale del sistema da proteggere
 - sistema di distribuzione energia in B.T. (bassa tensione) che può essere TN, TT, TI
 - modalità di installazione (fase > terra, fase > neutro, neutro > terra)
- **Corrente ad impulso (I_{imp}):** Valore di picco della corrente che può circolare nell’SPD con forma d’onda normalizzata 10/350 μs . Questa è usata per classificare l’SPD nella Classe di prova I.
- **Corrente nominale di scarica (I_n):** Valore di picco della corrente che circola nell’SPD e che ha una forma d’onda 8/20 μs . Questa è usata per classificare l’SPD nella Classe di prova II.
- **Corrente presunta di scarica (I_{pres}):** Valore di picco della corrente che circola nell’SPD di Classe di prova III quando è sottoposto alla tensione a vuoto U_{oc} del generatore combinato.
- **Corrente massima di scarica (I_{max}):** Valore di picco della massima corrente che può circolare nell’SPD senza danneggiarlo e che ha una forma d’onda normalizzata 8/20 μs . Non utilizzabile per la scelta degli SPD.
- **Tenuta al corto circuito:** Corrente di cortocircuito massima presunta che l’SPD è in grado di sopportare.
- **Corrente seguente di rete (I_s):** Corrente a frequenza industriale fornita dall’impianto elettrico utilizzatore di bassa tensione e che circola nell’SPD dopo il passaggio della corrente di scarica.

- **Capacità di estinzione autonoma della corrente seguente di rete (If):** Capacità dell'SPD di estinguere autonomamente la corrente seguente di rete senza l'intervento della limitazione di sovracorrente di back-up.
- **NFC No Follow Current®:** Caratteristica dell'SPD che impedisce la circolazione della corrente seguente di rete, prevenendo così l'intervento intempestivo delle protezioni di sovracorrente.
- **Livello di protezione (Up):** Valore di tensione massimo istantaneo che caratterizza il comportamento dell'SPD nel limitare la tensione tra i suoi terminali e che è scelto generalmente tra una serie di valori preferenziali.
- **Tensione residua (Ures):** Valore di picco della tensione che appare tra i terminali di un SPD a seguito del passaggio della corrente di scarica. Questo valore di tensione può essere utilizzato al posto della Up nella scelta degli SPD dopo aver calcolato la corrente di scarica con le procedure dell'analisi del rischio.
- **Dispositivo di distacco:** Dispositivo per disconnettere un SPD dal sistema in caso di guasto dell'SPD. Esso previene un guasto permanente nel sistema e fornisce un'indicazione ottica.
- **Sovratensione temporanea (TOV):** Sovratensione oscillatoria smorzata (o debolmente smorzata) alla frequenza di rete e di relativamente lunga durata.
- **Comportamento dell'SPD in caso di Sovratensione temporanea (TOV):** Un SPD deve resistere ad una TOV senza modifiche della sua funzionalità oppure guastarsi in modo sicuro. Verifica della modalità di guasto alla TOV. Verifica della modalità di tenuta alla TO

Tutti gli impianti e le singole utenze dovranno quindi essere protetti da scaricatori e limitatori di sovratensione per “**fulmini con sorgente di danno S2 e S4**” quando presentano la tipica forma di corrente $I_n=8/20 \mu S$ ai fini di **limitare gli impulsi dovuti agli effetti di induzione dei campi magnetici, generati dalla corrente del fulmine.**

La protezione dovrà essere effettuata tramite SPD di classe di prova II (SPD di tipo 2) con la combinazione di:

- limitatore di sovratensioni con varistore (funzionamento a limitazione)
- limitatore di sovratensioni con spinterometro (funzionamento a innesco) con corrente nominale di scarica $I_n=20kA$ con tensione massima continuativa $U_c=335V$ calibrata per una totale insensibilità alle TOV in un sistema NFC - No Follow Current in quanto impedisce la circolazione della corrente susseguente di rete dopo l'intervento.

Per meglio comprendere il concetto di protezione si elencano ulteriori definizioni:

- **TOV (Temporary Over Voltage – Sovratensioni temporanee)** che si generano nei sistemi B.T. aventi tensione di 230/400V a causa di guasti nei sistemi M.T. e B.T. ed è ottenuta caratterizzando gli SPD con valore di tensione massima continuativa $U_c \geq a$
 - fase > neutro : $U_c \geq 335$ (rete TT)
 - fase > terra : $U_c \geq 400$ (rete TT)
 - neutro > terra : $U_c \geq 255$ (rete TT)

- **Tensione massima continuativa (U_c):** è il massimo valore della tensione efficace che può essere costantemente applicata ai morsetti dei SPD e va scelta in funzione a:
 - tensione nominale del sistema da proteggere
 - sistema di distribuzione energia in B.T. (bassa tensione) che può essere TN, TT, TI
 - modalità di installazione (fase > terra, fase > neutro, neutro > terra)
 - modalità di comportamento del guasto e di tenuta del SPD e del TOV
- **No Follow Current (NCF):** gli SPD del tipo NCF – No Follow Current per la loro caratteristica intrinseca impediscono la circolazione della corrente seguente di rete evitando così il rischio dell'intervento intempestivo della limitazione di sovracorrente e la conseguente perdita di continuità del servizio
- **Livello di protezione (UP):** è il massimo valore di tensione istantanea ai morsetti del SPD durante la sua funzione di protezione a seconda del tipo di tecnologia utilizzata nel SPD, esso corrisponde:
 - per gli SPD a limitazione: alla tensione residua con la corrente impulsiva nominale di scarica
 - per gli SPD ad innesco: al valore maggiore tra quello della tensione impulsiva di innesco 1,2 / 50 μ S e quello della tensione residua ai capi dell'apparecchio durante la scarica

Il livello di protezione effettuato dal SPD deve essere confrontato con la tensione di tenuta dell'impulso delle apparecchiature nelle varie parti dell'impianto.

3.4. VERIFICHE E CERTIFICAZIONI

Alla fine dei lavori e prima della verifica tecnica finale da parte della D.L. si dovrà consegnare il fascicolo delle *“Prove e verifiche iniziali”* con le modalità previste dalle **Norme CEI 64.8 sez. 714** e **Norme CEI 64.14 “Verifiche iniziali”**.

In tale documentazione dovranno essere riportati i dati di verifica come:

- valore della resistenza di terra R_t misurata in prossimità del Q.E. ;
- valore del livello di isolamento delle linee con tutti gli apparecchi sottesi con tensione applicata di 500V (R iso);
- misure adottate per la protezione da contatti diretti;
(**Norme CEI 64.8 sez.714 – art.714.413**)
- misure adottate per la protezione da contatti indiretti;
(**Norme CEI 64.8 sez.714 – art.714.412**)
- verifica della caduta massima della tensione fondo linea.
(**Norme CEI 64.8 sez.714**)
- tempo di intervento degli interruttori differenziali ai fini della protezione da contatti indiretti e verifica del coordinamento con la R_t ;

- relazione tecnica di coordinamento tra gli interruttori differenziali ed il valore della R_t ai fini della protezione da contatti indiretti;
- tabella di coordinamento ai fini della protezione da Cto-Cto e sovratensioni;
- schemi As-Built del Quadro Elettrico (formato cartaceo + formato CD);
- schemi As-Built dell'impianto elettrico (formato cartaceo + formato CD);
- certificato di conformità secondo Legge 186 del 01.03.1968 con riferimento alle Norme CEI 64.8 sez. 714 e CEI 23.51;
- planimetria con la distribuzione dell'impianto elettrico a livello As-Built con indicato i percorsi delle tubazioni, le ubicazioni delle utenze e la tipologia;
- acquisizione della documentazione relativa alla programmazione e messa in servizio dei Quadri Elettrici "**Reverberi**".
- manuale d'uso e manutenzione per i Quadri Elettrici con telecomando;
- certificazione da parte delle ditte produttrici di applicare la **Direttiva RAAE**, **Direttiva RoHS** e **Regolamento REACH**;
- certificazione di aver adottato le misure di protezione da sovratensioni di origine atmosferica con sorgente del danno del tipo **S2** e **S4**;
- Certificazione delle palificazioni per illuminazione pubblica secondo **Norme UNI EN 40 - 5**;
- Fascicolo dei materiali impiegati nell'impianto (cavi, muffole, morsettiere, pali in genere, quadri elettrici ed apparecchiature).

4 – PALIFICAZIONI DESTINATE AGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA EN 40-5

La norma europea EN 40 "Pali per illuminazione pubblica" che introduce anche in Italia regole specifiche per la progettazione e la costruzione dei pali per illuminazione, è entrata in vigore nell'anno 2005 in tutti i paesi dell'Unione Europea. La marchiatura CE diventa obbligatoria per tutte le aziende che producono e commercializzano pali per la pubblica illuminazione nell'Unione Europea. La marchiatura è la garanzia alla conformità a tutte le norme UNI-EN ed elemento imprescindibile e punto di riferimento per il corretto impiego e l'appropriata futura manutenzione.

Per ogni palo, nella configurazione testa-palo, o con sbraccio, devono essere definite le caratteristiche e le prestazioni per il corretto utilizzo che dovranno essere ritrovabili anche nei fascicoli tecnici delle aziende costruttrici.

Dichiarazione di conformità

Il fabbricante dovrà redigere una dichiarazione di conformità (Dichiarazione di conformità CE) che include le seguenti informazioni:

- Nome ed indirizzo del fabbricante o del suo rappresentante autorizzato dalla EEA;
- Nome ed indirizzo dell'organismo di certificazione;

- Descrizione del prodotto (tipo, identificazione, impiego);
- Disposizione a cui il prodotto è conforme;
- Resistenza ai carichi orizzontali;
- Tipo di verifica del progetto di calcolo (C) o prove (T);
- Velocità del vento di riferimento;
- Categoria del terreno;
- Area esposta al vento e peso della sommità;
- Classe di resistenza;
- Tipo di prestazione (classe (0) se il palo è privo di requisiti di sicurezza passiva);
- Condizioni particolari applicabili all'utilizzo del prodotto (esempio: disposizioni per l'utilizzo in determinate condizioni);
- Numero del certificato di conformità CE;
- Nome della persona incaricata a firmare la dichiarazione per conto del fabbricante o suo rappresentante autorizzato.

La dichiarazione ed il certificato suddetti devono essere disponibili nella lingua ufficiale dello stato membro della UE in cui il prodotto è da utilizzarsi.

Le Norme di riferimento saranno:

- Norme UNI-EN 40-5 per palificazioni in acciaio
- Norme UNI-EN 40-6 per palificazioni in alluminio

Per l'impiego di palificazioni non convenzionali sarà necessario verificarle con le Norme UNI-EN 12767 "Sicurezza passiva" a seguito di un'attenta analisi rischi e allegato "A" delle Norme CEI 64.8 Sez. 714.

• Cicli di protezione

I trattamenti superficiali e l'eventuale verniciatura dovranno essere eseguiti in funzione alla salvaguardia dell'ambiente e l'ecologia con le seguenti specifiche:

→ Protezione delle superfici in acciaio zincato per i pali

La protezione di elementi in acciaio zincato dovrà essere ottenuta attraverso le seguenti fasi:

- Micro sabbiatura
- Applicazione di uno strato di fondo epossidico con successive fasi di:
 - appassimento
 - essiccamento
 - raffreddamento
- Applicazione di uno strato di smalto con successive fasi di:
 - appassimento
 - essiccamento
 - raffreddamento
- Verniciatura dopo almeno 24 ore di essiccamento a temperatura ambiente

5 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

Tutte le forniture dovranno avere le caratteristiche tecniche richieste dal progetto esecutivo dettagliatamente descritte nell'Elenco Prezzi Unitari e della Relazione Tecnica e dalla direttive prescritte dalla Direzione Lavori e dovranno essere poste in opera a perfetta regola d'arte, corredate da tutti gli accessori necessari anche se non specificatamente indicati.

Particolare cura dovrà essere posta da parte della ditta aggiudicataria nel disporre le suddette forniture in modo che ne risulti una realizzazione ordinata ed esteticamente accettabile e questo anche per le parti non in vista. I materiali e le apparecchiature da usare nella esecuzione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI - UNEL ove queste esistono.

La rispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle prescrizioni di tali Norme e tabelle deve essere attestata dal Marchio IMQ e dalla certificazione della ditta costruttrice.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno essere costruiti da ditte classificate ISO 9002 come prescrive la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996.

Le Norme CEI da considerata nella scelta dei singoli materiali dovranno essere le seguenti:

- **Norme CEI 17.13.1** : Apparecchiatura assiemata di protezione e manovra per bassa tensione
- **Norme CEI 17.13.3** : Apparecchiatura assiemata di protezione e manovra per bassa tensione – prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso
- **Norme CEI 20.22** : Prove di incendio sui cavi elettrici
- **Norme CEI 20.40** : Guida all'uso dei cavi di bassa tensione
- **Norme CEI 23.12** : Prese e spine ad uso industriale
- **Norme CEI 23.19** : Canali portacavi in materiale plastico
- **Norme CEI 23.26** : Diametri esterni dei tubi per installazione elettrica e filettatura per tubi ed accessori
- **Norme CEI 23.31** : Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi / portaccessori

- **Norme CEI 23.32** : Sistemi di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi / portaccessori
- **Norme CEI 23.39** : Sistemi di tubi ed accessori per installazione elettrica
- **Norme CEI 35.26** : Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in c.a. – portata di corrente in regime permanente per posa interrata
- **Norme CEI 16.1 (fasc. 3340h)** : Individuazione dei conduttori
- **Norme CEI EN 60439 – allegato b** : Sezione minima dei conduttori di protezione
- **Norme CEI EN 64.8 / 5** : Colori dei conduttori di neutro e di protezione
- **Norme CEI UNEL 35024 (IEC 364 – 5 – 523)** : Portata di corrente per posa interrata
- **Norme CEI 20.32** : Metodi di prova per la determinazione della quantità di piombo nelle mescole isolanti e guaine
- **Norme CEI 70-1** : Grado di protezione degli involucri (codice IP)
- **Norme CEI UNEL 00722** : Colori distintivi delle anime dei cavi isolati in gomma con tensioni U_0 / U non superiori a 0,6kV
- **Norme UNI 45014** : Criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore

a - Canalizzazioni e tubi protettivi:

Sistemi di tubi ed accessori (CEI EN 50086 – 1 Parte 4)

I tubi e gli accessori devono essere progettati e realizzati in maniera tale che le loro prestazioni nell'uso normale siano sicure e non ci siano pericoli per l'utilizzatore e il suo ambiente.

Se sono installati secondo le istruzioni del fabbricante essi devono fornire una protezione meccanica ai conduttori ed ai cavi che contengono.

Le caratteristiche di protezione delle giunzioni tra il tubo ed i suoi accessori non devono essere inferiori a quanto dichiarato per il sistema.

I tubi ed i loro accessori devono resistere alle sollecitazioni che possono aver luogo durante il trasporto, l'immagazzinaggio, la loro messa in opera e l'utilizzo. La tubazione da interrare dovrà essere a doppia parete corrugata all'esterno e liscia all'interno.

- materiale : polietilene ad alta densità
- colore : rosso o grigio
- resistenza allo schiacciamento : $\geq 450N$
- resistenza all'isolamento : $100M\Omega$

- conformità alle Norme : CEI 23.46 Variante V1
CEI EN 50086 – 2 – 4
- marchio : IMQ

Come risulta dai documenti di progetto, le vie cavi saranno prevalentemente costituite da tubi in polietilene di vari diametri in forma interrata.

Le giunzioni dei singoli tubi dovranno essere a bicchiere con guarnizione di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma e dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro e stretti da collari o flange onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

La profondità di posa dovrà essere seguito il concetto di avere il tubo (o i tubi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazione di manti stradali o cunette eventualmente sovrastanti o movimenti di terra nella zona e prati o giardini.

Di massima dovrà essere osservata una profondità di 50 cm nelle zone non carrabili e di 110 cm per le zone carrabili ed attraversamenti stradali, misurando sull'estremo dorso del tubo più in superficie e proteggendo la palificazione con getto di calcestruzzo.

Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'appaltatore dovrà provvedere alla soffiatura interna degli stessi ed alla chiusura del tubo alle estremità con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso di corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio cavi.

La tubazione dovrà essere posta su strato di almeno 50 cm di sabbia pozzo lavica o tufacea od altra provenienza a granulometrica molto fine.

- **Tubazioni in PVC per posa interrata**

Le tubazioni portaconduttori da annegare nel getto della struttura o sottopavimento dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tipo : tubo flessibile con diametro da 20/25/32 mm
- Materiale : nastro in acciaio profilato semplice graffatura ricoperto in PVC liscio esternamente
- Resistenza allo schiacciamento : serie pesante
- Comportamento al fuoco : autoestinguente e non propagante la fiamma
- Conformità alle Norme : CEI EN 50086-2-3
- Marchio : IMQ

Esse devono essere inserite nella cassetta da incasso con l'uso di raccordi atti a garantire la tenuta sia per evitare che il cavo venga danneggiato durante la posa.

La posa di raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo tale che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione anche al fine di garantire il grado di protezione del sistema.

Le cassette da inserire nel getto di calcestruzzo devono avere le caratteristiche idonee per supportare le sollecitazioni termiche o meccaniche che si presentano in tali condizioni.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti con grado di protezione IPXXB. Dette cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotto.

Il coperchio delle cassette deve offrire buona garanzia di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo e devono essere saldamente fissati (CEI 64.8/4 Art. 412.2.3. Tali coperchi dovranno essere dotati di guarnizioni al fine di ottenere una tenuta IP66.

In particolare si dovrà fare riferimento alle seguenti Norme specifiche:

- **CEI - EN 50086-1 (1997)**
(class. CEI 23.39 fasc. 3480r) : Sistemi di tubi ed accessori per installazione elettriche – parte 1 – prescrizioni generali
- **CEI - EN 50086-2-4 (1997)**
(class. CEI 23.46 fasc. 3480r) : Sistemi di canalizzazioni per cavi – sistemi di tubi – prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- **CEI - EN 50086-2-1 (1996)**
(class. CEI 23.54 fasc. 2886) : Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – parte 2.1 – prescrizioni particolari di tubi rigidi ed accessori
- **CEI - EN 50086-2-2 (1996)**
(rif. CEI 23.55 fasc. 2887) : Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – parte 2.2 - prescrizioni particolari di tubi pieghevoli ed accessori
- **CEI - EN 50086-2-3 (1996)**
(rif. CEI 23.56 fasc. 2888) : Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – parte 2.3 – prescrizioni particolari di tubi flessibili ed accessori
- **CEI - EN 50085-2-3 (1997)**
(rif. CEI 23.58 fasc. 3998) : Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – parte 1 – prescrizioni generali

b - Posa di cavi:

- Predisposizione alla posa dei cavi.

L'esecutore della posa di cavi nelle tubazioni interrate, prima della posa deve verificare:

- l'esistenza dei tappi di chiusura dei tubi
- la presenza di sonde per il tubo dei cavi
- l'avvenuto soffiaggio dei tubi

Se le tre condizioni non sono soddisfatte si dovrà provvedere all'infilaggio di sonde su tutti i tubi, previo soffiaggio.

Alla fine dovrà provvedere alla chiusura delle estremità con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso di corpi estranei.

- Identificazione dei cavi

Ogni cavo deve essere tassativamente provvisto di apposito cartellino di identificazione del tipo adatto per la stampigliatura a macchia dei dati, quali:

- **Codice** (sigla del Quadro di provenienza e circuito di riferimento)
- **Tipo** - esempio FG7(0)R o ARG7-R
- **Formazione e sezione**

I cartellini dovranno essere applicati:

- alle due estremità del cavo
- in corrispondenza dei pozzetti rompi-tratta

Dovrà essere assicurata la stabilità nel tempo sia dei cartellini che delle scritte.

- Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la loro temperatura per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possano venire piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a 2°C o comunque al valore indicato dal costruttore. Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente.

Quindi se i cavi sono rimasti a lungo a basse temperature occorrerà che siano fatti stazionare in ambiente sensibilmente superiore ai 2°C per un congruo numero di ore e posati in tempo tale che la temperatura della guaina non scenda sotto a detto valore.

- Tipo di posa

Se la sollecitazione è modesta è consentito effettuare il tiro durante la posa, mediante una calza di acciaio applicata sulla guaina esterna. Se la sollecitazione raggiunge valori elevati è indispensabile applicare il tiro solo ai conduttori, tenendo presente da non superare i valori massimi impiegati dal costruttore dei cavi.

Particolari raccomandazioni di posa dettate dal costruttore devono essere rispettate (ad esempio la temperatura di posa, raggi di curvatura, ecc.)

Gli attrezzi impiegati per la posa di cavi devono essere quelli consigliati dal costruttore dei cavi stessi o in caso di impiego di organi meccanici, questi devono essere dotati di sistema dinamometrico tarato in modo tale che il tiro non superi mai il valore consigliato dal costruttore dei cavi

- Preparazione dei cavi per collegamenti

Prima della posa delle condutture l'appaltatore dovrà effettuare le misure sulle distanze tra Quadri ed utenze al fine di verificare la rispondenza con le lunghezze delle tabelle cavi.

Nel caso in cui tali distanze fossero significativamente maggiori (oltre il 10%) l'appaltatore è tenuto alle verifiche della sezione del cavo sia per la caduta di tensione, sia per la minima corrente di corto circuito a fine linea

La fase successiva è la verifica ed il rispetto del rompimento delle tubazioni portaconduttori.

I cavi multipolari all'entrata dei Quadri devono essere sguainati per una lunghezza sufficiente, in modo tale da permettere ai singoli conduttori di raggiungere i relativi morsetti.

Devono essere oscurati con apposite fascette a un profilato di sostegno in modo che il peso del cavo stesso non venga ad essere sostenuto dai singoli conduttori e dei morsetti.

La disposizione ai cavi deve essere tale da permettere il fissaggio dei cartellini di identificazione in modo da permettere una comoda lettura.

L'ingresso di cavi nelle cassette di transito e di derivazione deve essere eseguito a mezzo di appositi raccordi presso cavo oppure presso cavo in modo da garantire al Quadro o cassetta il grado di protezione nominale.

- Identificazione dei circuiti e collocazione delle grandezze

Per l'identificazione dei conduttori è richiesto il sistema sotto riportato conforme all'attuale Normativa e comunque dovrà essere approvata dalla D.L.

Il colore delle guaine per i circuiti a 400V-230V / 50Hz. sono:

– Fase R (L1)	:	marrone
– Fase S (L2)	:	grigio
– Fase T (L3)	:	nero
– Neutro (N)	:	blu chiaro
– Conduttore di protezione PE	:	giallo/verde

La Norma prescrive che la colorazione giallo/verde sia riservata esclusivamente al conduttore di protezione (PE) e quindi non è ammesso l'utilizzo di cavo giallo/verde per usi diversi dal conduttore di protezione, anche se la parte finale fosse completamente fascettata di altro colore.

Non è ammesso utilizzare come conduttore di protezione un cavo di colore diverso dal giallo/verde anche se la parte finale fosse fascettata "giallo/verde" oppure identificare con numero o altre scritte.

Quanto sopra continua a valere anche se le fascettature sono applicate su tutti i terminali accessibili del cavo (cassette, pozzetti, ecc.)

I cavi unipolari con guaina o multipolari con tensione nominale 0,6 / 1kV impiegati per la posa all'esterno hanno la guaina di colore unico, ad esempio per il cavo AGR7-R è di colore grigio e l'anima è di solito di colore nero (CEI UNEL 00722 Art. 10.c).

Se utilizzati come conduttore di "neutro" devono essere contrassegnati con nastro di colore blu chiaro all'estremità dei pozzetti rompi-tratta ed in corrispondenza delle derivazioni.

- Il conduttore di neutro

La Norma prescrive che la colorazione "blu chiaro" sia riservata al conduttore di neutro.

Per i conduttori di neutro vale quanto detto per quello di protezione con la differenza che devono essere contrassegnati con nastatura di colore "blu chiaro" all'estremità nei pozzetti rompi-tratta e nei punti di derivazione.

Nota: Per il collegamento a terra degli scaricatori di corrente da fulmini e sovratensione (SDP) CEI 64.8 Art. 24.5 il conduttore che collega a terra uno scaricatore non è considerato un conduttore di protezione (PE)

Per la messa a terra degli scaricatori non sono ammessi conduttori con guaina giallo/verde possano essere impiegati cavi con guaine di qualsiasi colore diverso da:

- giallo/verde riservato al conduttore di protezione PE
- blu chiaro riservato al conduttore di neutro

A fine lavori tutte le ferritoie, aperture, tubi per cavi entranti in cabina e nei pozzetti rompi-tratta e derivazioni all'interno dei Quadri dovranno essere opportunamente sigillate al fine di evitare l'ingresso di acqua, roditori ed insetti.

I cavi da utilizzare nella realizzazione degli impianti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- **FG7(O)R 1 - $U_0 / U = 0,6/1kV$** per cavi di potenza multipolare con isolanti CEI 20.22.II non propagante l'incendio e per la guaina dovrà essere antiroditori in accordo alle Norme CEI 20.38 senza emissione di gas tossici e fumi opachi determinati secondo le Norme CEI 20.37
- **ARG7-R - $U_0 / U = 0,6/1kV$** per cavi di potenza unipolari con conduttore in alluminio flessibile con isolante in gomma di qualità G7 e guaina PVC di qualità Rz secondo CEI 20.22.II non propagante l'incendio senza emissione di gas tossici e fumi opachi determinati secondo le Norme CEI 20.37
- **FG7(O)OM 1 - $U_0 / U = 0,6/1kV$** per cavi di potenza multipolare con isolanti CEI 20.22.II non propagante l'incendio e per la guaina dovrà essere antiroditori in accordo alle Norme CEI 20.38 senza emissione di gas tossici e fumi opachi determinati secondo le Norme CEI 20.37
- **N07V-K - $U_0 / U = 0,45 / 0,7kV$** per cavi di potenza ed ausiliari a Norme CEI 20.22.II e CEI 20.20 a limitata emissione di quantità di acidi alogenidrici gassosi (<22%) determinato secondo CEI 20.37.1

I cavi in B.T. per i circuiti di potenza tipo FG7(O)R e ARG7-R sono quelli maggiormente impiegati nel presente impianto.

Da notare che i cavi posati in condotti interrati o annegati nei getti viene richiesta solo una bassa emissione di gas tossici o fumi opachi e corrosivi con le seguenti caratteristiche tecnico-costruttive:

Denominazione

- Norme di riferimento
- Conduttori
- Tensione di isolamento
- Tensione di esercizio
- Tensione di prova
- Temperatura max d'esercizio
- Temperatura max di cto-cto
- Guaina
- Colore guaina
- Caratteristiche della guaina

Caratteristiche

- : CEI 20.22.II - CEI 20.13
- : corda di rame a sezione circolare
- : $U_0 / U = 0,6 / 1 kV$
- : 2,5kV
- : 4kV – 50Hz
- : 90°C
- : 250°C
- : PVC di qualità Rz antiroditori
- : grigio
- : antiabrasiva a ridotta emissione di HCl Norme CEI 20.22.II

- Isolante : gomma di qualità G7
- Tipo di gomma : etilenpropilenica EPR
- Marchio di qualità : IMQ sulla guaina
- Norme di riferimento : CEI - UNEL
- Temperatura di posa : - 4°C
- Tipo di non propagazione incendio : Norme CEI 20.22.II
- Raggio minimo di curvatura : 4xD (diametro esterno cavo)
- Stampigliatura sulla guaina : cavi a Norma CEI 20.22.II con individuazione delle anime o tabella CEI – UNEL 00722

Per i conduttori da utilizzare entro tubazioni in PVC rigido o metalliche saranno del tipo N07V-K con le seguenti caratteristiche:

- Conduttori : corda di rame flessibile a sezione circolare
- Tensione di esercizio : $U_0 / U_i = 450/750V$
- Tensione di prova : 400/230V
- Temperatura max d'esercizio : 70°C
- Temperatura max di cto-cto : 160°C
- Temperatura minima di posa : 0°C
- Isolante : PVC qualità R2
- Guaina : PVC qualità R2
- Colore guaina di neutro : blu chiaro
- Colore guaina conduttore di fase : nero
- Colore guaina di PE : giallo/verde
- Caratteristiche della guaina : a basso sviluppo di fumi opachi e gas corrosivi
- Designazione : N07V-K – Norme CEI UNEL 35011 (designazione secondo Norme CEI 20.27)
- Marchio di qualità : IMQ sulla guaina

Per le derivazioni dalla linea principale ai singoli apparecchi incassati a filo pavimento si devono impiegare cavi unipolari / multipolari del tipo H07RN-F sempre in esecuzione interrata entro tubazioni ed all'interno delle palificazioni con le seguenti caratteristiche:

- Conduttori : corda di rame a sezione circolare
- Tensione di isolamento : $U_0 / U_i = 450/750V$
- Tensione di esercizio : 2kV
- Tensione di prova : 4kV – 50Hz
- Temperatura max d'esercizio : 60°C
- Temperatura max di cto-cto : 200°C
- Guaina : PVC di qualità R2 antiodori
- Colore guaina : nero
- Caratteristiche della guaina : antiabrasiva a ridotta emissione di HCl Norme CEI 20.22.II
- Isolante : gomma di qualità G7
- Tipo di gomma : etilenpropilenica EPR
- Marchio di qualità : IMQ sulla guaina
- Norme di riferimento : CEI - UNEL
- Temperatura di posa : - 4°/ + 15°C
- Tipo di non propagazione incendio : Norme CEI 20.22.II

- Raggio minimo di curvatura : 4xD (diametro esterno cavo)
- Stampigliatura sulla guaina : cavi a Norma CEI 20.22.II con individuazione delle anime o tabella CEI – UNEL 00722

Per quanto riguarda le giunzioni da cavo dorsale principale alle derivazioni la soluzione da adottare è quella delle muffole con isolamento in gel dielettrico di tipo rapido con grado di isolamento II.

Le giunzioni comprendenti l'involucro plastico dovrà garantire la "classe II" secondo le definizioni delle Norme CEI 64.8 con le seguenti caratteristiche:

- Norme di rispondenza CEI 20.13
- Giunte complete di involucro In materiale isolante
- Comportamento ai fini dell'incendio Autoestinguente e non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20.35 e IEC 332-1
- Prestazioni elettriche Secondo Norme CEI 20.33
- Classe di isolamento Il secondo la definizione delle Norme CEI 64.8
- Grado di protezione IP68 (stagno all'immersione in acqua)
- Connessioni Riaccessibili anche dopo lunghi periodi di esercizio

d - Palificazioni:

Le Norme Europee **EN40 "Pali per l'illuminazione Pubblica"** che introducono anche in Italia le regole specifiche per la progettazione e la costruzione dei pali per l'illuminazione sono entrate in vigore nel 2005 in tutti i 25 paesi dell'Unione Europea.

Quindi, tutti i pali per l'Illuminazione Pubblica immessi sul mercato europeo e destinati alle zone aperte al traffico veicolare e pedonale devono essere conformi alle Norme EN40 ed essere dotati di marcatura CE.

Il marchio CE attesta che il prodotto è conforme alle caratteristiche indicate all'allegato ZA delle Norme EN 40-6 (pali in alluminio) ed EN 40-5 (pali in acciaio) ed alle specifiche tecniche riportate nelle altre parti delle Norme e quindi può essere messo sul mercato.

Tutte le palificazioni dovranno essere calcolate seguendo le prescrizioni dettate dalle Norme EN 40-3 parte 1 (carichi) e parte 3 (calcolo) e possedere il certificato di conformità per la marcatura CE di tali prodotti.

Nello specifico i pali dovranno essere idonei per una certa velocità di riferimento del vento e categoria di terra per l'Italia (secondo Norme EN 40-3.1)

- La categoria di terreno è definita in analogia alla Normativa della classe di rugosità delle Normative Italiane sui cardi : **categoria terreno II**
- Zona : **1**
- Velocità di riferimento del vento : **25 m/s**

a – **Palificazione cilindrica** in acciaio zincato **S325 JR** (in conformità alle **Norme UNI EN 10025**) ricavato da lastra di lamiera piegata longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione cilindrica. I lembi longitudinali affacciati dopo la piegatura saranno saldati mediante processo automatico.

Le palificazioni dovranno essere posate entro plinto precedentemente posato dall'impresa e secondo le modalità previste nel progetto esecutiva.

Le caratteristiche tecniche saranno le seguenti:

- Altezza fuori terra	:	7.000 mm
- Altezza totale	:	7.800 mm
- Spessore	:	4 mm
- Diametro di base	:	127 mm
- Diametro di sommità	:	127 mm
- Diametro in prossimità dell' asola	:	133 mm
- Asola ingresso cavi	:	75x150 mm
- Asola morsettiera	:	200x850 mm
- Marchio CE	:	di tipo adesivo
- Verniciatura	:	Akzo Nobel 900

- Installazione: il palo dovrà essere installato in fondazione preformata in cls in esecuzione da 800x800x800 mm e soletta di magrone 1.000x1.000x100 mm ;
- Fasciatura anticorrosione catramata applicata in stabilimento, per la parte interrata, sino a 250 mm sopra il livello del terreno con rivestimento intero;
- Anello in PVC alla base del palo a contatto con la fondazione;
- Foro ingresso cavi (protetto con anello in PVC);
- Asola per la morsettiera (dimensioni 200 x 85mm) completa di portella a filo palo con doppia chiusura antivandalò;
- Rinforzo interno al palo (a livello dell'asola) di classe 5 secondo EN 40 completo di guida DIN per fissaggio morsettiera di derivazione;
- Portella filo palo con doppia chiusura scorrevole con grado di protezione IP44 (IEC 60529) con profilo di rinforzo, saldato all'interno del palo a livello dello sportello e dovrà essere di classe 5 secondo le Norme EN40.
- Il profilo posto all'interno del palo sarà fissata la morsettiera M4 della "ISIWAY" (vedi particolari costruttivi)
- Morsettiera di linea da fissare all'interno del fusto all'apposita guida saldata di tipo quadripolare con sezionatore e fusibili da 2x32A e scaricatori "Con.trade" di classe II / 20kA (art.214 000 e art.206 200) mediante varistore e spinterometro – Tipo **M4** della "ISIWAY" (vedi particolari costruttivi)

b – **Palificazione tronconica curvata** in acciaio **S235 JR** (in conformità alle **Norme UNI EN 10025**) ottenuta mediante coniatura a freddo e successiva saricavato da trapezio di lamiera piegato longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione a tronco di cono. I lembi longitudinali affacciati dopo la piegatura saranno saldati mediante processo automatico.

Le caratteristiche tecniche saranno le seguenti:

- Altezza fuori terra	:	9.000 mm
- Altezza totale	:	9.800 mm
- Sbraccio	:	5.300 mm
- Spessore	:	4 mm
- Diametro di base	:	168 mm
- Diametro di sommità	:	72 mm/60mm.
- Asola ingresso cavi	:	186x85 mm
- Asola morsettiera	:	400x110 mm
- Portella di chiusura	:	Filo palo
- Zincatura a caldo	:	UNI EN ISO 1461
- Marchio CE	:	Adesivo

La palificazione dovrà essere fornita di guaina bituminosa applicata a caldo sulla superficie esterna per 900 mm in corrispondenza dell' incastro nel plinto di fondazione e privo della "gobbeta" della saldatura per una accurata verniciatura.

Detta palificazione dovrà essere dotata della documentazione tecnica elaborata secondo la **Norma UNI EN 40-3-3** con dichiarazione di conformità "**CE**" che certifichi che la costruzione sia avvenuta in conformità alla **Norma UNI EN 40-5** ed alle norme collegate (**UNI EN 40-2, 40-3.1, 40-3.3**)

e - Verniciature:

Tutte le verniciature delle palificazioni in acciaio zincato o in alluminio (dove è previsto) dovranno essere eseguite dal costruttore in fabbrica e certificate, prima della consegna in cantiere e tale verniciatura dovrà avvenire con il seguente ciclo:

- verniciatura a polveri di poliesteri eseguita mediante pretrattamento (sgrassaggio acido e alcalino)
- decapaggio acido
- cromatizzazione
- verniciatura a polveri di poliesteri
- cottura a 180/200°C per 30 minuti
- spessore medio del film applicato dovrà essere minimo di 80 micron
- resistente ai raggi UV

Per il trasporto si dovrà adeguatamente proteggere la superficie verniciata della palificazione mediante elementi in stoffa.

f - Organi di sostegno e fissaggio:

Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere fissati e sostenuti in modo stabile e tale che non si abbiano vibrazioni, spostamenti o cedimenti e quindi idonei alla classe di luogo per cui sono stati installati.

Tutte le varie viterie e staffe esterne dovranno essere in acciaio inox AISI 304

Per le tubazioni in acciaio zincato si dovranno adottare idonee clips a prigioniero in acciaio zincato e fissate alla struttura con idonei tasselli.

g – Fotocellula crepuscolare ad infrarossi

Interruttore crepuscolare INFRALUX (Reverberi) dotato di un sensore che rileva la luce infrarossa in grado di comandare l'impianto di pubblica illuminazione senza tener conto della luce artificiale

L'interruttore crepuscolare Infralux dovrà essere in grado di distinguere tra la luce solare e la luce artificiale con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

- contenitore: materiale plastico a 3 moduli
- cellula ad infrarossi: corredata da 1,5m di cavo da 2x1mm².
- frontalino: accensione forzata permanente, accensione temporizzata, spegnimento automatico, regolazione della soglia di commutazione da 4 a 10 lux
- alimentazione: 230Vac +/- 15%
- portata contatto NA: 3A/250V
- assorbimento: 1VA / 250Vac

Tale fotocellula dovrà essere fornita completa in tutte le sue parti e collegata all'elemento esterno con cavo FG7(0)R da 2x1mm² sfruttando le predisposizioni già esistenti nel Quadro ed assicurarsi di mantenere lo stesso grado di protezione del contenitore.

6 – DIMENSIONAMENTO DEI CAVI D ALIMENTAZIONE

6.1 – Oggetto della specifica

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme di carattere generale e particolare per il calcolo dei cavi di alimentazione relativo agli impianti di illuminazione esterna relativi alle opere connesse all'impianto elettrico di via Colombo e strade limitrofe :

6.2 – Rispondenza a norme tecniche

L'appaltatore con l'accettazione della presente specifica si impegna a rispettare:

- 6.2.1 Tutte le leggi pertinenti in vigore nella Repubblica Italiana alla data di definizione dell'appalto e le Norme e Leggi in materia anti-infortunistica;
- 6.2.1 Norme applicabili del Comitato Elettrotecnico italiano ed in particolare
 - CEI 11.17 Impianto di produzione, trasmissione Fasc. 8402 e distribuzione di energia elettrica e linee in cavo
 - CEI 11.25 Correnti di corto-circuito nei sistemi Fasc. 6317 trifasi in corrente alternata
 - CEI 11.28 Guida di applicazione per il calcolo Fasc. 414812 delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione

- CEI 64.8 Impianti elettrici utilizzatori a Fasc. 4131 tensione lineare non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.

6.2.3 Le tabelle UNEL applicabili per le caratteristiche dei materiali unificati per le portate di corrente ecc e le equivalenti norme Europee.

- CEI-LINE 35 Cavi elettrici isolati con materiale Fasc. 577 elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.
Portata di corrente in regime permanente

6.3 – Ambiente di installazione e caratteristiche

Le condizioni di impiego essenzialmente saranno per una posa interrata od entro tubazioni in polietilene e saranno del tipo unipolare o multipolare destinati entro tubi protettivi circolari con le seguenti condizioni ambientali:

→ Temperatura massima : + 20°C;

→ Temperatura minima : - 5°C;

6.4 – Dati tecnici

- Identificazione del cavo : ARG7-R - 0,6/1kV
 - Tensione nominale : 0,6/1kV
 - Tensione di prova : 4kV
 - Temperatura d'esercizio : max 90°C
 - Temperatura di corto-circuito (max) : 250°C
 - Conduttore : a corda flessibile di rame ricotto
 - Isolamento : gomma HEPR ad alto modulo
 - Guaina : guaina speciale di qualità R2
 - Colore : grigio chiaro RAL 7035
- I dati caratteristici usati per il calcolo sono:
 - Numero delle tubazioni : 1 o 2
 - Numero dei cavi per tubo : da 2 a 6
 - Coefficiente di correzione : K1 per temperature diverse da 30°C
 - Coefficiente di correzione : K2 per conduttori disposti in fasci o strato

- Le tubazioni sono in polietilene a doppio strato da 110mm posate a 0,6m dal piano calpestio e di 1,10m in occasione degli attraversamenti stradali opportunamente protette da un manto di magrone dello spessore di 10cm. La tipologia di posa secondo le tabelle CEI 64.8 è del tipo "61";
- Ogni singolo apparecchio è protetto da un fusibile da 6A posto in morsettiera nel punto di variazione della sezione in modo che risulti $0,9I_Z \geq I_N \geq I_B$

6.5 – Criteri di dimensionamento

6.5.1 Dimensionamento dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori è eseguito per assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

Le altre considerazioni che hanno influenzato la sezione del conduttore, coordinate con l'organo di protezione sono:

- a) protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza al paragrafo 434.3.1 e della sezione 433 di cui alla Norma CEI 64.8 verificando che:

$$I_Z \geq I_N \geq I_B \quad \text{e} \quad I_F \leq 1,45 I_Z$$

Dove:

I_B = è la corrente di regime

I_N = è la corrente nominale dell'organi di protezione

I_Z = è la portata del conduttore nelle condizioni di posa previste

I_F = è la corrente di sicurezza di funzionamento della protezione

In particolare i conduttori sono stati scelti in modo tale che la loro portata (**I_Z**) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (**I_B**), e il valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori magnetotermici da installare, dovranno avere una corrente nominale (**I_N**) compresa fra la corrente d'impiego del conduttore (**I_B**) nelle condizioni di sicurezza e la sua portata nominale (**I_Z**) ed una corrente di funzionamento (**I_F**) minore o uguale a 1,45 volte la portata I_Z .

- b) Protezione contro i corto-circuiti verificando che:

Gli interruttori automatici dovranno interrompere le correnti di corto-circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I^2 T \leq K^2 S^2 \quad (\text{CEI 64.8 Art. 434.4})$$

Gli interruttori dovranno avere le caratteristiche specificate negli schemi unifilari allegati ed un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto-circuito presunta nel punto di installazione, ma comunque il loro potere di corto-circuito non dovrà essere inferiore a 6kA;

Tutti i dispositivi saranno dotati di opportune targhette identificative dei circuiti protetti.

Comunque può essere ammessa la protezione contro i sovraccarichi quando le condutture che alimentano gli utilizzatori che, per la loro costituzione, non possono dar luogo a sovraccarico, utilizzatori termici, apparecchi di illuminazione ecc) per i quali è stato considerato in coefficiente di contemporaneità uguale a "1"

Tutti gli apparecchi di protezione sono stati scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare (I^2t) sia inferiore a quella della linea e delle apparecchiature da proteggere;

La caduta di tensione non sia superiore a quella prevista del 5%;

La lunghezza massima protetta non è riportata nei documenti allegati, ma è ugualmente verificata dal calcolo computerizzato effettuato, anche se non richiesto dalle normative, in quanto i conduttori sono tutti verificati per la protezione contro i sovraccarichi;

L'interruttore automatico magnetotermico all'origine dell'impianto ha un potere di interruzione di corto-circuito di 10kA

6.5.2 Corrente massima (portata) nelle condizioni di posa previste così ricalcolata

Dalle tabelle CEI-UNEL 35026 si avrà

$$I_z = I_o \times K_1 \times K_2$$

Dove:

I_o portata con temperatura del terreno a 20°C relativo al metodo di installazione previsto, ricavato dalla tabella 1

K₁ è il fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 20°C (tabella II)

K₂ è il fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (tabella IV CEI UNEL 35024/1)

6.6 – Livello di isolamento

La resistenza di isolamento dell'impianto predisposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dovrà soddisfare la seguente relazione

$$R_{iso} < \frac{2}{(L+N)} \text{ M}\Omega$$

dove

L : è la lunghezza massima della linea in chilometri (con un minimo di 1km)

N : è il numero degli apparecchi illuminanti connessi

6.7 – Caduta di tensione

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

Le Norme CEI 64.8 Sez. 714 Art. 525 prescrivono che la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, calcolata a pieno carico e trascurando il transitorio di accensione, non sia superiore del valore nominale della tensione di alimentazione, salvo più severe limitazioni in relazione al tipo di lampada.

Nello specifico per la caduta di tensione è stato addirittura adottato un valore dal 2% al 3% per consentire il funzionamento ottimale dell'impianto con possibilità di eventuali ampliamenti attualmente non prevedibili.

7 – RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI

Come già specificato in oggetto l'intervento è individuato nell'area del P.A,1 , P.A.7A ed in un tratto della Ex SS 498 e si dovrà ripristinare l'impianto di Pubblica Illuminazione a causa del furto di cavi in rame .

a – Modalità degli interventi da eseguirsi

L'intervento previsto nel progetto prevede essenzialmente la posa di nuove linee in cavo con conduttori in alluminio , notoriamente meno appetibili ai ladri

I lavori di progetto da realizzare dovranno essere eseguiti con le seguenti caratteristiche tecnico / costruttive:

- Verifica dell'attuale distribuzione attraverso i condotti interrati con resa funzionale delle stesse al fine di infilare agevolmente le nuove linee in cavo con anima in alluminio . Pulizia dei pozzetti da eventuali detriti con conferimento alla discarica
- Resa funzionale del tratto di cavidotto dal Quadro Elettrico ubicato in prossimità della " Stazione di Servizio " sino al centro della rotatoria sulla Ex SS 498 al fine di infilare agevolmente la linea di alimentazione della futura postazione di videosorveglianza .
- Opere di ripristino dell'efficienza dell'Impianto d'Illuminazione in rotatoria (Ex SS 498) con smantellamento delle due palificazioni in acciaio verniciato ammalorate a causa di un urto con conferimento alla discarica . Resa funzionale dell'attuale plinto con idonei adattamenti per consentire una sicura installazione delle nuove palificazioni da 9.000x5.300mm. con base da 185 mm.
- **Palificazione tronconica curvata** in acciaio **S235 JR** (in conformità alle **Norme UNI EN 10025**) ottenuta mediante coniatura a freddo e successiva saricavato da trapezio di lamiera piegato longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione a tronco di cono. I lembi longitudinali affacciati dopo la piegatura saranno saldati mediante processo automatico.

Le caratteristiche tecniche saranno le seguenti:

- Altezza fuori terra	:	9.000 mm
- Altezza totale	:	9.800 mm
- Sbraccio	:	5.300 mm
- Spessore	:	4 mm
- Diametro di base	:	168 mm
- Diametro di sommità	:	72 mm/60mm.
- Asola ingresso cavi	:	186x85 mm
- Asola morsettiera	:	400x110 mm
- Portella di chiusura	:	Filo palo
- Zincatura a caldo	:	UNI EN ISO 1461
- Marchio CE	:	Adesivo

La palificazione dovrà essere fornita di guaina bituminosa applicata a caldo sulla superficie esterna per 900 mm in corrispondenza dell' incastro nel plinto di fondazione e privo della "gobbetta" della saldatura per una accurata verniciatura.

Detta palificazione dovrà essere dotata della documentazione tecnica elaborata secondo la **Norma UNI EN 40-3-3** con dichiarazione di conformità "CE" che certifichi che la costruzione sia avvenuta in conformità alla **Norma UNI EN 40-5** ed alle norme collegate (**UNI EN 40-2, 40-3.1, 40-3.3**

- **Ricollocazione di n° 2 apparecchi illuminanti** da 250W SAP recuperati dalle palificazioni ammalorate , previa verifica dell'efficienza degli ausiliari di accensione e della sorgente luminosa . Eventuali anomalie dovranno essere risolte con la sostituzione degli ausiliari ammolorati . Collegamento elettrico alla linea di alimentazione proveniente dalla morsettiera bordo palo.
- **Fornitura e posa di n° 2 morsettiere** da incasso " reset " a doppio isolamento con sezionatore e fusibili . Stesura della linea di alimentazione dalla morsettiera agli ausiliari bordo apparecchio con cavo multipolare FG7(O)R da 2x2,5mm² .
- **Fornitura e posa di n° 1 palificazione** tubolare in acciaio zincato "S 235JR" successivamente verniciati in fabbrica grigio **RAL 9007** aventi le seguenti caratteristiche funzionali:

- Altezza totale	:	7.800 mm.
- Altezza fuori terra	:	7.000 mm.
- Diametro di base	:	127 mm.
- Diametro di sommità	:	127 mm.
- Spessore	:	4 mm.
- Asola ingresso cavi	:	150x75 mm.
- Asola porta morsettiera	:	200x85 mm.
- Coperchio morsettiera	:	alluminio reset verniciato
- Zincatura (UNI-EN 1461)	:	minimo 70 micron

Il palo dovrà essere consegnato in cantiere completo di fascia di protezione catramata per 500mm applicata in fabbrica in corrispondenza dell' incastro con il plinto di fondazione.

E' richiesta la certificazione del ciclo di produzione da parte del costruttore per allegarla successivamente ai vari certificati di conformità e agibilità.

- **Fornitura e posa di n° 1 morsettieria** completa di sezionatore, fusibili e scaricatore di sovratensioni di origine atmosferica del tipo “**Contrade**” art. 214.000 e art .207 200 a 20 KA (variatore e spinterometro) completo di coperchio in fusione di alluminio verniciato con guarnizioni per assicurare un grado di protezione *IP 54* .
- **Stesura di n° 1 linee di alimentazione (L1)** realizzate in cavo unipolare con anima in alluminio ARG7-R in esecuzione da 4x1x25 mm². quale dorsale elettrica, per alimentazione delle **palificazioni del P.A.7A** e quelle poste sulla Ex SS 498 ,derivata a valle del regolatore di tensione . Le linee saranno connesse alla morsettieria a bordo palo tramite giunte da realizzarsi con muffole isolate in gel dielettrico a doppio isolamento e grado di protezione IP68 tramite cavo in rame unipolare FG7(O)R da 2x1x6mm². Le palificazioni poste sulla Ex SS 498 saranno alimentate da un cavo unipolare con conduttore in alluminio di tipo ARG7-R in esecuzione da 4x1x16mm²
Il neutro dovrà essere debitamente identificato con un nastro di colore azzurro. Tali linee sono dotate di cavo con sezione idonea per allacciare altri apparecchi illuminanti per un futuro sviluppo.
- **Stesura di n° 1 linee di alimentazione (L2)** realizzate in cavo unipolare con anima in alluminio ARG7-R in esecuzione da 4x1x25 mm². quale dorsale elettrica, per alimentazione delle **palificazioni del P.A.1** ,derivata a valle del regolatore di tensione . Le linee saranno connesse alla morsettieria a bordo palo tramite giunte da realizzarsi con muffole isolate in gel dielettrico a doppio isolamento e grado di protezione IP68 tramite cavo in rame unipolare FG7(O)R da 2x1x6mm².
Il neutro dovrà essere debitamente identificato con un nastro di colore azzurro. Tali linee sono dotate di cavo con sezione idonea per allacciare altri apparecchi illuminanti per un futuro sviluppo.
- **Stesura di n° 1 linea di alimentazione (L3)** realizzata in cavo multipolare FG7(O)R in esecuzione da 2x6 mm². quale dorsale elettrica, per alimentazione delle boe luminose poste nelle aiuole spartitraffico e derivata a monte del regolatore di tensione . Non saranno ammesse derivazioni di alimentazione al palo attraverso giunte eseguite nel pozzetto.
- **Stesura di n° 1 linea di alimentazione (L4)** realizzata in cavo multipolare FG7(O)R in esecuzione da 3x4 mm². quale dorsale elettrica, per alimentazione del punto luce destinato alla futura telecamera per la Videosorveglianza. La linea sarà connessa direttamente alla morsettieria bordo palo e non saranno ammesse derivazioni di alimentazione al palo attraverso giunte eseguite nel pozzetto. Tale dorsale sarà derivata dall'Attuale Quadro Elettrico di Pubblica Illuminazione ubicato in prossimità della “ Stazione di Serizio “ . Per l'occasione si dovrà modificare l'attuale Q.E. con l'inserimento di n° 1 interruttore automatico magnetotermico differenziale da 2x16A/Id=30mA con curva d'intervento “ B “ e potere di Cto-Cto di 6KA e destinato alla protezione della futura telecamera.
- Realizzazione dell'impianto di **segnalazione ostacolo** posto all'interno delle aiuole spartitraffico come da Linee Guida della Provincia di Bergamo e così composto :

- n° 5 paletti in alluminio con diametro di 80 mm. ed altezza di 1.800/2.000 mm., con tappo di sommità da inserire entro plinti da 500x500x500 mm. precedentemente realizzati dall'impresa;
- n° 5 apparecchi illuminanti lampeggianti di segnalazione a tecnologia Led (giallo) tipo Basic da 200 mm.(o equivalenti approvati) conformi alle Norme UNI EN 12352 L8H, complete di staffe antifurto con viti per fissaggio al paletto, con funzionamento alternato . tensione di alimentazione a 12V dc.
- Cavo di alimentazione del tipo multipolare FG7(O)R da 2x6mm² posto entro tubazione in polietilene interrata e disponibile in prossimità del pozzetto di derivazione posto a piè palo in esecuzione da 250x250mm., completo del chiusino di ghisa pesante D400. Tale linea verrà derivata dal gruppo di alimentazione 230Vac/12-24Vdc. posto nel Quadro Elettrico con regolatore e prelevata a monte del Booster
- Alimentazione dell'apparecchio lampeggiante con cavo multipolare HO7RN-F da 2x1,5mm² e con connessione tale da garantire un grado di protezione IP 55.
- Gruppo di alimentazione posto in cassetta entro apposito vano del Quadro Elettrico di distribuzione con con alimentazione a 230Vac e secondario da 12-24Vdc da 3A e protetto da un idoneo interruttore automatico magneto termico differenziale da 2x10A/Id=30mA. (nuovo inserimento)
- Le apparecchiature elettriche e le boe luminose a Led dovranno essere protette da idonei scaricatori di sovratensioni di origini atmosferiche posti nel Quadro Elettrico
- Il neutro di tutte le linee di alimentazione unipolari dovrà essere debitamente identificato con un nastro di colore azzurro in corrispondenza dei pozzetti di derivazione .
- Eventuale numerazione progressiva delle palificazioni con individuato il Quadro Elettrico di appartenenza (ad esempio A.01, A.02, A.03 etc. etc.)
- Collegamento delle nuove linee in cavo unipolare ARG7-R da 4x1x25mm² e cavo multipolare FG7(O)R da 3x4mm² alla morsettiera del Quadro Elettrico e dovranno essere debitamente identificate.
- Verifica dei prelievi mediante lo strumento “LIT” contenuto nel Quadro Elettrico con regolatore di tensione della ditta “Reverberi” ed anche verifica dell'ottimizzazione di tali prelievi sulle singole fasi.

b – Modalità delle Verifiche Finali

Al termine dei lavori di ripristino dell'impianto di Pubblica illuminazione in oggetto si dovrà accertare dell'efficienza e verificare ogni punto luce con eventuali sostituzioni di parti ammalorate come :

- Lampade da 150W e 250 W a scarica SAP
- Reattori ferromagnetici per lampade SAP
- Accenditori elettronici
- Condensatori di rifasamento
- Fusibili di protezione

Si dovrà intervenire sul Quadro Elettrico di Pubblica Illuminazione esiste al fine di adeguarlo alle nuove esigenze e con:

- Pulizia all'interno del contenitore in fibra di vetro
- Verifica delle guarnizioni di tenuta della portella Quadro al fine di assicurare in ogni caso un grado di protezione IP55
- Serraggio dei vari morsetti e bulloni.
- Rifacimento delle connessioni del PE alla sbarra di terra
- Verifica della funzionalità delle apparecchiature di protezione mediante appositi strumenti
- Adeguamento delle etichette di identificazione delle varie protezioni
- Verifica degli stati d'allarme del regolatore e dei dispositivi elettronici che governano il Booster
- Verifica degli assorbimenti e del fattore di potenza dell'impianto
- Aggiornamento delle schede dei parametri quadro
- Programmazione dei parametri per il funzionamento a tensione ridotta nelle ore serali e notturne
- Verifica ed eventuale aggiornamento dello schema del Quadro Elettrico in funzione ai nuovi assetti
- Ritamponamento del fondo Quadro con materiale espanso al fine di assicurare un grado di protezione minima IP55.
- Consegna del documento di ricertificazione del Quadro Elettrico

8 – VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA

Le verifiche e le prove preliminari sotto elencate saranno effettuate durante l'esecuzione delle opere e prima della stesura dei verbali di ultimazione dei lavori.

- a. Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti siano quantitativamente corrispondenti agli accordi contrattuali.
- b. Verifiche e prove intese ad accertare:
 - lo stato di isolamento dei circuiti
 - la continuità elettrica dei circuiti
 - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori
 - l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto
 - l'efficienza delle prese di terra.
- c. Prove di funzionamento di tutte le apparecchiature installate intese ad accertare che non ve ne siano alcune non funzionanti o funzionanti in modo anomalo.

Le modalità delle prove e delle verifiche preliminari saranno stabilite dal Direttore dei Lavori e/o dal Collaudatore in corso d'opera e di essa verrà redatto un regolare verbale da allegare agli atti del collaudo finale.

Resta inteso che in esito favorevole delle verifiche e prove preliminari non esime la ditta aggiudicataria dall'essere responsabile degli impianti fino al termine del periodo di garanzia di 12 mesi

8.1. Modalità tecniche del collaudo

a. ESAME A VISTA

Per esame a vista si intende l'esame dell'impianto elettrico per accertare che le sue condizioni di realizzazione siano corrette senza l'effettuazione delle prove.

- * Verifica delle tavole progettuali, dei disegni planimetrici e degli schemi dei Quadri in corrispondenza di quanto installato secondo le Norme CEI 64.8 sezione 6 e secondo quanto di progetto;
- * Verifica preliminare delle caratteristiche tecniche dei materiali da installare;
- * Verifica delle caratteristiche tecnico/costruttive delle palificazioni e loro verniciatura.
- * Verifica delle caratteristiche tecnico/prestazionali del Quadro Elettrico con regolatore
- * Controllo dell'idoneità dello stato degli isolanti degli involucri e dalla loro integrità e sono risultati adeguati;
- * Verifica a campione dell'esistenza di contrassegni, etichette identificatrici, marchi e certificazione dei materiali;
- * Verifica dell'esistenza e consistenza meccanica dei collegamenti impianto di dispersione a terra;
- * Verifica a campione la sfilabilità dei conduttori e delle dimensioni dei tubi di nuova installazione;
- * Controllo della sezione minima dei conduttori e dei colori distintivi dove sono stati rispettati il colore Azzurro per il conduttore di neutro e Giallo/Verde per il conduttore PE;
- * Verifica dell'esistenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e comando;

- * **Involucri**: si devono verificare che le parti attive collocate all'interno di custodie aventi un grado di protezione non inferiore a IPXXB (non accessibile al dito di prova).
- * Le superfici separatrici orizzontali delle custodie hanno un grado di protezione minimo non inferiore IPXXD (non accessibile al dito di prova).
- * Verifica delle tavole progettuali che siano state aggiornate come da Capitolato Speciale d'Appalto.

b. PROVE STRUMENTALI

Le verifiche strumentali dovranno essere effettuate con strumento omologato per le verifiche di Legge, con lo scopo di sincerarsi che tutte le apparecchiature o gli elementi che costituiscono la sicurezza siano efficienti:

- Verifica del valore della resistenza di terra;
- Verifica del livello d'isolamento dell'impianto;
- Verifica dell'efficienza dello scatto degli interruttori automatici differenziali del Quadro Elettrico esistente;
- Verifica della continuità del conduttore PE

→ **Verifica della misura della resistenza di terra**

- **Scopo della prova:**

Accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto di terra.

Infatti per la protezione contro i contatti indiretti le Norme stabiliscono che l'impianto di terra deve essere dimensionato affinché la sua resistenza di terra R_t sia tale da soddisfare la condizione

$R_a I_a \leq 50V$ per sistemi TT in oggetto, dove:

R_a = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

I_a = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

- **Modalità della prova:**

La misura della resistenza di terra deve essere effettuata sempre nelle condizioni di ordinario funzionamento del sistema disperdente.

Questa misura, non assicurandoci la possibilità di usare picchetti ausiliari, viene eseguita con sistema a due fili, collegando lo strumento al nodo principale di terra e con il conduttore di neutro.

Dalla verifica eseguita si potrà affermare che l'esito della prova in oggetto è positivo e la relazione prescritta dalle Norme CEI 64.8 art. 714.311 sia soddisfatta ai fini della protezione da contatti indiretti.

→ **Verifica del tempo di scatto degli interruttori differenziali**

- **Scopo della prova:**

Effettuare la verifica funzionale degli interruttori automatici differenziali ed accertare eventuali anomalie d'intervento dovute a difetti di fabbricazione del dispositivo, deterioramento di quelli esistenti, oppure installazione errata, errori di collegamento e situazioni circuiteriali particolari.

- Modalità della prova:

Si esegue un collegamento tra conduttori attivi a valle del dispositivi differenziale e le masse.

La corrente differenziale I_d alla quale il dispositivo differenziale funziona non deve essere superiore alla corrente differenziale nominale I_{dn} .

Per le misure viene prodotto un impulso pari alla corrente d'intervento nominale I_{dn} , ad ogni misura l'interruttore deve intervenire nel caso di collegamento di protezione corretta.

I tempi d'intervento massimi ammessi in funzione alla corrette di prova sono i seguenti:

I_{dn} deve intervenire entro i 0,3 S

2 I_{dn} deve intervenire entro i 0,15 S

5 I_{dn} deve intervenire entro i 0,04 S

Delle prove eseguite si dovrà consegnare una dettagliata relazione.

- Conformità della prova:

Dalla misura effettuata si potrà affermare che l'esito della prova in oggetto sia positivo, ed in generale i tempi d'intervento siano rispettati assicurando la giusta protezione da contatti indiretti ed associata all'impianto di terra, ottemperando la relazione

$$R_a I_a \leq 50 V \quad \text{dove:}$$

R_a = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

I_a = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

ai fini della protezione da contatti indiretti secondo le Norme CEI 64.8 Art. 714.413 per sistemi TT.

→ **Verifica dell'esatto coordinamento da Cto-Cto e sovraccarico (Norme CEI 64.8 Art. 443 e Art. 444)**

Si dovrà verificare che tutte le condizioni affinché siano state rispettate le condizioni delle Norme CEI 64.8 Sez. 714 ai fini della protezione da Cto-Cto e sovraccarico.

- Protezione da sovraccarico (Art. 433.2)

Si dovrà ottemperare la seguente relazione

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 \times I_z \quad \text{dove:}$$

I_b = corrente d'impiego della conduttura

I_z = portata del conduttore

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

- Protezione da Cto-Cto (Norme CEI 64.8 art. 444.3):

Per una corretta installazione a protezione da Cto-Cto si dovrà verificare la seguente condizione:

$$(i^2t) < K^2 S^2 \quad \text{dove:}$$

(i^2t) = energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il Cto-Cto

K = è il fattore che dipende dal tipo di condutture (Cu o Al) e dal tipo d'isolamento (integrale di Joule)

S = la sezione di fase del conduttore

→ Verifica del livello d'isolamento verso terra

- Scopo della prova:

Verificare che la resistenza d'isolamento dell'impianto sia conforme a quanto previsto dalle Norme CEI 64.8 Art. 714.311. La misura d'isolamento deve essere condotta tra ogni conduttore attivo e la terra (durante questa prova tutti i conduttori attivi possono essere connessi tra di loro).

- Modalità della prova:

Le prove vanno eseguite ad impianto sezionato e con tutti gli utilizzatori scollegati (o sezionati).

La tensione deve essere applicata per il tempo necessario a rendere stabile la lettura.

La prova avrà un esito positivo quando nel caso in oggetto i valori realizzati non siano inferiori a 0,5 MΩ con tensione di prova di 500V.

→ Verifica della caduta di tensione

In conformità alla Norma CEI 64.8 Art. 714.525 si dovrà provvedere alla verifica del livello della caduta di tensione che dovrà essere sempre contenuto entro il limite del 5% sia a livello di linee che alimentano i singolo circuito luce che i circuiti F.M

9 – PIANO DELLA SICUREZZA

L'opera in appalto è soggetta al Decreto Legislativo 9 aprile 2009, n° 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Comunque a tali lavoratori impiegati nell'opera si

richiedono le condizioni di sicurezza minime da rispettare sancite dal Decreto n° 81/2008 e più precisamente:

- Ogni lavoratore incaricato alle lavorazioni di manutenzione predittiva dovrà utilizzare attrezzature di lavoro o dispositivi di protezione individuali (D.P.I.) forniti dal datore di lavoro in modo adeguato e sicuro.
- Ogni lavoratore incaricato alle lavorazioni di manutenzione predittiva dovrà utilizzare dispositivi di protezione individuale conformi alle Normative vigenti ed adeguarsi ai rischi da prevenire.
- Utilizzare attrezzature adeguate al lavoro da svolgere, idonei al fine della sicurezza e costruiti secondo le Norme di Legge.
- Installare e utilizzare attrezzature secondo le istruzioni del fabbricante.
- Utilizzare le attrezzature secondo l'uso per cui sono state costruite.

Il datore di lavoro dovrà fornire al personale incaricato alla manutenzione le attrezzature e i mezzi idonei allo svolgimento di detto servizio e più precisamente:

- Controllare che le attrezzature di lavoro siano munite di dispositivo di arresto e di emergenza, se ciò è appropriato a funzionare rispetta i principi dell'attrezzatura di lavoro.
- Verificare se i dispositivi di arresto e di emergenza che svolgano funzioni di allarme, siano ben visibili e comprensibili senza indurre in errore.
- Verificare che le attrezzature che presentano pericoli causati da caduta o proiezioni di oggetti siano muniti di dispositivi di sicurezza contro tali pericoli.
- Verificare che le attrezzature che comportano pericoli dovuti a emanazione di gas, vapori liquidi, emissione di polveri, possiedano dispositivi di estrazione vicino a fonti di pericolo.
- Assicurare la giusta manutenzione delle attrezzature, utensili e mezzi.
- Mantenere in efficienza i dispositivi di protezione individuali in uso ai lavoratori mediante idonee manutenzioni, riparazioni e sostituzioni.
- Istruzione del personale all'utilizzo dei D.P.I. per gli usi previsti secondo le indicazioni di fabbrica.
- Far utilizzare i D.P.I. adeguati ai rischi da prevenire ed adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro.
- Provvedere ad informare almeno un lavoratore per ogni squadra sulle modalità di pronto soccorso.

Il datore di lavoro dovrà evidenziare e rendere partecipe il personale preposto ai lavori di ristrutturazione i fattori di pericolo e le modalità di prevenzione e più precisamente:

- contatto diretto di parti in tensione;
- contatto indiretto con parti andate accidentalmente in tensione;
- accesso ai Quadri Elettrici;
- impiego di ponteggi mobili o scale;
- utilizzo di utensili elettrici.

Resta comunque inteso che in ogni caso l'impresa sarà responsabile nei confronti dei propri dipendenti e di terzi per quanto concerne la salute e la sicurezza, sollevando da ogni responsabilità il Committente e prima dell'inizio dei lavori dovrà consegnare il proprio "piano di sicurezza" con evidenziata l'analisi dei rischi e le misure adottate per la prevenzione di eventuali incidenti.

9 – DOCUMENTAZIONI

Prima della completa messa in servizio e prima della stesura del Certificato di Regolare Esecuzione si dovranno redigere e consegnare i seguenti elaborati:

1. Tavole planimetriche dell'impianto elettrico di illuminazione As-Built in formato cartaceo e su supporto CD in formato DWG;
2. Schemi del Quadro Elettrico unifilare e multifilare con relativi certificati secondo Norme CEI 23.51 / CEI 17.13/1;8 anche su CD formato DWG
3. Fascicolo dei materiali utilizzati nell'intervento con riferimento alle Norme CEI applicabili (redatto in lingua italiana) e certificazioni delle palificazioni secondo EN 40-5
4. Manuale d'uso e manutenzione dei Quadri Elettrici con regolatori di tensione e moduli allarmi con relativa certificazione secondo Norme CEI 17.13/1 (redatto in lingua italiana);
5. Redazione del manuale "sorveglianza e manutenzione" dell'impianto elettrico con validità di 36 mesi, con indicato in senso cronologico gli interventi da effettuarsi (su supporto CD)
6. Relazione tecnica attestante le misure effettuate nell'ambito delle Norme CEI 64.14 dove dovrà essere evidenziato:
 - Valore della resistenza di terra "Rt"
 - Valore del livello di isolamento "R iso"
 - Caduta massima della tensione fondo linea
 - Misure adottate per la protezione da contatti diretti
 - Misure adottate per la protezione da contatti indiretti
 - Valore del tempo di intervento degli interruttori e relè differenziali
 Tali valori dovranno essere raccolti su scheda con evidenziato la registrazione di tali valori in ogni anno solare

21 – GARANZIA

La ditta aggiudicataria ha l'obbligo di garantire per **24 mesi** tutte le opere realizzate sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia per il regolare funzionamento, a partire dalla data del certificato di collaudo definitivo.

Pertanto fino al termine di tale periodo, la ditta aggiudicataria dovrà riparare a sua cura e spese, nessuna esclusa, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero verificare per effetto della non buona qualità dei materiali e per il difetto di montaggio o funzionamento e comunque per cause attribuibili ad essa.

La garanzia degli impianti, non può essere riversata sulle ditte fornitrici dei materiali o delle apparecchiature sulle quali, eventualmente, la ditta aggiudicataria si potrà rivalere.

Il Progettista