



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

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

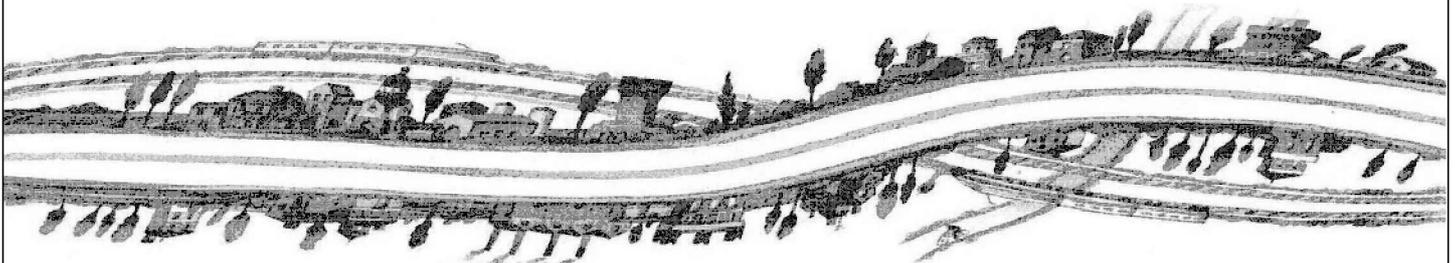
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V19 - SOTTOVIA VIA "S.ANTONIO"

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:
1703	PD	0	V19	VCS19	0	SD	RT	02	A	-

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2.1. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64-8 – SEZ. 714	4
3. DATI TECNICI IMPIANTO.....	6
4. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI IMPIANTI.....	8
4.1. TUBI PROTETTIVI	8
4.2. CAVI E CONDUTTORI	9
4.3. APPARECCHI ILLUMINANTI	9
4.4. CASSETTE DI SEZIONAMENTO O DERIVAZIONE	11
4.5. BLOCCHI DI FONDAZIONE E POZZETTI DI DERIVAZIONE	11
4.6. QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE CON REGOLATORE DI TENSIONE	12
4.7. FOTOCELLULA CREPUSCOLARE	19
4.8. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI	19
5. CONSIDERAZIONI SULL'IMPIEGO DEL REGOLATORE.....	20
5.1. IMPIEGO DEL REGOLATORE	21
5.2. DURATA DELLE SORGENTI LUMINOSE	22
5.3. TIPOLOGIA DELLE LAMPADE	23
5.4. FUNZIONAMENTO DEL REGOLATORE DI TENSIONE	24
6. RISPARMIO ENERGETICO	27
6.1. CONSIDERAZIONI GENERALI.....	27
6.2. IMPIANTI PER IL CONTENIMENTO DEI COSTI DI GESTIONE	27
6.3. VITA MEDIA DELLE LAMPADE DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE	28
6.4. VALUTAZIONE COSTI DI GESTIONE.....	29
7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	30
7.1. SOTTOVIA V19.....	30
8. VERIFICHE.....	35
8.1. ESAME A VISTA	35
8.2. PROVE STRUMENTALI.....	35

1. PREMESSA

La presente relazione illustrativa ha per oggetto la descrizione tecnico-funzionale dell'impianto di illuminazione pubblica a servizio delle intersezioni presenti sulla viabilità interferita V19 – Sottovia via "S.Antonio" 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 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.

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 delle interconnessioni tra viabilità principale e secondaria.
- Impianto illuminazione rotatorie.
- Cavidotti in PVC flessibile a doppia parete e relativi pozzetti per la posa dei cavi illuminazione.
- Quadri elettrici di illuminazione denominati QE-IP-01, QE-IP-02, QE-IP-03.
- Vani in armadi per predisposizione punti di consegna enti distributori.
- Condutture elettriche alimentazione impianto illuminazione.
- Pali di illuminazione, armature ed altri apparecchi definiti a progetto.
- Impianti di terra e di 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

Si è fatto specifico riferimento all'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:

$$Ra \cdot Ia \leq 50 \text{ V}$$

dove:

Ra = 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)

Ia = 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 espresse in kV.

3. DATI TECNICI IMPIANTO

Località:	Mirandola (MO)
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 singoli dati di consegna

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 ²
Sezione derivazione palo:	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 mm² per le derivazioni sui circuiti illuminazione; 2,5 mm² 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 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.

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 ricoperte di magrone come da tipici allegati al progetto.

I tubi portaconduttori in Fe-Zn da impiegare all'esterno dovranno essere dotati di marchio IQM, 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 tubo / scatola.

4.2. CAVI E CONDUTTORI

- I cavi da impiegare negli impianti d'illuminazione pubblica lungo le tubazioni interrate 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 bombato in grado di assicurare al gruppo ottico un grado di protezione IP66.

Alla fine dei lavori, se verranno installati apparecchi e/o curve illuminotecniche 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 e 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:

- Armatura stradale con sistema ottico variabile in grado di fornire almeno 15 differenti fotometrie per ogni tipo di lampada selezionato.
- 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 portalampada posto nella parte anteriore dell'armatura e sia regolabile in senso verticale che orizzontale per ottenere almeno 15 differenti ripartizioni fotometriche.
- Il vano ottico deve rimanere inaccessibile ed isolato anche durante le operazioni di manutenzione.
- Schermo di chiusura in vetro bombato a ridotta profondità è 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 testapalo o laterale reversibile, senza ausilio di utensili fissaggio al palo con 2 grani di fissaggio e 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 $+35^\circ\text{C}$
- 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, pali, 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 per le cassette, dovranno garantire l'assoluta impermeabilità all'acqua.

I materiali per la sospensione dei conduttori e degli organi illuminanti, sarà impiegata un 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

Tutte le palificazioni metalliche, saranno munite del relativo blocco di fondazione prefabbricato in cls, le dimensioni di tali blocchi saranno proporzionali alle caratteristiche del palo, con caratteristiche evidenziate 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 o risegati come indicato in progetto. Per maggiori dettagli si rimanda al calcolo di dimensionamento compreso nel progetto edile.

In tali blocchi di fondazione, saranno costituiti il foro per l'infissione del palo (di dimensioni leggermente superiori al diametro di base del palo stesso ed ove necessario i fori di canalizzazione dei cavi elettrici) e della corda di messa a terra. Il foro centrale, dovrà avere un fondello in cls di spessore non inferiore a cm 20. Il fissaggio del palo nel suo basamento, sarà eseguito previo perfetto appiombamento del palo stesso, con colatura a rifiuto di sabbia finissima mista a cemento nell'intercapedine tra il palo ed il foro di contenimento predisposto. Alla superficie sarà costituito uno strato di suggellatura in cls cementizio di idoneo spessore,

ovvero sarà costituito un blocchetto piramidale di opportuna dimensione, come indicato in progetto o stabilito dalla D.L..

I pozzetti, saranno integrati al plinto di fondazione. Essi 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. QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE CON REGOLATORE DI TENSIONE

Il Quadro Elettrico con "Booster" di comando, protezione e regolazione da adottare nell'impianto di Illuminazione pubblica avrà le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali tipiche qui di seguito descritte. L'esatta taratura delle varie apparecchiature sono invece rilevabili dagli schemi elettrici allegati al progetto:

Contenitore in poliestere rinforzato in fibra di vetro a doppio isolamento e grado di protezione IP55 nelle misure (per dimensioni e composizione vedi schemi quadri e particolari costruttivi allegati al progetto), aventi le seguenti dimensioni: 1610x590x350 mm

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;
- Elettronica e microprocessori per la gestione dei cicli di lavoro con componenti professionali, adatto a funzionare nel range $-20^{\circ} + 60^{\circ}$ C, per i circuiti stampati aventi piste isolate galvanicamente;
- Regolazione e stabilizzazione della tensione di alimentazione del carico con sistema statico e non a parzializzazione d'onda (la forma d'onda d'uscita dovrà essere perfettamente sinusoidale);
- Pannello di programmazione con tastiera display LCD con regolazione di contrasto;
- Interruttore automatico magnetotermico quadripolare per la protezione delle apparecchiature di potenza adeguate alla soglia del regolatore e con potere di interruzione non inferiore a 10 kA;
- Segnalazione luminosa di presenza di rete, regolatore in funzione ed intervento by-pass;
- Possibilità di scarico dati storici memorizzati dal regolatore con PC portatile o modem.

b) Caratteristiche funzionali tipiche

N° 1	interruttore automatico magnetotermico generale con bobina di sgancio con curva d'intervento "K" e potere di Cto-Cto di 10.000A per la taratura, comunque adeguata alla taglia del regolatore (taratura come da schema di progetto);
N° 1	interruttore automatico magnetotermico con curva d'intervento "D" e potere di Cto-Cto di 6.000A a protezione del Booster (taratura come da schema);
N° 1	sezionatore con fusibili di protezione dei circuiti di controllo;
N° 1	interruttore automatico magnetotermico di protezione dei circuiti ausiliari con curva "C" e potere di Cto-Cto di 6.000A da 2x10A;
N° 1	relè differenziale a riavvio automatico con la caratteristica di rilevare il guasto a terra azionando il contattore di linea, effettuando tre tentativi di ripristino nel caso di guasto transitorio, ogni 60 secondi. Dopo il terzo tentativo, interviene sulla bobina di sgancio del magnetotermico disattivando l'impianto (solo dove previsto). Campo di regolazione 0,025A / 25A con intervento ritardato da 0,03 / 25 secondi;
N° 1	sistema Booster per regolazione della tensione con sistema digitale del tipo statico (vedi schemi dei quadri elettrici) con potenza rilevabile dagli schemi elettrici;
N° 1	contattore per inserzione regolatore con carico (in funzione della potenza) e rilevabile dagli schemi elettrici;
N° 1	commutatore manuale/0/automatico;
	by-pass statico fase per fase in esecuzione no-break, in condizioni di by-pass il regolatore dovrà garantire una tensione ridotta al carico consentendo ugualmente un margine di risparmio;
N° 1	by-pass integrale a contattori e commutatore manuale;
	Riattivazione del ciclo di accensione in seguito al Black-out;
	Predisposizione per inserimento delle protezioni per le linee d'uscita;
N° 2	protezioni monofasi/trifasi contro le sovratensioni di origine atmosferiche;
	Stabilizzazione della tensione in uscita alle lampade +/- 1% con tensione a monte variabile da 200 a 245V
	Interfaccia RS232 per connessione a Modem e PC per Telecontrollo e Telegestione:
	possibilità di scarico e successiva rielaborazione su PC delle misure di tensione, corrente, potenza, fattore di potenza campionate dal regolatore
	possibilità di emulazione diretta da PC;
	display LCD per lettura in 4 lingue di tutti i parametri e misure delle apparecchiature come:

tensione a monte e a valle del regolatore di ogni fase
corrente assorbita dal carico di ogni fase
potenza attiva assorbita per ogni fase
potenza reattiva per ogni fase
fattore di potenza per ogni fase
valore ingresso e uscita analogici con:
→ memorizzazione di dati statistici mensili come:
→ ore di funzionamento in linea
→ ore di funzionamento in by-pass
→ numero dei gradini effettuati
→ numero di Black-out
→ numero di reset
→ energia assorbita
→ stabilità della tensione di rete
Impostazione dei seguenti parametri differenziati fase per fase:
- tensione di accensione, tensione a regime normale, tensione a regime ridotto, tempo di accensione, velocità rampa di salita e velocità rampa discesa;
Impostazione di alcuni parametri comuni per le fasi:
- tempo di campionamento
- allarmi standard
- allarmi personalizzati
Menù di programmazione allarmi per valori inferiore e/o superiori ai dati previsti della tensione a monte, tensione a valle, corrente assorbita, potenza attiva e $\cos \varphi$;
Regolazione di tensione per singola fase;
Parametri di allarme impostabili:
- soglia minima e massima tensione
- soglia minima e massima corrente
- scelta intervento in concomitanza di un allarme (chiamata da PC, by-pass, segnalazione)
Cicli di lavoro personalizzati.
Led di segnalazione di allarme / Led di presenza di rete
Led di segnalazione funzionamento regolare o by-pass, fase per fase
Relè d'uscita con contatti NA per:
- presenza allarmi
- due temporizzatori programmabili
- funzionamento in by-pass
Predisposizione per il collegamento ad una rete di controllo per la diagnostica e controllo

delle apparecchiature;	
Comandi possibili dall'esterno (tramite contatti puliti)	
– attivazione a regime ridotto	
– attivazione a regime normale	
– accensione/spegnimento dell'impianto	
– aumento e diminuzione della tensione d'uscita gradino per gradino	
Ingresso 4÷20mA per sonda di luminosità ad infrarossi ad infrarossi	
Completamento ed in linea di massima le uscite protette saranno (verificare le tavole progettuali):	
– interruttori automatici magnetotermici da 2x16/20/25/32A prelevati a monte del regolatore (vedi schema di progetto);	
– interruttore automatico magnetotermico da 2x16/20/25A con curva "C" e potere di Cto-Cto di 6.000A prelevati a valle del regolatore (vedi schema di progetto);	
– n° 1	morsettiera di linea del tipo componibile debitamente identificata, con riporto sullo schema definitivo;
Etichette di identificazione delle protezioni poste sulla portella interna;	
Tasca porta schema con libretto d'uso e di manutenzione.	
N° 1 contatto pulito per la forzatura degli stati;	
N° 1 modem GSM dual band ;	
Predisposizione per modulo di gestione ed alimentazione 220V / 24dc ISC;	
Modulo "LIT" per gestione allarmi e degli stati con le seguenti caratteristiche:	
– alimentazione 24V / 50-60 Hz	
– memoria RAM tamponata a 2 Kbit + 256 Kbit	
– orologio calendario con cambio automatico dell'ora legale	
– oscillatore al quarzo per orologio calendario	
– batteria al Litio per tamponamento della memoria RAM e del calendario con autonomia di 2 anni a rete sconnessa, controllo stato della carica con misura analogica della tensione della batteria	
– LCD alfanumerico da 2x16 caratteri, retroilluminato a Led, con trimmer di regolazione di contrasto	
– Tastierina di programmazione a 9 tasti	
– Porta seriale asincrona principale RS 232 dedicata al Telecontrollo da computer tramite modem telefonico, modem/GSM, modem radio o connessione diretta via cavo con protezione ESD integrata a ± 15 kV	
– Porta seriale asincrona RS 485 per espansione moduli di misura e regolazione con protezione ESD integrata	
– Porta seriale asincrona RS 422 per espansione moduli di controllo con protezione	

ESD integrata
– Porta seriale sincrona I² CBUS di sistema, con protezione ESD integrata
– N° 10 (dieci) ingressi/uscite optoisolati configurabili singolarmente come INPUT o come OUTPUT con protezione ESD integrata
– N° 2 uscite analogiche 4÷20 mA a 8 bit con carico massimo 1 KΩ (0÷5V/0÷10V/0÷10V o digitali in frequenza con micro-controllore autonomo)
– N° 6 ingressi analogici per tensione nominale di 250V / 50-60Hz con microcontrollore autonomo
– N° 4 ingressi analogici per correnti nominali da 250V / 50-60Hz con microcontrollore autonomo
– Modulo con 5 ingressi/uscite per comunicazioni a bus delle schede di commutazione, con protezione ESD integrata
– Teleaggiornamento del software dell'unità centrale e di tutti i moduli periferici interni ed esterni, tramite porta seriale principale
– Sonda della temperatura ambiente interna al modulo (predisposizioni)
– Watchdog hardware intelligente per il controllo costante del flusso del programma
– Riarmo automatico senza interruzioni
– Telecontrollo predisposto per comunicazione via modem (predisposizioni)
– Predisposizione per sonda digitale di luminosità (4÷20mA) per la regolazione tramite traduttore fotometrico
– Parametri di funzionalità stoccati su memoria EEPROM , senza batteria a tampone
– Hardware interno per controllo temperatura del Quadro per eventuali comandi a dispositivi di raffreddamento o allarmi
– Regolazione manuale della tensione di uscita tramite pulsanti
– Modulo di alimentazione "ISC" da 220V / 24V
– Impostazione dei seguenti parametri differenziati fase per fase: <ul style="list-style-type: none"> - tensione di accensione; - tensione a regime normale; - tensione a regime ridotto; - tempo di accensione; - velocità rampa di salita; - velocità rampa di discesa.
– Impostazione di alcuni parametri comuni per le fasi
– Predisposizione per apparecchi di trasmissione modem GSM a rete fissa da collegarsi alla morsettiera

c) Parametri programmabili dall'utente

• Tensione di funzionamento:	10 fasce orarie nell'arco di 24 ore
• Paraparametri di riduzione:	10 nell'arco di 24 ore
• Cicli di funzionamento:	3 cicli standard preimpostati, un ciclo annuale programmabile e suddiviso per le 4 stagioni
• Tensione a luce piena, ridotta e di accensione	
• Velocità rampe di passaggio ai vari regimi di funzionamenti	
• Tempo di accensione	
• Tipi di regimi di funzionamento	
• Tempo di campionamento misure	
• Tipi di allarmi abilitati	
• Soglia d'allarme	
• Tipo d'intervento in corrispondenza di ciascun allarme	
• Dati identificativi dell'impianto	

d) Caratteristiche tecniche del regolatore di tensione

Il regolatore di tensione per la riduzione del flusso luminoso, in occasione delle ore notturne contraddistinte da minor traffico veicolare, (dati riferiti ad un regolatore trifase) avrà le seguenti caratteristiche funzionali:

– Tensione d'ingresso:	230V / 50 Hz
– Variazione tensione d'ingresso:	175V – 250V
– Tensione d'uscita a regime normale:	impostabile 200V / 245V
– Tensione d'uscita a regime ridotto:	impostabile 150V / 230V
– Tensione d'uscita a regime di accensione:	impostabile 180V / 230V
– Precisione della tensione d'uscita:	+/- 1%
– Variazione ammissibile del carico:	0-100%
– Velocità di stabilizzazione:	< 40 mS/Volt
– Velocità di regolazione della V in salita:	impostabile 1/50V / min
– Velocità di regolazione della V in discesa:	impostabile 1/15V / min
– Fattore di potenza del carico:	qualsiasi
– Distensione armonia introdotta:	nessuna
– Temperatura di funzionamento:	da -20°C a +55°C
– Umidità:	da 0% a 97% senza condensazione
– Sistema di raffreddamento:	naturale / forzato
– Grado di protezione:	IP44
– Classe d'isolamento:	I

e) Programmazione del Quadro Elettrico

Il Quadro Elettrico sarà impostato con il ciclo extraurbano e con le seguenti impostazioni:

Tensione di accensione	205V
Tensione di regime serale	220V
Tensione di regime notturno	170V

Per consentire un funzionamento così articolato:

- 1.100 ore a regime serale.
- 3.100 ore a regime notturno.

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, fosfatazione 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.

5. CONSIDERAZIONI SULL'IMPIEGO DEL REGOLATORE

Gli impianti di pubblica illuminazione in oggetto, saranno tutti derivati dal quadro elettrico dotato di regolatore di tensione e predisposizione per un futuro Telecontrollo.

Il regolatore del flusso luminoso é costruito per alimentare le lampade a scarica utilizzate per gli impianti d'illuminazione pubblica in quanto una corretta alimentazione con tensione stabilizzata permette di aumentare considerevolmente la vita media delle lampade, consentendo nel contempo un corretto livello d'illuminamento nel tempo, senza evidenti decadimenti prestazionali.

Come diretto risultato dell'allungamento della vita media delle lampade ne deriva un notevole risparmio nei costi manutentivi ed assicura un risparmio energetico che prima raggiungevano il 40%.

Il regolatore dovrà permettere che il livello d'illuminamento possa variare gradualmente consentendo agli utilizzatori delle strada di assuefarsi progressivamente alle nuove condizioni luminose.

Alla messa in servizio il regolatore dovrà essere predisposto per effettuare il ciclo di accensione ad un valore fissato, che correttamente può essere di 205 V. Al termine del ciclo di accensione, il regolatore inizierà gradualmente ad incrementare la tensione d'uscita fino al raggiungimento del valore nominale (220 V), permettendo alle lampade di lavorare al massimo della luminosità.

Durante le ore notturne, contraddistinte da un minor traffico veicolare, il regolatore permetterà di alimentare le lampade con tensione ridotta, assicurando così elevati risparmi sia a livello immediato per la gestione corrente che per la manutenzione come previsto dalle Norme UNI 11248 e Legge Reg. dell'Emilia Romagna n° 19/2003.

Tali comandi di accensione avverranno tramite il segnale della fotocellula installata in campo, mentre gli orari ed i livelli dell'inserimento delle parzializzazioni avverrà tramite strumenti ed apparecchiature in dotazione al quadro regolatore in forma automatica se preimpostati in remoto della "stazione di controllo"

A seguito di un black-out, al ritorno dell'alimentazione di rete, il regolatore dovrà ripetere nuovamente il ciclo di accensione, garantendo l'innesco della lampada, per poi ritornare al valore della tensione prefissato prima dell'interruzione dell'alimentazione.

In qualsiasi condizione di funzionamento il regolatore dovrà assicurare la stabilizzazione della tensione in uscita con una precisione del "+/-1%" in presenza di variazioni di tensioni d'ingresso sino al "+/- 10%", quindi assicurando una corretta e costante alimentazione delle lampade sottese, in quanto è noto che durante la notte, l'ente erogante, fornisce abitualmente una tensione che varia da 230/240 V, che determina in condizioni di invecchiamento precoce delle sorgenti luminose.

5.1. IMPIEGO DEL REGOLATORE

L'impiego del regolatore dovrà essere prefissato in modo tale che nella situazione di progetto l'impianto possa funzionare a :

- | | | |
|--|-----------|-------------|
| • accensione | 205 V | (7 minuti) |
| • funzionamento a regime normale | 220/200 V | (1.000 ore) |
| • funzionamento a regime ridotto (170 V) | 170 V | (3.200 ore) |

Assicurando tutti i parametri inerenti alla sicurezza della viabilità prescritti dalle Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale" previo l'analisi dei rischi secondo l'Art. 7.

Con tale programmazione si otterrà un risparmio sui costi di gestione annui dell'ordine del 30-35% rispetto ad un funzionamento tradizionale.

Però il risparmio ottenibile può essere superiore a quello indicato, soprattutto grazie alla funzione dello stabilizzatore della tensione, questo avviene come già detto, durante le ore notturne, quando la tensione di rete, a causa dei pochi prelievi è notevolmente superiore del 5/7% rispetto al valore nominale. Quindi si può ipotizzare un risparmio superiore del 6-7% rispetto alle normali condizioni di esercizio senza l'uso dei regolatori del flusso luminoso.

5.2. DURATA DELLE SORGENTI LUMINOSE

I costruttori delle lampade indicano che almeno il 50% di esse possono raggiungere le 30.000 ore con lo scadimento del flusso luminoso del 20% dopo le 10/11.000 ore di funzionamento.

Per contro si ha invece che praticamente si effettua un ricambio programmato dopo le 8.000 ore, in quanto si è riscontrato che al raggiungimento di tale ore di funzionamento si ha:

- già il 45% in meno del flusso iniziale;
- che la mortalità delle lampade è già nell'ordine del 35/40%.

La differenza tra i dati di laboratorio ed i dati di esercizio è pertanto notevole in quanto le cause che riducono la vita di una lampada sono abbastanza note e più precisamente:

- effetto specchio dovuto all'auto riverbero sulle lampade dei raggi termici dovuti ad una parabola mal progettata o mal costruita;
- perdita di amalgama;
- scarso smaltimento del calore dovuto all'insufficienza di caratteristiche tecniche dell'apparecchio illuminante che non consente un efficiente smaltimento del calore emesso dalle lampade, che dovrebbero essere del tipo "Self-Stopping", che non insistono con inutili scariche su lampade calde in attesa di riaccensione;
- gruppo di alimentazione non idoneo;
- eccesso di tensione di alimentazione della rete che notoriamente è sempre superiore a 220V.

È noto quindi che la principale ragione di mortalità delle lampade è l'eccesso di tensione lampada e quindi di alimentazione, si renderebbe necessario eliminare o quanto meno ridurre necessariamente le causa interne che determinano aumenti dalla tensione lampada.

Per quanto riguarda l'obiettivo di prolungare la vita utile delle lampade è raggiungibile solo con un rigoroso controllo della tensione di alimentazione nominale e in questo settore che si ottengono i risultati più appaganti.

Con l'adozione dei regolatori di tensione negli impianti di pubblica illuminazione, in contemporanea con l'utilizzo di apparecchi illuminanti efficienti si può rimediare a:

- l'eccesso di tensione di funzionamento nelle ore serali e notturne dell'ordine del 5/6% che causerebbe una riduzione della vita media;
- il rallentamento del processo di messa a regime delle lampade, consentendo la riduzione dell'incremento di avviamenti, come è noto, risulta essere la fase più critica e più compromettente nella vita della lampada, sia per il formarsi dell'effetto "scudo" che per le sollecitazioni sulla testata del bulbo del bruciatore;
- la tensione stabilizzata in uscita e la riduzione secondo un programma impostato nelle ore notturno contraddistinte da minor traffico veicolare riducono la potenza assorbita delle lampade, aumentando la vita utile sino a 30.000 ore come una riduzione del flusso luminoso iniziale dell'ordine del 15/20%,

il che significa avere l'impianto quasi con le stesse caratteristiche illuminotecniche dopo 5 anni di funzionamento;

- con la sola tensione stabilizzata a 220V l'incidenza della mortalità delle lampade si ridurrà ad un minimo del 10%.

L'obiettivo principale del progetto è quello di ridurre i costi di gestione corrente dell'ordine del 35% ed effettuare un ricambio programmato della sostituzione parco lampade dopo oltre 30.000 ore di funzionamento anziché dopo le consuete 12.000 ore.

5.3. 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:

Potenza	Flusso luminoso	Autoconsumo	Attacco	Tipo	Tonalità
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

5.4. FUNZIONAMENTO DEL REGOLATORE DI TENSIONE

L'aspetto più importante di un impianto d'illuminazione è rappresentato dal quadro elettrico che nello specifico caso, assolve il problema della regolazione della tensione ai fini di conseguire buoni risparmi di gestione e di ridurre drasticamente i costi di manutenzione.

Quindi tutte le apparecchiature che compongono il quadro elettrico dovranno avere caratteristiche mediamente sovradimensionate al fine di consentire un funzionamento privo di interventi manutentivi e di riprogrammazione.

Considerato che attualmente la tensione di rete di distribuzione è quasi stabilmente sui 235/239 V, quindi oltre il 6% della tensione nominale di funzionamento e quindi il Quadro Elettrico avrà anche una funzione di stabilizzatore, garantendo in qualsiasi momento una tensione costante di 218/220 V.

L'utilizzo corretto di un buon regolatore di tensione consentirà:

- di ridurre del 30/35% i costi di gestione derivati da energia elettrica con l'uso di circa 3100 ore a regime ridotto in occasione delle ore a minor traffico veicolare;
- di dimezzare i costi derivanti dalla manutenzione ordinaria in quanto la durata media della sorgente luminosa passerà da 12.000 ore ad oltre 30.000 ore (75% del proprio flusso luminoso) ossia un ricambio dopo 60 mesi anziché 30 mesi come avviene attualmente;
- miglior servizio all'utenza in quanto la mortalità delle lampade sono esigue e quindi minor interventi.

Il regolatore di flusso luminoso con "Booster" di tipo statico ad induzione avrà il seguente funzionamento:

a) Accensione

In questa fase il variatore, collegato alla rete di alimentazione, si prepara ad erogare la tensione all'utilizzatore. Il variatore si posiziona sulla posizione di partenza (= minimo) e così rimane, in attesa di un segnale che comandi l'accensione, avviando così l'utilizzo dell'impianto.

Questo segnale può giungere ad esempio da una fotocellula regolata su di una certa soglia di illuminazione, oppure da un orologio/timer esterno od interno.

b) Preriscaldamento

In questa fase, giunto il comando di accensione, il variatore dovrà erogare una tensione stabilizzata di poco più bassa del valore nominale di linea, solitamente 200÷205V; la durata è impostabile (a volte lo è anche il valore).

In tal modo si limita lo spunto di corrente iniziale delle lampade consentendo, nel contempo, un riscaldamento meno rapido ed ottenendo così la limitazione di uno dei maggiori stress a cui le lampade sono sottoposte.

c) Rampe di salita (fase transitoria)

Alla fine del tempo di preriscaldamento, se non sono giunti altri comandi o situazioni, dovrà iniziare il passaggio alla fase detta "normale": la tensione dovrà essere fatta salire lentamente, fino ad un valore predisposto.

Il tempo in cui avviene questa rampa è selezionabile tramite l'impostazione della sua pendenza in volt/minuto (con valori 1÷10 V/min) ed in tal modo di eviteranno sia brusche variazioni di illuminazione che stress alle lampade.

d) Funzionamento normale

Finita la rampa di salita il variatore dovrà erogare una tensione stabilizzata di valore selezionabile, generalmente compreso nella gamma 200÷230 V.

La stabilizzazione dovrà venire in modo veloce (da 10 a 25 V/s), così da fronteggiare anche le "microvariazioni" di rete. Questa fase si dovrà protrarre finché non viene comandato il passaggio a regime ridotto, generalmente in base ad una programmazione oraria.

e) Rampa di discesa (fase transitoria)

Quando si comanda il passaggio alla fase detta "ridotta": la tensione deve essere fatta scendere lentamente, fino ad un valore predisposto.

La lentezza ha il duplice scopo di evitare percettibili cali dell'illuminazione e di consentire un graduale adeguamento termico dei corpi illuminanti ed evitare così un prematuro spegnimento. Il tempo in cui dovrà avvenire questa rampa è selezionabile tramite l'impostazione della sua pendenza in volt/minuto (con valori 1÷60 V/min).

f) Funzionamento ridotto

Finita la rampa di discesa il variatore dovrà erogare una tensione stabilizzata di valore selezionabile, generalmente compreso nella gamma 200÷175V.

La stabilizzazione avviene in modo veloce (da 10 a 25 V/s), così da fronteggiare anche le "microvariazioni" di rete. Questa fase si protrae finché non compare un comando (per esempio un ritorno alla fase normale), generalmente in base ad una programmazione oraria.

In caso di black-out la macchina dovrà iniziare un nuovo ciclo partendo di nuovo dalla fase di accensione, per passare poi alla fase di preriscaldamento ed infine al valore predisposto.

La fine del funzionamento è determinata dal cessare del segnale che aveva determinato l'accensione (ad esempio una fotocella regolata su di una certa soglia di illuminazione, oppure da un orologio/timer esterno od interno). Le varie programmazioni possono essere definite in remoto attraverso un tradizionale PC ubicato presso il centro di controllo.

g) Telecontrollo (eventuale)

Tutti i quadri elettrici destinati all'illuminazione esterna saranno predisposti per essere dotati di apparecchiature in grado di gestire tutti i parametri elettrici dell'impianto ed in grado di trasmettere le situazioni di stato e di allarme attraverso modem GSM o modem collegato ad una eventuale futura rete Ethernet. Le situazioni di stato che saranno in grado di trasmettere le future apparecchiature saranno le seguenti dati:

- tensione di alimentazione a valle del regolatore
- tensione di alimentazione a monte del regolatore
- ampere prelevati sulle singole fasi
- potenza prelevata sulle singole fasi
- fattore di potenza prelevata sulle singole fasi
- kWh consumati

Le situazioni di allarme che il quadro sarà in grado di trasmettere al centro di controllo saranno essenzialmente le seguenti:

- presenza o assenza della tensione di rete
- scatto dell'interruttore generale o di quello della protezione del Booster
- stato dei singoli interruttori automatici a protezione delle linee con indicato il circuito
- stato delle batterie di alimentazione del modem
- stato del relè differenziale
- eventuale superamento della potenza prelevata su ogni singola fase o circuito

6. RISPARMIO ENERGETICO

6.1. CONSIDERAZIONI GENERALI

Gli impianti d'illuminazione pubblica o similari sono allacciati a reti di distribuzione che sono soggette a variazioni di tensione, dovute sia all'ente erogatore sia alle variazioni di carico stagionali e giornalieri.

Le lampade, funzionando correttamente, devono essere alimentate con una tensione non superiore al 5% del loro valore nominale. Spesso nei periodi di funzionamento degli impianti si verificano valori molto elevati dell'ordine del 10/13%.

Le fluttuazioni della tensione, ed in modo particolare le sovratensioni sono estremamente critiche per tutte le sorgenti luminose, limitandone la resa sia a livello di durata, sia a livello di flusso luminoso emesse nel tempo.

Per ottenere le massime prestazioni dell'impianto di illuminazione, risulta pertanto necessaria la funzione di stabilizzare, e dovrà essere effettuata con tecnologie estremamente affidabili e caratterizzate da elevate capacità di recupero delle variazioni di rete.

Il regolatore di flusso luminoso per gli impianti di illuminazione è derivato dalla tecnologia di uno stabilizzatore automatico di tensione ed inserito in un'installazione nuova o preesistente che permette di stabilizzare la tensione di linea ed effettuare inoltre la regolazione entro il valore ottimale di 220V ed un valore minimo compatibile con il tempo della lampada utilizzata, ciò allo scopo di diminuire la potenza assorbita con conseguente risparmio dei consumi fino ad un massimo del 50%.

La tensione stabilizzata oltre a prolungare la vita delle lampade installate ne riduce drasticamente i costi di manutenzione e di sostituzione.

6.2. IMPIANTI PER IL CONTENIMENTO DEI COSTI DI GESTIONE

Per ottenere un risparmio energetico abbandonando il vecchio sistema di una palificazione spenta alternativamente ormai non più conforme alle Norme di sicurezza in quanto crea disuniformità d'illuminamento sulla sede stradale impedendo la valutazione di eventuali ostacoli, secondo l'attuale tecnologia si dispone di apparecchiature statiche da abbinare agli attuali quadri elettrici ed in grado di:

- ridurre il flusso luminoso sino al 50% nelle ore contraddistinte da un minor traffico veicolare (presumibilmente dalle ore 22,30 fino all'alba) pur conservando lo stesso valore di uniformità e quindi di sicurezza, fornendo un livello d'illuminamento più adatto alle esigenze degli utenti, gestendo nel contempo la tensione stabilizzata d'uscita;
- ridurre i costi derivanti dai consumi sino al 45% al ciclo di accensione per ogni tipo di lampada;
- l'alimentazione corretta di ogni tipologia di lampada (Sodio Alta Pressione, Joduri Metallici o fluorescente) mantiene le caratteristiche costruttive delle stesse nel tempo;

- controllo della tensione in uscita a 220 (+/- 2%) a fronte di quella in entrata fluttuante anche del 10% con altre funzioni complementari; con il rallentamento del processo di messa a regime delle lampade, con una tensione applicata di 195 V per poi stabilizzarsi a 220 V dopo alcuni minuti e questo consente la riduzione dell'incremento termico di avviamento, che come è noto, risulta essere la fase più critica e più compromettente della vita delle lampade, sia per il formarsi dell'effetto "scudo" e sia per le sollecitazioni sulla testata del tubo del bruciatore lampada;
- per poter programmare nell'arco dell'anno diversi livelli di illuminamento secondo le condizioni reali e specifiche con la seguente metodologia di massima:

	Pieno regime	25% di riduzione	50% di riduzione
<i>Inverno</i>	dall'imbrunire sino alle 22:30	dalle 22:30 alle 23:00	dalle 23 all'alba
<i>Primavera</i> <i>Autunno</i>	dall'imbrunire sino alle 22:00	dalle 22:00 alle 23:00	dalle 23 all'alba
<i>Estate</i>		dalle 21 alle 23	dalle 23 all'alba

Con l'adozione di tale programma, che risulta modificabile in qualsiasi momento anche in funzione di particolari condizioni come feste, eventi particolari ecc. è possibile ridurre i consumi di energia dell'ordine del 40% e raddoppiare la vita media delle lampade.

6.3. VITA MEDIA DELLE LAMPADE DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE

A seguito degli accertamenti condotti sul campo da una serie di monitoraggi comparativi con gli impianti d'illuminazione dotati di regolatore di flusso luminoso e altri privi di tali apparecchiature, di cui sono scaturite relazioni tecniche che trovano perfettamente coincidenza con il monitoraggio che alcune strutture pubbliche stanno effettuando e quindi si può affermare che:

Mortalità delle lampade:

	Senza regolatore	Con regolatore
Mortalità nella vita media	dal 30 al 38%	4 %
Durata	9.000 / 11.000 ore	oltre 24.000 ore
Flusso luminoso	50% (a 9.000 ore)	82% (a 30.000 ore)
Tensione lampada	165V (a 9.000 ore)	150V (24.000 ore)

Dalla tabella se ne deduce che con l'adozione del regolatore di flusso luminoso si permette all'ente gestore di:

- Conservare lo stesso livello di illuminamento originale (come lampade nuove) per circa cinque anni anziché dopo due come per gli impianti tradizionali.
- Eliminare il ricambio lampada in quanto si passerà dai canonici 36 mesi a 6 anni, con l'impiego dello stabilizzatore o regolatore di tensione.
- La bassa mortalità delle lampade durante il ciclo di funzionamento consentirà di mantenere in efficienza l'impianto e di ridurre notevolmente i costi dell'intervento di sostituzione dell'ordine di circa 50%.

6.4. VALUTAZIONE COSTI DI GESTIONE

I costi complessivi di gestione di un impianto di Pubblica Illuminazione sono costituiti da:

- costi per il suo esercizio
- costi di manutenzione
- oneri finanziari che amministrativamente fanno riferimento all'anno

È importante considerare che gli oneri finanziari composti da fonti di rinnovo, (più eventuali interessi passivi) sono da commisurare al valore iniziale dell'impianto.

Per benefici più immediati, maggior attenzione va invece posta al contenimento dei costi di esercizio veri e propri. I costi correnti dell'esercizio di un impianto sono composti da:

- costi dell'energia elettrica;
- ricambio lampade;
- interventi manutentivi o conservativi sulle linee, sostegni e apparecchi.

I maggiori oneri di esercizio restano però il ricambio delle sorgenti luminose.

L'adozione dei regolatori, dal punto di vista dei costi, influisce sia sugli oneri finanziari in quanto aumentano il costo iniziale, sia per la spesa corrente perché influisce sui ricambi.

I maggiori costi d'insediamento relativi all'adozione dei regolatori/stabilizzatori hanno un ritorno medio fra i 18 ed i 24 mesi, tenuto conto dei soli minori costi d'esercizio.

Se poi si volessero considerare gli ulteriori benefici sui costi degli impianti nuovi dovuto al minore impiego di energia elettrica in opera per l'assenza della parzializzazione, il tempo di ritorno si ridurrebbe ulteriormente.

La valenza strategica del regolatore / stabilizzatore di tensione si manifesterà però in modo, rivoluzionario per l'influenza che essa produce sui ricambi.

7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

7.1. SOTTOVIA V19

a) Dati di base Sottovia

Il sottovia in oggetto, 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

	Viabilità	Sottovia
→ Categoria illuminotecnica	ME3a	CE2
→ Luminanza	1 cd/m ²	
→ Illuminamento		20 lux
→ Uniformità U _o	40%	40%
→ Uniformità U _L	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 3,0 kW – 230 V con gruppo di misura da collocarsi all’interno del vano utente ricavato nel quadro elettrico generale illuminazione.

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 PVC 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 1.610x500x350 mm in esecuzione a due vani (utente + gruppo di misura) con portelle di chiusura dotata di serratura a chiave unificata “12/21”. Tale contenitore (sezione utente) conterrà anche il gruppo di regolazione flusso luminoso e tutti i circuiti di alimentazione illuminazione pubblica e sarà in grado di ospitare

anche i circuiti di alimentazione boe luminose e/o di contenere alcuni interruttori di scorta oltre al generale utente (vedi schema elettrico allegato al progetto). Regolatore e cablaggio tipo "Reverberi" completa di booster di regolazione monofase da 1x3,9kVA / 2x17A , adatto per futuri ampliamenti, e completa di n° 3 interruttori automatici magnetotermici per la protezione linee in uscita. Il quadro sarà completo di relè generale differenziale autoripristinabile con corrente di intervento Id regolabile e/o di altre protezioni differenziali sulle singole partenze. 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° 1 dispersore 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 il dispersore 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 IP55.
- Collegamento elettrico dal gruppo di misura alla morsettiera del quadro con cavo unipolare FG7R da 2x1x16 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 Sottovia

Gli impianti di illuminazione saranno realizzati in conformità alle prescrizioni e normative vigenti precedentemente riportate. La posa delle palificazioni per la viabilità avrà un'interdistanza non inferiore al rapporto di 3,7 rispetto all'altezza del palo, secondo la Legge Reg. dell'Emilia Romagna n° 19/2003. 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 interrato 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.

d) Potenza installata e costi di gestione Sottovia

Per l'illuminazione del sottovia saranno necessarie le seguenti potenze:

n°	Potenza	Autoconsumo	Totale	Totale
17	150 W	18 W	168 W	2.856 W
TOTALE COMPLESSIVO				2.856 W

Per tali potenze ed in base alla regolazione o meno del flusso luminoso si stimano i seguenti costi di gestione annui:

	Tradizionali	Progetto
• Potenza contrattuale		
– 3,0 kW x 2,50 € x 12 mesi	€ 90,00	€ 90,00
• Consumi		
– 2,86 kW x 0,12 € x 4.200 ore	€ 1.441,44	
– 2,86 kW x 0,12 € x 1.100 ore		€ 377,52
– 1,43 kW x 0,12 € x 3.100 ore		€ 531,96
Totale netto	€ 1.531,44	€ 999,48
IVA del 21%	€ 361,60	€ 209,89
Totale complessivo	€ 1.893,04	€ 1.209,37

Quindi ne deriva un minor costo di gestione annuo di € 683,67 pari a circa il 36,1% oltre al vantaggio del raddoppio della vita media delle lampade con durata che passa dalla attuali 12.000 ore ad oltre 30.000, con un residuo di flusso luminoso dell'80%.

I livelli di illuminamento e di luminanza saranno ottenuti con la programmazione del quadro elettrico con regolatore di tensione con i seguenti parametri:

<i>tensione di accensione</i>	205 V	(7 minuti)
<i>tensione di accensione</i>	205 V	(7 minuti)
<i>tensione di servizio serale</i>	210/220 V	(1.100 ore all'anno)
(dall'imbrunire alle ore 22.00)		
<i>tensione di servizio notturno</i>	170 V	(3.100 ore all'anno)
(dalle ore 22.00 all'alba)		

La tensione di esercizio potrà essere programmata liberamente in funzione alle effettive esigenze

7.2. 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..

8. VERIFICHE

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

8.1. 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.

8.2. 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 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. 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 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

$$R_a I_a \leq 50V$$

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

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

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.