



# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

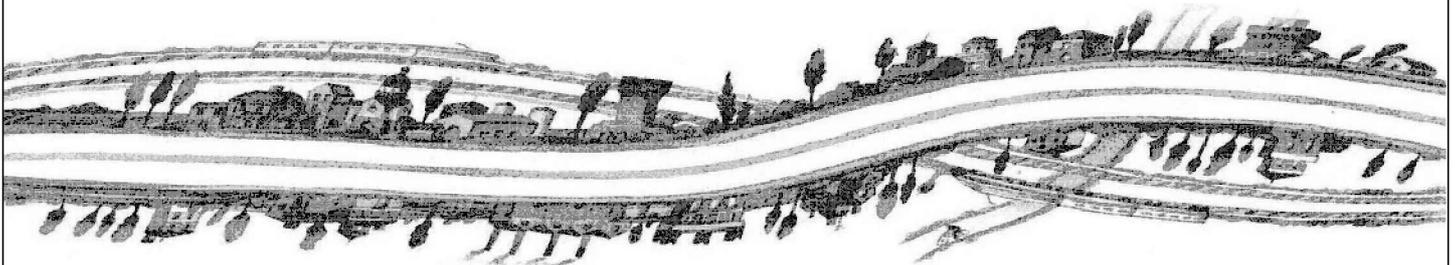
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V31 - SOTTOVIA SC SELVABELLA

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE



IL PROGETTISTA

PIACENTINI INGEGNERI S.r.l.  
Ing. Luca Piacentini  
Albo Ing. Bologna n° 4152



RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pattuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	Emissione				Manfredini	Piacentini	Salsi		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
1887	PD	0	V31	VCS31	0	SD	RT	02	A	-

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
2.1. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64-8 – SEZ. 714 .....	4
<b>3. DATI TECNICI IMPIANTO.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI IMPIANTI.....</b>	<b>9</b>
4.1. TUBI PROTETTIVI .....	9
4.2. CAVI E CONDUTTORI .....	10
4.3. APPARECCHI ILLUMINANTI .....	10
4.4. CASSETTE DI SEZIONAMENTO O DERIVAZIONE .....	12
4.5. BLOCCHI DI FONDAZIONE E POZZETTI DI DERIVAZIONE .....	12
4.6. QUADRI ELETTRICI ILLUMINAZIONE .....	13
4.7. FOTOCELLULA CREPUSCOLARE .....	15
4.8. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI .....	15
4.9. TIPOLOGIA DELLE LAMPADRE.....	17
<b>5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>18</b>
5.1. ILLUMINAZIONE E SOLLEVAMENTO ACQUE SOTTOVIA VIA S.C. SELVABELLA (OPERA V31) .....	18
5.2. NOTE RELATIVE A MARCHE COMMERCIALI .....	21
<b>6. VERIFICHE.....</b>	<b>21</b>
6.1. ESAME A VISTA .....	21
6.2. PROVE STRUMENTALI.....	22

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustrativa ha per oggetto la descrizione tecnico-funzionale dell'impianto di illuminazione pubblica a servizio del sottovia di via S.C. Selvabella (Opera V31) nell'ambito dell'autostrada regionale Cispadana.

Il progetto definitivo individua compiutamente tutto ciò che concerne la concezione del sistema impiantistico in oggetto, i dati progettuali, gli standard qualitativi delle apparecchiature e tutto quello che riguarda i percorsi di tubazioni e cavidotti impianti elettrici, nonché l'ubicazione delle apparecchiature previste per la realizzazione degli impianti di illuminazione di progetto.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e funzionali dell'area interessata all'intervento sia rispettando le specifiche tecniche costruttive degli enti distributivi e delle prescrizioni derivate dai vari enti locali.

Per quanto riguarda i calcoli di dimensionamento illuminotecnico e delle condutture di alimentazione Vi rimandiamo ad altri due fascicoli specifici allegati al progetto esecutivo impianti tecnici.

Gli impianti interessati all'intervento e quindi definiti dalla presente relazione sono i seguenti:

- impianto distribuzione elettrica illuminazione pubblica;
- apparecchi di illuminazione pubblica (stradale);
- impianti di messa a terra ed organo disperdente di terra.

L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione è quello di assicurare a chiunque vi transiti, durante le ore serali e notturne, un'adeguata performance e comfort visivo, nonché un senso di sicurezza. Ciò si ottiene, quando l'illuminazione rende possibile al conducente di un'autovettura una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo il percorso con particolare riferimento agli attraversamenti pedonali e/o alle aree di passaggio.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale e/o un raccordo tra due strade e/o un sottovia può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- zone di intersezione o attraversamento;
- zone di diversione o uscita;
- zone di immissione.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione pubblica sono le seguenti:

- livello di illuminamento sulla strada;
- uniformità nella distribuzione dell'illuminamento sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento;
- resa di colore adeguata.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada da calcolare.

Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto fornirà obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di illuminamento e di uniformità;
- la luce possederà un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato;
- utilizzo di corpi illuminanti adeguati con lampade aventi una resa di colore adeguata in base all'area presa in oggetto e con ottiche CUT-OFF tali da rispettare le prescrizioni della normativa UNI 10819 e leggi regionali riguardanti la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

In particolare si evidenziano gli impianti tecnici previsti nella presente opera:

- Impianto illuminazione pubblica stradale del sottovia.
- Cavidotti in PEHD flessibile a doppia parete e relativi pozzetti per la posa dei cavi di illuminazione.
- Quadri elettrici di illuminazione.
- Vani in armadi per predisposizione punti di consegna enti distributori.
- Condotture elettriche per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione.
- Armature ed altri apparecchi definiti a progetto.
- Impianti di terra e collegamenti equipotenziali (dispersori verticali e corda di rame nuda).
- Allacci, muffole, collegamenti ed oneri di completamento impianti come evidenziato sugli elaborati allegati al progetto e come descritto nella presente relazione generale.
- Oneri di messa in servizio e documentazioni as built, certificazioni e dichiarazioni impresa esecutrice.

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati, sono stati progettati e dovranno essere costruiti in osservanza a quanto dettato dal recente D.M. 37/08. In particolare tutti i componenti e i materiali utilizzati per adeguare l'impianto saranno completi di Marcatura CE richiesto, o comunque certificati a catalogo dal costruttore (marchio IMQ).

Gli stessi presenteranno caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione e saranno conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare alle Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici.

La normativa di riferimento è riportata nell'elaborato:

PD\_0\_000\_00000\_0\_GE\_KT\_01 - ELENCO NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Tutti i materiali e gli apparecchi previsti negli impianti di illuminazione esterna a progetto sono idonei all'ambiente in cui sono installati e presenteranno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Nella progettazione, per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, si è tenuto inoltre conto delle particolari norme dettate dalle competenti autorità locali e/o nazionali quali:

- prescrizioni di Autorità Locali e dei VV.F.,
- prescrizioni e indicazioni dell'azienda distributrice dell'energia elettrica (AEM – ENEL A2A),
- prescrizioni e indicazioni della TELECOM,
- disposizioni dell'ufficio I.S.P.E.S.L. del luogo,
- disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro.

## 2.1. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64-8 – SEZ. 714

### a) Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64-8 - Art. 714.412)

La Norma CEI 64-8 Sez. 714 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 - Art. 714.413)

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1.000 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 dotare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1.000 V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4.000 V.
- 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:

$$R_a I_a \leq 50 \text{ V}$$

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).

secondo le Norme CEI 64.8 Art. 413.1.4.2

**c) Resistenza d'isolamento verso terra (Norme CEI 64-8 - Art. 714.311)**

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

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

$U_o$  = 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** (cautelativo).

**d) Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - Art. 714.525)**

Secondo le Norme CEI 64.8 Sez. V2 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione misurata sul Quadro di alimentazione, ma nello specifico caso tale valore non dovrà essere superiore al 2,5% per consentire eventuali ampliamenti.

**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) Altezza minima degli impianti sulla carreggiata**

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 6 m.

Altezze minori possono essere adottate in casi particolari, previo autorizzazione del proprietario della strada.

**g) Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne**

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

- 1 m di conduttori di classe 0 e 1;
- $3 + 0,015U$  m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

### 3. DATI TECNICI IMPIANTO

Località:	Comune di Finale Emilia in provincia di Modena
Altitudine:	AC1 (< 1.000 m s.l.m.)
Temperatura ambiente (Min/Max):	AA4 (-10°C / +40°C)
Umidità relativa:	AB4 (5 – 95 %)
Tipo di impianto:	illuminazione pubblica
Presenza di sostanze corrosive:	gas scarico automezzi
Sistema dell'impianto servizio normale:	TT
Tensione consegna ENEL:	400/230 Vca – 230Vca
Icc presunta nel punto di consegna ENEL:	< 6 kA
Potenza assorbita di progetto:	vedi elaborati di progetto

#### Dati generali per la distribuzione

Caduta di tensione massima norma:	5% dal punto di consegna
Caduta di tensione massima progetto:	2,5% da punto consegna
Sezione minima conduttori unipolari:	6 mm <sup>2</sup>
Sezione derivazione apparecchio:	2x2,5 mmq
Grado di isolamento minimo conduttori:	600/1000V
Grado di protezione minimo apparecchi:	IP65
Grado di protezione minimo impianto:	IP44
Apparecchi illuminanti:	Classe II
Distribuzione elettrica:	in cavidotto interrato
Derivazione da dorsale:	muffola stagna in pozzetto

#### Dati generali quadri BT

Tensione di esercizio:	400/230 Vca
Grado di protezione quadri interni (norme IEC):	> IP31
Grado di protezione quadri esterni (norme IEC):	> IP44
Tensione di esercizio ausiliari:	24-110-230 Vca
Categoria di impiego teleruttori carichi induttivi:	AC3
Categoria di impiego teleruttori carichi resistivi:	AC1
Forma costruttiva:	1
Potere di interruzione:	da 6 a 10 kA
Spessore minimo delle carpenterie:	20/10
Ingresso dei cavi:	dal basso

*Dati generali per la distribuzione*

- Caduta di tensione massima sulle linee di alimentazione utenze

(F.M.): 4 % dal punto di consegna

(illuminazione): 5 % dal punto di consegna (ridotto al 2,5%).

- Sezione minima conduttori: 1,5 mm<sup>2</sup> per le derivazioni sui circuiti illuminazione; 2,5 mm<sup>2</sup> per le linee di F.M..

- Grado di isolamento minimo conduttori: 450/750 V per conduttori posati entro canalizzazioni in PVC; 600/1000 V per conduttori posati entro canalizzazioni metalliche e posti a vista o in cunicolo e/o cavidotti interrati.

- Grado di protezione minimo per l'esterno: IP55 / IP65.

- Altezze di posa apparecchiature: come riportato nella tavola tipici allegata al progetto e nel rispetto delle normative vigenti.

#### 4. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI IMPIANTI

---

Tutte le forniture dovranno avere le caratteristiche tecniche richieste dal progetto definitivo dettagliatamente descritte nell'Elenco Prezzi Unitari, dalla 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.*

##### 4.1. TUBI PROTETTIVI

---

Dovranno essere in polietilene rigido o flessibile della serie pesante, di colore rosso, rispondenti alle Norme CEI 23-8 e tabella UNEL 3118, con prova allo schiacciamento non inferiore a Kg 200/dim., tipo RK15/200 per tutti gli impianti interrati. Le tubazioni interrate flessibili saranno del tipo a doppia parete con interno liscio ed esterno corrugato.

Non sono ammesse in ogni caso, tubazioni con diametro interno inferiore ai 50 mm; l'impiego di curve stampate prefabbricate e di derivazione a "T" e/o giunzioni non ispezionabili. Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite solamente mediante apposite cassette di derivazione (se con tubi a vista) ed entro pozzetti per i cavidotti interrati.

Le lunghezze e le dimensioni dovranno essere verificate all'atto dell'installazione in modo da assicurare, in ogni caso, una agevole sfilabilità dei conduttori. Il coefficiente di riempimento dei tubi non dovrà superare lo 0,6. I cavidotti devono essere posati con cura su un letto di sabbia e debitamente ricoperti di magrone come da tipici allegati al progetto.

I tubi portaconduttori in Fe-Zn da impiegare all'esterno dovranno essere dotati di marchio IMQ, fissati sulla struttura muraria con collari ogni 600/700 mm. L'impianto dovrà assicurare un'eccellente continuità di terra e con grado di protezione IP65, specialmente in occasione del collegamento tubo / scatola.

## 4.2. CAVI E CONDUTTORI

---

- I cavi da impiegare negli impianti d'illuminazione pubblica lungo le tubazioni interrato dovranno essere del tipo FG7(O)R o FG7R 600/1.000 V in esecuzione unipolare o multipolare e posati entro tubazioni in PVC interrate e del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II e 20-37.
- Per il cablaggio delle apparecchiature contenute nel quadro elettrico si potranno utilizzare conduttori N07V-K del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II.
- Per il conduttore di terra si utilizzerà il tipo N07V-K isolato di colore Giallo/Verde inserito all'interno delle tubazioni in PVC interrate oppure a vista per la realizzazione della connessione equipotenziale.
- Per le derivazioni dalla linea principale ai singoli apparecchi illuminanti dovranno essere utilizzati cavi multipolari del tipo H07RN-F sempre in esecuzione interrata o entro tubazioni e palificazioni.

## 4.3. APPARECCHI ILLUMINANTI

---

Tutti gli apparecchi illuminanti impiegati dovranno rispondere alle Norme CEI 34-21 ed avere un grado di protezione minimo IP55 / IP65 e certificati al fine della prevenzione dell'inquinamento luminoso, secondo la L.R. dell'Emilia Romagna n° 19/2003 ed in particolare dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- Corpo in fusione di alluminio comprensivo da vano ausiliari come reattore, accenditore e condensatore di rifasamento con grado di protezione IP55;
- Ottica in alluminio purissimo cut-off anabbagliante con rendimento non inferiore all'80% con diffusione prevalentemente trasversale;
- Vetro di chiusura piano in grado di assicurare al gruppo ottico un grado di protezione IP66.

Alla fine dei lavori, se verranno installati apparecchi e/o curve illuminotecnici diverse da quelle implementate nella relazione di calcolo illuminotecnico allegato al progetto, dovrà essere ripresentato, in allegato alla documentazione as built, un nuovo calcolo illuminotecnico, prendendo in considerazione le caratteristiche fotometriche degli apparecchi illuminanti effettivamente forniti.

Tali calcoli saranno redatti dall'impresa costruttrice, confermando le caratteristiche dei corpi illuminanti e la loro rispondenza e/o conformità alla L.R. dell'Emilia Romagna n° 19/2003

Tale considerazione risulta valida per tutte le installazioni poste all'esterno. Particolari esigenze saranno evidenziate nelle tavole progettuali e sugli altri allegati progettuali.

In particolare saranno adottati i seguenti apparecchi illuminanti con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

Apparecchi illuminanti stradali approvati dalla direzione lavori ed in grado di garantire requisiti illuminotecnici non inferiori a quanto previsto nel capitolato di gara per la realizzazione di impianti di Pubblica Illuminazione per lampade ai vapori di sodio ad alta pressione da 150W con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

- Corpo completamente in pressofusione d'alluminio verniciato a polveri epossidiche completo filtro di ventilazione in goretex.
- Sistema ottico completamente stagno IP 66 composto da ottica in alluminio satinato e portalamпада.
- Il vano ottico deve rimanere inaccessibile ed isolato anche durante le operazioni di manutenzione.
- Schermo di chiusura in vetro in grado di garantire una Intensità < 0.49 cd a 90° quando installato parallelo al terreno.
- Sistema di apertura a cerniera con gancio anteriore in acciaio inox, molla interna per il blocco del coperchio durante la manutenzione con funzione antiribaltamento quando aperto
- Montaggio su staffa a muro con controdadi di bloccaggio antivibrazione che impediscono l'allentamento del apparecchio una volta installato.
- Gruppo in alimentazione asportabile senza utensili in involucro in polipropilene, completo di microinterruttore di sezionamento, chiave per prova in loco e morsetti di connessione all'alimentazione del tipo a presa/spina.
- L'apparecchio deve essere in grado di garantire almeno un rapporto interdistanza/altezza superiore a 4H nelle condizioni di progetto e nel rispetto delle prescrizioni illuminotecniche previste dalla Norma UNI 10439 per categoria illuminotecnica Me3a.
- Resistenza agli urti pari a IK 08
- Grado di protezione IP66 vano ottico e vano alimentazione.
- Classe II
- Temperatura ambiente TA fino a +35°C
- Marchio di conformità ENEC

#### **4.4. CASSETTE DI SEZIONAMENTO O DERIVAZIONE**

---

Le cassette dovranno essere del tipo prescritto a progetto e dovranno essere fornite e poste in opera corredate di tutta la necessaria apparecchiatura interna, morsetti di linea o di derivazione, bullone per la messa a terra, basi portafusibili, fusibili di adeguata taratura, tali da fornire le migliori garanzie di sicurezza elettrica e meccanica. Le eventuali cassette poste sotto il piano stradale e nei pozzetti, dovranno essere sempre miscelate o paraffinate. I pressacavi d'entrata nelle cassette, dovranno garantire l'assoluta impermeabilità all'acqua.

Per la sospensione dei conduttori e degli organi illuminanti, sarà impiegata una fune di acciaio zincato a formazione spirale del diametro minimo di 6 mmq, con una carico di rottura non inferiore a 60 Kg/mmq.

Per la posa in opera delle funi di acciaio, saranno impiegati ganci a muro, tenditori, morsetti, clips, salvacorda ed ogni altro accessorio di montaggio o fissaggio che risultasse necessario per rendere l'opera estremamente sicura e funzionale. Tutti gli accessori di fissaggio dovranno essere zincati a fuoco.

#### **4.5. BLOCCHI DI FONDAZIONE E POZZETTI DI DERIVAZIONE**

---

La carpenteria contenente le apparecchiature elettriche ed il container contenente il generatore diesel, saranno muniti del relativo blocco di fondazione realizzato in cls, le dimensioni di tali blocchi saranno proporzionali alle caratteristiche delle apparecchiature, come evidenziato dalle tavole progettuali.

La dosatura dei calcestruzzi, sarà stabilita di volta in volta dalla D.L., per mancanza di prescrizioni particolari e/o se non specificato nella relazione di calcolo allegata al progetto, dovrà, come minimo, essere la seguente:

- per ogni mc: ghiaia mc. 0,800
- per ogni mc: sabbia mc. 0,400
- per ogni mc: cemento Kg 200 tipo 325
- per ogni mc: acqua litri 120/150.

I blocchi di fondazione, saranno di forma parallelepipedo monolitica. Per maggiori dettagli si rimanda al calcolo di dimensionamento compreso nel progetto edile.

In tali blocchi di fondazione, saranno previsti, ove necessario, i fori di canalizzazione dei cavi elettrici e della corda di messa a terra.

I pozzetti dei cavidotti saranno muniti di chiusino a coperchio in ghisa su strada, ovvero in ferro lavorato o in cls armato, a giudizio della D.L. sui marciapiedi o simili (vedi tavola di particolari costruttivi).

#### 4.6. QUADRI ELETTRICI ILLUMINAZIONE

---

Viene prevista, per ogni punto di utenza, la fornitura e posa in opera di un quadro per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione, alimentato direttamente dall'Ente erogatore di energia.

I Quadri Elettrici di comando e protezione da adottare nell'impianto di Illuminazione pubblica avranno le caratteristiche tecniche e prestazionali tipiche qui di seguito descritte. L'esatta taratura delle varie apparecchiature sono invece rilevabili dagli schemi elettrici allegati al progetto.

Il quadro sarà costituito da una robusta carpenteria componibile per installazione su piedistallo fissato su basamento in CLS, con grado di protezione IP65 ; questa consente l'installazione di tutta la gamma degli interruttori scatolati e modulari.

La struttura è in vetroresina rinforzata(SMC) (per dimensioni e composizione vedi schemi quadri e particolari costruttivi allegati al progetto).

##### a) **Caratteristiche generali del Quadro Elettrico**

- Telaio portante in acciaio zincato passivato;
- Circuito di controllo di tensione;
- Porta seriale RS 232 per dialogo PC per aggiornamento software apparecchiature e telecontrollo;
- Logica di gestione e future espansioni per la realizzazione del Telecontrollo costituiti da moduli in contenitori RAIL per montaggio su guida DIN;

##### b) **Caratteristiche funzionali tipiche**

L'interruttore generale sarà di tipo non automatico, quadripolare ; a monte di esso saranno installate tre spie di presenza tensione, protette da fusibili; a valle il gruppo misure di tensione di commutazione.

Nel quadro saranno presenti le seguenti partenze :

n. 2 per l'alimentazione dei proiettori, protetti da interruttori automatici magnetotermici differenziali bipolari, corredati da contattori classe AC1 potenza 15 kW ;

n. 2 per l'alimentazione dei semafori, protetti da interruttori automatici magnetotermici differenziali bipolari, corredati da contattori classe AC1 potenza 15 kW ;

n. 1 riserva;

n. 1 per l'alimentazione del sistema ATS (automatic transfer switch) che garantisce la commutazione automatica dell'alimentazione, in caso di default dell'alimentazione dalla rete pubblica, a carico del gruppo elettrogeno containerizzato ad intervento automatico installato a fianco del quadro; il sistema ATS garantirà l'alimentazione alle seguenti partenze:

n. 1 per l'alimentazione del quadro di comando e controllo delle due pompe di sollevamento delle acque meteoriche, installate all'interno della vasca di raccolta, protetta da interruttore automatico magnetotermico quadripolare;

n. 1 per l'alimentazione dei circuiti ausiliari interni al quadro, protetta da due interruttori automatici magnetotermici bipolari con interposto trasformatore 230/110 V.

I circuiti di illuminazione saranno asserviti ad un interruttore elettronico di tipo crepuscolare, il cui funzionamento è basato sulla variazione del livello di illuminamento solare.

Il funzionamento delle pompe di sollevamento è regolato da appositi sensori che rilevano le condizioni atmosferiche, nonché sensori che controllano il livello dell'acqua nella vasca di raccolta.

Il funzionamento dei semafori, che in condizioni di normale funzionamento sono accesi con luce verde, è regolato in funzione dei rilievi dei sensori relativamente al livello dell'acqua nella vasca di raccolta.

Tutti gli interruttori installati nel quadro sono predisposti per l'interfacciamento al sistema di telecontrollo ; a tale scopo i segnali di stato e di allarme sono stati riportati su apposite morsettiere.

Pertanto sarà possibile, attraverso il sistema di telecontrollo, la gestione del quadro da postazione remota.

#### 4.7. FOTOCELLULA CREPUSCOLARE

Il quadro elettrico verrà comandato in accensione e spegnimento tramite l'adozione di Fotocellula crepuscolare "Infralux" idonea per un funzionamento anche sotto una lampada di Illuminazione Pubblica, in quanto tale sensore rileva solo la luce infrarossa con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

Dimensioni interruttore	3 moduli da 17,5 mm
Dimensioni rilevatore	Diametro 30 mm con sporgenza di 10 mm e filettatura M12
Alimentazione	230Vac $\pm$ 15%
Assorbimento	1VA / 250Vac
Grado di protezione	IP42 → Interruttore IP67 → Rilevatore
Temperatura di funzionamento	- 30° / + 70°
Portata del contatto NA	3A / 250V

L'apparecchio Infralux è costituito da un contenitore a 3 moduli da inserire nel Quadro di distribuzione e da una cellula ad infrarossi corredata da 1,5 m di cavo da 3x1 mmq con funzioni multiple, accessibili direttamente sul frontalino:

- marcia forzata;
- marcia permanente;
- marcia temporizzata;
- spegnimento automatico reimpostato;
- regolazione della soglia di commutazione da 4/10 lux.

I differenti orientamenti del rilevatore nell'installazione, il suo occultamento tra il fogliame, eventuali variazioni di pulizia del sensore non hanno influenza sugli istanti di commutazione.

#### 4.8. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI

- I quadri elettrici in lamiera o in fibra di vetro dovranno essere in rispondenza alle CEI 17-13 e CEI 70-1 con un grado di protezione almeno IP 55, completi di portella di chiusura ed apribile a mezzo di attrezzo a chiave.
- La struttura e le portelle quando prevista in metallo dovranno essere verniciate con doppia verniciatura antiruggine previo decapaggio, stuccatura, carteggiatura, fosfatizzazione e seguirà verniciatura con vernici alla nitrocellulosa o epossidiche, colore a scelta del committente.

- La struttura sarà realizzata con una intelaiatura in profilo d'acciaio e pannelli in lamiera autoportante modulare.
- Minuteria e bulloneria saranno composte a trattamento galvanico in cadmiatura o passivazione.
- La disposizione delle apparecchiature sui pannelli del quadro dovrà essere fatta in modo che il fronte pannello risulti ordinato e sia immediato il reperimento dei vari comandi.
- Per quanto possibile dovrà essere rispettata la disposizione delle apparecchiature e degli strumenti indicati nei disegni allegati al progetto e si dovrà tenere conto delle necessità dell'esercizio e della manutenzione.
- Deve pertanto essere assicurato un comodo e facile accesso a tutte le apparecchiature e gli strumenti montati sul quadro. Particolare cura dovrà essere posta all'accessibilità delle parti di più frequente ispezione, come fusibili, relè, interruttori, ecc..
- L'accesso delle apparecchiature interne del quadro deve del resto tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente in contatti con parti sottotensione.
- Tutte le connessioni sulle corde isolate dovranno essere eseguite con capicorda applicati a pressione con apposite pinze oleodinamiche.
- Tutti i collegamenti ausiliari e quelli agli strumenti di misura dovranno essere eseguiti con fili di rame isolati con materiale termoplastico con tensione nominale da 450/750V.
- Non è ammessa la connessione diretta agli organi di comando di più di un conduttore per fase.
- Ogni conduttore dovrà essere contrassegnato con scritte indelebili e tale identificazione riportata sugli schemi elettrici.
- Dovranno essere previsti sul quadro appositi spazi per eventuali ampliamenti futuri del quadro, il 20% dello spazio frontale dovrà essere riservato ad eventuali ampliamenti.
- Tutti i circuiti ausiliari per comandi, segnalazione o misure che entrano od escono dal quadro, dovranno fare capo ad una apposita morsettiera di tipo componibile in melanina di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo. Le morsettiere dovranno portare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene.

#### 4.9. TIPOLOGIA DELLE LAMPADE

Le lampade da impiegare negli impianti di pubblica illuminazione oggetto dell'intervento dovranno essere necessariamente a scarica al Sodio Alta Pressione con rendimenti superiori ai 100 lumen / Watt con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

<b>Potenza</b>	<b>Flusso luminoso</b>	<b>Autoconsumo</b>	<b>Attacco</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tonalità</b>
70W	6.000 lumen	< 10 W	E27	tubolare	3.300 °K
100W	10.500 lumen	12W	E40	tubolare	2.050°K
150W	14.000 lumen	18W	E40	tubolare	2.050°K
250W	33.000 lumen	30W	E40	tubolare	2.050°K
400W	55.000 lumen	48W	E40	tubolare	2.050°K
600W	85.000 lumen	72W	E40	tubolare	2.050°K

## 5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

### 5.1. ILLUMINAZIONE E SOLLEVAMENTO ACQUE SOTTOVIA VIA S.C. SELVABELLA (OPERA V31)

#### a) Dati di base

Il sottovia in oggetto, con lunghezza di 49 m circa, è inserito in una viabilità classificata come “strada extraurbana secondaria” e quindi previo l’analisi dei rischi si sono assegnati i seguenti parametri illuminotecnici secondo le Norme UNI 11248 e EN 13201-2

	<b>Viabilità</b>	<b>Sottovia</b>
→ Categoria illuminotecnica	ME3a	CE2
→ Luminanza	1 cd/m <sup>2</sup>	
→ Illuminamento		20 lux
→ Uniformità U <sub>o</sub>	40%	40%
→ Uniformità U <sub>L</sub>	70%	
→ Fattore di contrasto	TI%=15	TI%=10

Detti valori si intendono come parametri minimi mantenuti e quindi i valori iniziali dovranno tener conto di un fattore manutentivo dello 0,8 che comprende il degrado naturale delle sorgenti luminose.

Nelle ore di minor traffico veicolare serale/notturno è previsto come da Legge 19/2003 della Regione Emilia Romagna e dalle Norme UNI 11248 una riduzione della classe illuminotecnica conservando il grado di uniformità di progetto.

#### b) Punto di consegna energia

Per l’alimentazione del nuovo impianto di illuminazione è previsto un nuovo punto di consegna energia con potenza contrattuale di 12,0 kW – 400 V con gruppo di misura da collocarsi all’interno del vano utente ricavato nel quadro elettrico generale.

Nel punto di allaccio ente distributore è prevista l’esecuzione delle seguenti opere:

- Formazione di bauletto in cls da 1500x1.000x1.000mm per la posa e fissaggio dell’armadio quadro elettrico illuminazione con n° 1 pozzetto di derivazione in cls da 600x600x800mm (fondo libero) a servizio dell’utente e di un pozzetto 500x500x600 mm per arrivo allaccio ente distributore completi di chiusini in ghisa sferoidale carrabile e connessi al bauletto con tubi in PEHD a doppia parete aventi diametro da Ø 110 mm serie pesante (vedi particolari costruttivi).
- Quadro elettrico realizzato con armadio in poliesteri rinforzato in fibra di vetro da 1.600x700x450 mm in esecuzione a tre vani (2 vani utente + gruppo di misura) con portelle di chiusura dotate di

serratura a chiave unificata "12/21". Tale contenitore (sezioni utente) conterrà anche il gruppo di commutazione automatica rete-gruppo (ATS) e tutti i circuiti di alimentazione illuminazione pubblica e sollevamento acque, e sarà in grado di ospitare anche alcuni interruttori di scorta oltre al generale utente (vedi schema elettrico allegato al progetto). Il quadro dovrà essere predisposto per un futuro telecontrollo attraverso modem GSM. I pannelli interni saranno in lamiera d'acciaio verniciati ed incernierati lateralmente e con viti impedibili. L'accensione dell'impianto avverrà tramite fotocellula crepuscolare ad infrarossi con le apparecchiature contenute nel quadro stesso.

- N° 2 dispersori di terra in acciaio zincato da 1.500x50x50x5 mm infisso entro pozzetti ispezionabile e pozzetti di derivazione in cls da 400x400x600 mm e/o 600x600x800 mm con chiusino in ghisa carrabile (vedi planimetria allegata al progetto).
- Corda di rame nuda 1x35 mmq che connette una serie di dispersori a sua volta connessa al nodo di terra posto nel quadro elettrico e che funge anch'essa da organo disperdente per la messa a terra degli impianti elettrici e del quadro di illuminazione per garantire una adeguata Re di messa a terra.
- Tamponatura del fondo quadro con elementi Roxtec al fine di ottenere un isolamento IP65.
- Collegamento elettrico dal gruppo di misura alla morsettiera del quadro con cavo unipolare FG7R da 4(1x4) mmq.
- Scaricatori di tensione.
- Allacci condutture in arrivo e partenza dai quadri elettrici sopra descritti nel rispetto di quanto riportato sugli schemi dei quadri stessi e sulle planimetrie ed elaborati allegati al progetto.

### c) Sviluppo degli impianti

Gli impianti di illuminazione saranno realizzati in conformità alle prescrizioni e normative vigenti precedentemente riportate. L'ubicazione dei cavidotti è rilevabile sulle tavole planimetriche allegate al progetto definitivo, con la seguente caratteristiche tecnico/costruttive:

- Formazione di scavo a sezione ristretta da 40x60 cm con fondo in sabbia vagliata e posa di 1 o 2 tubazione in polietilene PEHD a doppia parete flessibile serie pesante da Ø 110 mm (liscio internamente e corrugato esternamente), ricopertura della tubazione di un manto di magrone a protezione della stessa. Per gli attraversamenti lo scavo avrà una profondità di 110 cm(vedi dettagli allegati al progetto).
- Stesura di fettuccia bianco/rossa in PVC a 30 cm dal piano calpestio per segnalazione presenza cavidotti.
- Realizzazione di pozzetti di derivazione in cls dimensioni 400x400x600 mm (fondo libero) completo di chiusini in ghisa sferoidale carrabile C250 e connessi ad altri pozzetti e/o di distribuzione verso il quadro. Tali pozzetti andranno ad intercettare le tubazioni interrate precedentemente posate per consentire le derivazioni dalle linee principali (vedi tavole e dettagli allegati al progetto).
- Fornitura e posa di n° 2 linee di alimentazione con cavo unipolare FG7R per i circuiti da L1 a L2 connesse direttamente alla morsettiera a bordo di ogni proiettore (vedi tavole progettuali).

- Fornitura e posa di n° 6 proiettori 150W HST-MF con corpo in fusione di alluminio con ausiliari elettrici montati su piastra a doppio isolamento in esecuzione da 150 W vapori di sodio alta pressione con grado di protezione IP66. L'apparecchio dovrà essere dotato di vetro di chiusura temperato e montato in conformità a quanto previsto dalla Legge Regionale Emilia Romagna n. 19/2003 ed ottiche che dovranno avere un rendimento non inferiore all'80. L'apparecchio dovrà essere certificato dal costruttore.
- Le giunte sulle linee principali saranno eseguite con muffole isolate in gel dielettrico IP68 e dovranno essere realizzate a regola d'arte.
- Fornitura e posa di n° 6 lampade tubolari in vetro chiaro da 150 W HST-MF con attacco E40 e flusso luminoso di 14.000 lumen a 2050°K.
- Fornitura e posa in opera di gruppo elettrogeno ad intervento automatico, contenuto in container insonorizzato per esterno, dotato di serbatoio giornaliero, su basamento in cls di opportune dimensioni.
- Fornitura e posa in opera di una coppia di pompe di sollevamento, all'interno della vasca di raccolta delle acque meteoriche, aventi ciascuna la potenza di 10 kW, dotate di idoneo quadro di comando e controllo, installato sullo stesso basamento del quadro elettrico generale.

**d) Potenza installata e costi di gestione**

Per l'alimentazione degli impianti relativi all'Opera V31 (illuminazione e sollevamento acque) saranno necessarie le seguenti potenze:

Descrizione	n°	Potenza	Autoconsumo	Totale	Totale
Proiettori	6	150 W	18 W	168 W	1008 W
Semafori	2	100 W		200 W	200 W
Gruppo Pompe	1	10.000 W		10.000 W	10.000 W
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>					<b>11.208 W</b>

## 5.2. NOTE RELATIVE A MARCHE COMMERCIALI

---

Le indicazioni di tipi e 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.

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

È quindi completa responsabilità dell'Appaltatore la scelta dei singoli componenti e sarà a suo carico la sostituzione di eventuali componenti non appropriati. Prodotti non in commercio al momento dell'Appalto potranno essere sostituiti con altri di caratteristiche equivalenti, previa approvazione della D.L..

## 6. VERIFICHE

---

Prima della messa in servizio dell'impianto si dovranno eseguire le seguenti "Verifiche iniziali" e più precisamente:

### 6.1. 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 e secondo quanto di progetto.
- Controllo dell'idoneità dello stato d'isolamento degli involucri e dalla loro integrità.
- Verifica a campione dell'esistenza di contrassegni, marchi e certificazione 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.
- Verifica che i quadri siano dotati di portella di chiusura, e serratura a chiave non permettendo manovre involontarie a persone estranee.
- Verifica dell'esatta programmazione dei quadri con regolatori di tensione.
- 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 in versione as built.

## 6.2. 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
- Verifica della continuità del conduttore PE

### a) 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 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).

#### 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. 413.4.1.2 sia soddisfatta ai fini della protezione da contatti indiretti.

**b) 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 dispositivo 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 corrente 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

$R_a I_a \leq 50V$
--------------------

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).

ai fini della protezione da contatti indiretti secondo le Norme CEI 64.8 Sez. 714 per sistemi TT.

### c) Prova di continuità del conduttore PE

#### Scopo della prova

Accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE) dei conduttori equipotenziali principali (EQP) e secondari (EQS) nel sistema TT in oggetto.

La prova di continuità deve essere verificata tra i seguenti elementi:

- poli di terra delle prese a spina e collettore di terra
- masse estranee principali (tubi acqua, ecc.) e collettore di terra
- masse estranee supplementari fra loro e verso il morsetto di terra

### d) Verifica dell'esatto coordinamento da Cto-Cto e sovraccarico

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

#### Protezione da sovraccarico (Norme CEI 64.8 Art. 444.4):

Si dovrà ottemperare la seguente relazione

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

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:

$$(I_2t) < K^2 S^2$$

dove:

$(I_2t)$  energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il Cto-Cto (integrale di Joule)

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

$S$  la sezione di fase del conduttore.

**e) Verifica del livello d'isolamento (CEI 64.8 Art. 714.311)**

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 collegati.

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

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

**f) 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 4-5% di quello misurato ai morsetti di alimentazione.