

**INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA ED ADEGUAMENTO
NORMATIVO DELL'ILLUMINAZIONE
PUBBLICA**



Comune di Valperga - Città Metropolitana di Torino

Il Progettista:
ZENERINO Per. Ind. Massimo



Il Committente:

Comune di Valperga
Via Matteotti, 19
10087 Valperga (TO)

Scala:

Tavola Numero:

Data:
FEBBRAIO 2020

E1

Titolo Tavola:

**IMPIANTO ELETTRICO
RELAZIONE TECNICA**

Livello progett.: ESECUTIVO

Il Consulente:

Revisione	Data	Descrizione
REV 01	MAGGIO 2020	AGGIORNAMENTO PROGETTO ESECUTIVO

Note:

.....

NUMERO COMMESSA - 19.003

SOMMARIO GENERALE

1	PARTE GENERALE	3
1.1	Premessa	3
1.2	Oggetto del progetto	3
1.3	Prescrizioni tecniche generali riguardanti i materiali.....	4
1.4	Osservatorio astronomico	5
1.5	Obbiettivi minimi	6
1.6	Uso di materiali ecocompatibili.....	6
1.7	Modalità sostenibile di smaltimento dei rifiuti generati.....	6
2	PARTE TECNICA - GENERALITA'	7
2.1	Osservanza delle vigenti norme	7
2.2	Caratteristiche dell'alimentazione elettrica	9
2.3	Misure di sicurezza e protezione.....	9
2.4	Cadute di tensione ammesse	13
3	PARTE TECNICA - DESCRIZIONE.....	14
3.1	Tipologia dell'impianto di illuminazione pubblica	14
3.2	Cavi e conduttori BT	15
3.3	Quadri elettrici	17
3.4	Impianto illuminazione pubblica valutazione dei rischi.....	21
3.5	tipologia di Lampade e classificazione energetica	24
3.6	Interventi di ottimizzazione dell'infrastruttura del-l'impianto di illuminazione pubblica per l'erogazione di servizi orientati alle smart cities.....	24
3.7	Sistema di telecontrollo.....	28
3.8	Sistema di videosorveglianza.....	29
3.9	Fattori di manutenzione MF	29

1 PARTE GENERALE

1.1 PREMESSA

Lo scopo del presente documento è quello di adeguare l'impianto di illuminazione pubblica secondo quanto previsto dalle vigenti normative in fatto di sicurezza, risparmio energetico ed inquinamento luminoso, a tal proposito si tengono particolarmente sotto controllo le direttive della L.R. Piemonte 24 marzo 2000, n°31, e s.m.i. "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" tramite l'utilizzo di adeguate ottiche e riflettori, come modificata dalla L.R. n. 3 del 9 febbraio 2018 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche".

Il progetto ha per oggetto tutte le opere, prestazioni e forniture necessarie per la sostituzione degli apparecchi illuminanti e la messa a norma delle protezioni delle linee di illuminazione pubblica sito in alcune aree del comune di Valperga (TO) nonché della realizzazione di un sistema di gestione e telecontrollo delle linee di illuminazione riqualificate ed il posizionamento di alcuni punti informativi dislocati sul territorio del comune nei quali attraverso applicazione web si potrà accedere alle informazioni su manifestazioni, conferenze e/o eventi in genere organizzati dall'amministrazione o dalle associazioni Valperghesi.

Eventuali carenze nella documentazione di progetto allegata verranno colmate, in mancanza di specifiche indicazioni, in fase esecutiva, in modo che gli impianti siano forniti completi in ogni dettaglio e perfettamente funzionanti.

1.2 OGGETTO DEL PROGETTO

Le opere previste per la riqualificazione dell'impianto di illuminazione pubblica dell'area di intervento sono sinteticamente le seguenti:

- Rimozione degli apparecchi illuminanti atti all'illuminazione di strade ritenuti non più rispondenti alle norme e con un rendimento luminoso inadeguato;
- Installazione di apparecchi illuminanti con tecnologia a led di adeguata potenza in grado di soddisfare i livelli minimi di illuminazione stradale in tutte le classi di strade interessate;
- Installazione di alcuni nuovi punti luce su palo in strada priva di illuminazione;
- Adeguamento di quadri elettrici con sostituzione di protezioni danneggiate o contenitori non idonei all'alloggiamento degli organi di comando;
- Revisione di alcune portelle morsettiere danneggiate;
- Ripiombatura di eventuali pali soggetti a cedimenti;
- Sostituzione di nr.1 palo abbattuto;
- Installazione di nr. 2 videocamere di sorveglianza;
- Realizzazione di un sistema di gestione e telecontrollo remoto in modo da garantire un corretto monitoraggio dei consumi energetici delle linee IP riqualificate;

- Installazione in alcuni punti strategici di sistemi informativi gestiti tramite applicazione web per permettere al cittadino o turista di essere informato sulle attività svolte dall'amministrazione o dalle associazioni del territorio;
- Installazione di una postazione "panchina intelligente" la quale oltre ad offrire una seduta ai passanti, fornisce in un'area limitata a qualche decina di metri, una connettività wi-fi gratuita ad alta velocità e nello stesso tempo raccoglie informazioni e monitora l'inquinamento atmosferico, il passaggio giornaliero di persone ed eventualmente le condizioni meteo. Tali informazioni saranno rimandate ad una unità centrale da installarsi negli uffici comunali in modo che possano essere raccolte e gestite per migliorare i servizi ai cittadini.

Quanto non espressamente indicato ai punti precedenti e negli elaborati grafici di progetto è da ritenersi escluso dal presente progetto.

Le prescrizioni di progetto serviranno alla Ditta Installatrice per la realizzazione dei lavori, integrando con quanto necessario o anche solamente utile a garantire il raggiungimento dei valori prescritti, garantendo il corretto funzionamento e la facile manutenzione degli impianti così come descritti.

I lavori dovranno essere eseguiti secondo le norme CEI vigenti e, inoltre, dovranno essere rigorosamente applicate, a cura e responsabilità della Ditta Installatrice, le Norme di legge esistenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, le prescrizioni impartite dall'Ispettorato del Lavoro, dalla Direzione Lavori o da qualsiasi altro Ente od Autorità competente.

La Ditta Installatrice è tenuta, quindi, a predisporre i relativi apprestamenti e cautele antinfortunistiche, ad uniformarsi scrupolosamente a qualsiasi altra Norma che possa essere successivamente emanata in merito ed assumere la piena responsabilità del suo operato, in caso che contravvenga a tali Norme.

1.3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI I MATERIALI

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati:

- siano di prima scelta;
- siano nuovi, di primo impiego;
- rispettino quanto riportato nei disegni di progetto ;
- abbiano tutte le protezioni richieste dalle Norme antinfortunistiche nel relativo campo;
- per quanto riguarda gli impianti elettrici:
 - rispondano a tutti i requisiti riportati alle Norme CEI;
 - portino il contrassegno CEI se ammessi ad esso;
 - portino il contrassegno IMQ se considerati dall'Istituto Marchio di Qualità;
 - siano normalizzati alle voci e misure riportate nelle tabelle UNEL, se non definiti altrimenti;
- portino il contrassegno CE se normati a livello europeo.

Le eventuali indicazioni di marchi commerciali per alcune forniture non sono prescrittive; tuttavia tali forniture non potranno essere sostituite con altre di qualità, durata e valore commerciale inferiori, e comunque solo previo parere della Direzione Lavori, e ciò esclusivamente per garantire il medesimo livello di prestazioni.

Le campionature di provviste per opere di finitura dovranno essere approvate con appositi verbali di accettazione da parte della Direzione Lavori prima della fornitura e ancor più prima della messa in opera; quando la Direzione Lavori avrà rifiutato qualche provvista, perché non ritenuta idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla a suo onere con altra che risponda ai requisiti voluti, e i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a sua cura e spese.

Per le caratteristiche costruttive dei materiali principali e dei loro requisiti, si rimanda alle Parte Tecnica della presente Relazione.

1.4 OSSERVATORIO ASTRONOMICO

La tutela dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa degli osservatori astronomici astrofisici è uno degli obiettivi primari della legge regionale.

Gli osservatori astronomici sono stati georeferenziati sulla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 ed identificati mediante una coppia di coordinate, che rappresentano la latitudine e la longitudine dell'osservatorio, espresse in metri nel sistema Gauss Boaga: `x_coord` e `y_coord`. Le fasce di rispetto sono state ottenute mediante la creazione di buffers (zone di rispetto) attorno ad ogni osservatorio, con raggi diversi in base alla categoria della singola struttura. L'elenco dei comuni interessati dalle zone di rispetto è stato determinato dall'intersezione geografica delle curve delimitanti le fasce ed i territori degli enti locali.

L'importanza dell'osservatorio determina l'estensione della fascia di protezione, di seguito suddivise in tre categorie:

1. Osservatori astronomici, astrofisici professionali: 25 km
2. Osservatori astronomici non professionali di grande rilevanza culturale, scientifica e popolare di interesse regionale: 15 Km
3. Osservatori astronomici astrofisici non professionali di rilevanza provinciale che svolgono attività scientifica e/o di divulgazione: 10 Km

Le fasce di rispetto vanno intese come raggio di distanza dall'osservatorio considerato e l'individuazione è stata effettuata considerando le esperienze tecnico scientifiche maturate in ambito nazionale e internazionale che hanno evidenziato come l'abbattimento più consistente delle emissioni luminose, pari al 70-80%, si ottenga a distanze di 25km e che per la rimozione totale delle interferenze luminose occorrerebbe intervenire su ambiti territoriali ancora più estesi, specie in zone molto urbanizzate.

L'intervento in oggetto è stato studiato per soddisfare in tutte le zone i requisiti indicati dalla legge regionale.

1.5 OBIETTIVI MINIMI

Scopo principale del presente progetto è il conseguimento, nella situazione post intervento, di un risparmio di energia elettrica pari almeno al 40% rispetto alla situazione ante intervento.

Il beneficio economico derivante dal risparmio energetico conseguito è unicamente a favore del soggetto pubblico proponente, anche attraverso l'eventuale revisione dei contratti in essere.

Tutti gli interventi previsti devono essere conformi alle disposizioni del decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 27 settembre 2017 – "Criteri Ambientali Minimi illuminazione pubblica" e prevedono il conseguimento, per tutti gli apparecchi di illuminazione oggetto di intervento, di una classe energetica relativa all'indice IPEA più performante di quella minima stabilita dal "decreto CAM illuminazione".

1.6 USO DI MATERIALI ECOCOMPATIBILI

Tutti i materiali utilizzati saranno ecocompatibili e saranno dotati di certificati Ecolabel o certificazione equivalente in ogni caso rispetteranno tutti i CAM ultima edizione.

1.7 MODALITÀ SOSTENIBILE DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI GENERATI

È previsto lo smaltimento sostenibile dei rifiuti derivanti dalla sostituzione ed eliminazione di pali, apparecchi illuminanti e attrezzature per l'illuminazione pubblica (riutilizzo, avvio verso filiere di riciclo e recupero).

2 PARTE TECNICA - GENERALITA'

2.1 OSSERVANZA DELLE VIGENTI NORME

Si riporta qui di seguito a titolo esemplificativo e non esaustivo, la normativa tecnica e legislativa cui si è fatto riferimento nella stesura del presente progetto e che dovranno essere rispettate nell'esecuzione delle opere:

- **L.R. Piemonte 24 marzo 2000, n°31**, e s.m.i. "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" tramite l'utilizzo di adeguate ottiche e riflettori, come modificata dalla L.R. n. 3 del 9 febbraio 2018 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche".
- **Legge regionale 9 febbraio 2018, n. 3**. Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche).
- **D.lgs. n. 102 del 4 luglio 2014** e s.m.i. in attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
- **D.M. 27 settembre 2017** "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica"
- **D.M 28 marzo 2018** "Criteri ambientali minimi dei servizi di illuminazione pubblica"
- **D.Lgs 09 aprile 2008** - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Legge n.186 del 01 marzo 1968** - Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- **Decreto n.37 del 22 gennaio 2008** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- **D.Lgs n.81 del 2008** – La segnaletica di sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **D.P.R. 22 ottobre 2001 n.462** - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- **Guida CEI 0-2** – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici – Seconda edizione – Settembre 2002.
- **Guida CEI 0-10** - Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- **Norma CEI EN 60909-0 (CEI 11-25)** - Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti – Seconda edizione + Errata corrige 1 – Dicembre 2001.
- **Guida CEI 11-28** – Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- **Norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo

(AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) – Quarta edizione - Novembre 2000.

- **Norma CEI EN 60439-1/A1 (CEI 17-13/1;V1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) – Variante I – Marzo 2005.
- **Norma CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione (ASD).
- **Norma CEI EN 60439-3/A2 (CEI 17-13/3;V1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione (ASD) – Variante I.
- **Norma CEI EN 60439-4 (CEI 17-13/4)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC) .
- **Norma CEI 17-43** – Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) non di serie (ANS) .
- **Norma CEI 23-51** - Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- **Norme CEI 20-19** - Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- **Norme CEI 20-20** - Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- **Norma CEI 20-22** - Prova dei cavi non propaganti l'incendio - Quinta edizione.
- **Norme CEI 20-36/1-2** – Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio – Integrità del circuito.
- **Norme CEI 20-38** – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
- **Guida CEI 20-40** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione .
- **Guida CEI 20-40;V1** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione – Variante.
- **Guida CEI 20-40;V2** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione – Variante II.
- **Norma CEI 20-45** – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1kV.
- **Norma CEI 20-45;V1** – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1kV – Variante I.
- **Norma CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua.
- **Norma CEI 64-8;V1** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. – Variante I.
- **Guida CEI 64-12** - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

- **Guida CEI 64-12;V1** - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- **Guida CEI 64-14** - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- **Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1)** – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- **Norma CEI EN 60529/A1 (CEI 70-1;V1)** – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- **Norma CEI EN 62262 (CEI 70-4)** – Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK).
- **Norme UNI e UNEL** per ogni categoria d'impianto.
- **Norme generali, prescrizioni, regolamenti, disposizioni varie** emanate dalle aziende erogatrici dei pubblici servizi (acqua, energia elettrica, gas metano, fognie), e dagli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona di esecuzione degli interventi (VVF, ASL, ISPEL).

2.2 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'impianto elettrico in esame è alimentato dalle linee esistenti dell'ente fornitore dislocate sul territorio del Comune di Valperga mediante contatori in bassa tensione alloggiati prevalentemente all'interno di box esterni in materiale plastico.

Le tavole grafiche evidenziano la dislocazione dei punti di prelievo e protezione dislocati sul territorio.

Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica sono:

- tipo di alimentazione: corrente alternata;
- tensione di alimentazione: 380-230V 3P+N;
230V 1P+N
- frequenza nominale: 50Hz;
- sistema: TT;
- corrente di corto circuito presunta: 6 kA.

2.3 MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE

2.3.1 SEZIONAMENTO ED INTERRUZIONE

All'inizio di ogni impianto, con funzione di sezionatore generale, dovranno essere installati gli interruttori onnipolari, come prescritto dalla Norma CEI 64-8 Capitolo 46.

2.3.2 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

2.3.2.1 Protezione contro il sovraccarico

La protezione contro le correnti di sovraccarico è assicurata dal fatto che le correnti nominali degli interruttori automatici, riportate sugli schemi dei quadri elettrici, sono inferiori alle portate dei conduttori ad essi sottesi, ricavate dalla tabella IEC 364-5-523 per le varie condizioni di posa e per i vari tipi di isolamento (anch'essi indicati sugli schemi). In particolare sono soddisfatte le relazioni definite nelle Norme CEI 64-8 art. 433.2:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_Z = portata in regime permanente della condotta (Sezione 523 delle Norme 64-8);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

2.3.2.2 Protezione contro le correnti di corto circuito

La protezione contro le correnti di corto circuito è assicurata quando:

art. 434.3.1 Norme CEI 64-8: "i dispositivi possiedono un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di installazione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi" (principio di filiazione).

Tutti i dispositivi di protezione in Bassa Tensione dovranno avere potere di interruzione o corrente di breve durata minimo superiore al valore della corrente di cortocircuito previsto nel punto di inserimento del quadro elettrico (vedere elaborati grafici allegati).

art. 434.3.2 Norme CEI 64-8: "tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Per il corto circuito di durata non superiore a 5 secondi, il tempo t necessario affinché una data corrente di corto circuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

$$\sqrt{t} = K \frac{S}{I}$$

dove:

t = durata in secondi;

S = sezione del conduttore in mm^2 ;

K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC/Termoplastici,

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato,

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC,

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato,

115 corrispondente ad una temperatura di 160°C , per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

2.3.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante isolamento delle parti attive (CEI 64-8 art. 412.1) e racchiudendo le parti attive entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione non inferiore a IPXXB; le superfici orizzontali delle barriere e degli involucri che sono a portata di mano devono assicurare un grado di protezione non inferiore a IPXXD in accordo con CEI 64-8 artt. 412.2.1 e 412.2.2.

L'apertura e/o la rimozione delle barriere e degli involucri deve essere possibile solo mediante l'uso di una chiave o di un attrezzo (CEI 64-8 art. 412.2.4.a) oppure, se avviene dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi (CEI 64-8 art. 412.2.4.b), oppure quando una barriera con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo (CEI 64-8 art. 412.2.4.c).

2.3.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

Essendo l'alimentazione in bassa tensione, il sistema elettrico è del tipo TT, per il quale saranno dunque valide le prescrizioni delle Norme CEI 64-8 art. 413.1.4 e seguenti.

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra (CEI 64-8 art. 413.1.4.1).

In particolare deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_a \times I_a \leq 50$$

dove :

R_a = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione in ampere.

Se si utilizza un interruttore differenziale " I_a " è la corrente differenziale nominale $I_{\Delta n}$ (CEI 64-8 art. 413.1.4.2).

Se sono presenti nell'impianto interruttori differenziali con corrente massima di intervento di $I_{\Delta n}$ [A] il valore della resistenza di terra deve essere inferiore a :

$$R_t \leq \frac{50}{I_{\Delta n}} \quad [\Omega]$$

Se il valore di corrente differenziale ipotizziamo sia 0,3A, la resistenza di terra dovrà soddisfare la condizione

$$R_t \leq \frac{50}{0,3} = 166,67 \Omega$$

Per ottenere selettività differenziale con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Per ragioni di selettività si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.

Nel caso di protezione attuata mediante componenti di classe II o con isolamento equivalente, non è necessario il conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra; per i cavi è richiesta una tensione di isolamento 0,6/1 kV:

- Se l'apparecchio di illuminazione è di classe I o di classe II, esiste l'obbligo del collegamento a terra del palo solo se il cavo che alimenta l'apparecchio di illuminazione non è di classe II.
- Nel caso di cavi di classe II e apparecchi e apparecchi d'illuminazione in classe I, il palo non necessita di collegamento di terra in quanto si tratta di una parte metallica in contatto con una massa.
- Al fine di limitare inconvenienti provocati da interventi intempestivi del dispositivo differenziale, è ammesso utilizzare interruttori differenziali a riarmo automatico.

2.3.5 TEMPERATURA AMBIENTALE

La temperatura ambientale prevista rientra nei limiti indicati dalla Norma CEI 64-8 art.523.1.1 per le tipologie degli isolamenti utilizzati, pertanto non è necessario l'utilizzo di coefficienti correttivi nel determinare la portata dei cavi/conduttori.

Per evitare gli effetti del calore proveniente da sorgenti esterne (azione del sole, riscaldamento apparecchi d'illuminazione, ecc.), si dovranno proteggere le condutture mediante:

- schermi di protezione;
- allontanamento dalla sorgente di calore;
- scelta della conduttura in funzione della sovratemperatura;
- modifica o rinforzo del materiale isolante.

2.3.6 PRESENZA DI ACQUA E DI CORPI SOLIDI

I componenti da installare dovranno avere un grado di protezione adeguato al luogo di installazione, in modo che nessun danno possa essere causato dal contatto con acqua; in particolare i componenti installati esternamente dovranno avere un grado di protezione meccanica non inferiore ad IP65.

Nei luoghi in cui è presente polvere in quantità rilevante, si dovranno prendere le necessarie precauzioni in modo che non sia influenzata negativamente la dissipazione del calore delle condutture.

2.3.7 PRESENZA DI SOSTANZE CORROSIVE

Le condutture che potrebbero essere influenzate negativamente dalla presenza di sostanze corrosive od inquinanti (acqua compresa), devono essere adeguatamente protette o essere costruite con materiali idonei (resistenti a tali sostanze); per tale motivo gli impianti installati esternamente dovranno essere realizzati in PVC ed avere un grado di protezione meccanica non inferiore ad IP55.

2.3.8 VIBRAZIONI E SOLLECITAZIONE MECCANICHE

Nella posa dei componenti dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti idonei a far sì che gli stessi non siano danneggiati e che risultino immutate le loro caratteristiche previste dal presente progetto.

Le condutture da installare non sono generalmente soggette ad urti e/o sollecitazioni meccaniche di particolare rilevanza.

2.3.9 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE DI PALI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA

In base alla norma CEI 81-10 (EN 62305) "Protezione contro i fulmini" dovrebbero essere protetti contro i fulmini soltanto i pali di altezza superiore a 94 metri, pur ipotizzando le condizioni più sfavorevoli.

Quindi, di fatto, non è mai necessario proteggere un palo contro i fulmini.

Ciò vale anche ai fini dell'art.39 del DPR 547/55 il quale richiede la protezione contro le scariche atmosferiche per le strutture metalliche di notevoli dimensioni situate all'aperto.

Le "notevoli dimensioni" oltre alle quali si applica l'art.39 suddetto sono da interpretare alla luce della Norma CEI 81-10 e dunque i pali di illuminazione pubblica non sono mai da considerare di notevoli dimensioni e ad essi non si applica l'art.39 del DPR 547/55.

2.4 CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Massime cadute di tensione:

- | | |
|--------------------------|---------|
| - Circuiti distribuzione | 2,5% Vn |
| - Circuiti terminali | 2,5% Vn |
| - Punto più lontano | 5% Vn |

3 PARTE TECNICA - DESCRIZIONE

3.1 TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Occorre tenere presente che esistono diverse tipologie impiantistiche che si differenziano per i materiali utilizzati ed in tipo di posa, in relazione alla posizione territoriale ed alla data di esecuzione degli impianti.

In generale, per quanto riguarda le tipologie di linee elettriche di illuminazione pubblica di proprietà comunale, queste possono essere schematicamente suddivise nelle seguenti categorie:

Linee interrate:

- in conduttori in cavo collocati all'interno di tubi protettivi;
- in conduttori in cavo posati direttamente nel terreno.

In generale lungo la tubazione delle linee elettriche di illuminazione pubblica interrate sono predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza della derivazione, dei centri luminosi, dei cambi di direzione, ecc., in modo da facilitare la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni e ampliamenti.

Le derivazioni principali per la realizzazione delle ramificazioni sono realizzate in pozzetto con morsetti a perforazione dell'isolante di tipo stagno di tipo idoneo alla sommersione o con giunzioni composti da muffola in polipropilene e resina epossidica o in gel riaccessibile.

Le derivazioni terminali al punto luce sono realizzate nel sostegno metallico, con la tecnica "entra-esci"; infatti, ciascun sostegno è dotato di una morsettiera che dovrà essere in classe II, adatta per la derivazione entra-esci e la creazione della linea derivata di alimentazione dell'apparecchio illuminante. Questa sarà protetta da fusibile di protezione (alloggiato dentro la morsettiera).

Gli impianti più datati sono provvisti di impianto di messa a terra mentre gli impianti di nuova realizzazione o gli ampliamenti degli esistenti sono stati costruiti utilizzando componenti in Classe II.

Lo stato attuale degli impianti prevede la presenza in campo quadri di comando di IP, la quasi totalità dei quadri in oggetto prevedono, ai fini del comando di accensione e spegnimento degli impianti, interruttore crepuscolare.

Per una parte dei quadri elettrici le varie protezioni non sono garantite in quanto le tarature degli interruttori presenti non sono tali da coordinarsi con le sezioni dei cavi in partenza inoltre alcuni interruttori di protezione non sono più efficienti e non garantiscono l'adeguata protezione.

Considerazioni finali:

- Tutti gli apparecchi illuminanti di proprietà comunale oggetto di intervento andranno sostituiti con apparecchi a basso consumo (tipologia LED) ed in classe di isolamento pari a II, di conseguenza le linee di messa a terra distribuite non saranno più necessarie;
- Le protezioni delle linee sui quadri elettrici dovranno garantire il coordinamento per sovracorrenti ma non per contatti indiretti in quanto si vuole realizzare l'impianto in classe II;
- I quadri elettrici dovranno essere rivisti sulla base di quanto detto prima per poter garantire le protezioni delle linee e il grado di isolamento;

L'impianto di illuminazione dovrà essere realizzato con lampade led ad ottica stradale dimmerabili in modo da aumentare il risparmio energetico regolando il giusto apporto luminoso durante le ore notturne.

Le lampade dovranno presentare doppio isolamento e non sarà necessario il collegamento all'impianto disperdente.

Ogni palo sarà munito di portella chiusa e nuova morsettiera in doppio isolamento con conduttura in cavo multipolare sino al corpo lampada per l'alimentazione elettrica.

I nuovi impianti dovranno essere costruiti in modo da garantire la massima sicurezza possibile.

Gli impianti dovranno essere realizzati con caratteristiche idonee rispetto ai fattori di rischio che i vari ambienti presentano in relazione alle diverse attività cui sono destinati; in particolare gli impianti saranno realizzati in modo da non subire eventuali influenze negative dell'ambiente nè da essere causa di danno all'ambiente stesso.

L'impianto di illuminazione da installare, dovrà garantire i valori di illuminamento medio richiesti dalla vigente norma EN 12464-1:2002(E).

3.2 CAVI E CONDUTTORI BT

3.2.1 TIPOLOGIA DEI CAVI

- Circuiti di distribuzione: cavi FG7(O)R 0,6/1kV, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi.
CEI 20-13 / CEI 20-22 II / CEI 20-35 / CEI 20-37 pt.2 / CEI 20-52

cavi ARE4*E4*X - 0,6/1 kV, Cavi autoportanti riuniti ad elica visibile per linee aeree, conduttore: corda rigida di alluminio crudo, classe 2 Isolamento in polietilene reticolato, guaina in polietilene reticolato di colore grigio - ENEL DC 4183 - ENEL DC 4908 - HD 626 w.r.t. CEI 20-58 w.r.t.
- Circuit terminali: cavi FG7(O)R 0,6/1kV, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi.
CEI 20-13 / CEI 20-22 II / CEI 20-35 / CEI 20-37 pt.2 / CEI 20-52

3.2.2 ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi elettrici per energia utilizzati nella parte di impianto di categoria II dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra (U_0) e tensione nominale (U) non inferiori a 0,6/1kV (sigla G7).

Tutti i cavi utilizzati dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi (CEI 20-22, 20-37, 20-38).

3.2.3 COLORI DISTINTIVI DEI CAVI E LORO IDENTIFICAZIONE

Se non diversamente indicato nella Norma CEI 64-8/5 art. da 514.3.2 a 514.3.8, l'identificazione dei conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti deve essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI EN 60446 vigente (Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici).

Il conduttore di neutro o di punto mediano deve essere contraddistinto dal colore blu per tutta la sua lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.2).

Il conduttore di protezione deve essere contraddistinto esclusivamente dalla combinazione bicolore giallo-verde e questa combinazione non deve essere usata per altri scopi, per tutta la loro lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.3).

I conduttori di fase, dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio e marrone (CEI 64-8 art. 514.3.6).

Tutte le linee dorsali dei circuiti, all'inizio ed al termine, dovranno essere contraddistinte da etichette riportanti la sigla o la denominazione del servizio effettuato, le medesime dovranno essere leggibili ed indelebili.

3.2.4 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI DI FASE

Le sezioni minime dei conduttori impiegati dovranno essere le sezioni minime indicate sugli elaborati di progetto, in ogni caso non devono essere superati i valori di portata ammessi, per le varie sezioni, tipi di conduttori, condizioni di posa e condizioni ambientali, dalla Tabella 52E della Norma CEI 64-8/5, articolo 524.1).

I cavi dovranno essere protetti a monte dalle sovracorrenti tramite interruttori magnetotermici o fusibili.

3.2.5 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase (CEI 64-8/5 art. 542.2):

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti polifase in cui i conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni (CEI 64-8/5 art. 542.3):

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possano percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

3.2.6 CONDUTTORI PER GLI IMPIANTI AUSILIARI

I cavi, per gli impianti ausiliari, dovranno avere sezioni superiori od uguali alle sezioni consigliate dal Costruttore delle apparecchiature ; tutti i cavi per impianti ausiliari dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, conformi alle Norme CEI 20-22.

3.2.7 CONDIZIONI DI POSA

Durante le operazioni di posa gli sforzi meccanici non dovranno essere applicati all'isolamento, ma alle anime dei conduttori, per i quali non si dovrà superare sollecitazioni superiori a 60 N per mm². Durante le operazioni di posa la temperatura non dovrà essere inferiore a 0°C per cavi isolati in PVC. Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente ; se quindi i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorrerà che essi siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che, la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

Il raggio minimo di curvatura dei conduttori non dovrà essere inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo.

3.3 QUADRI ELETTRICI

Tra qualunque coppia di interruttori che risultino posti in cascata, dovrà essere garantita la selettività, in modo che in caso di guasto intervenga soltanto la protezione immediatamente a monte del punto di guasto.

La selettività dovrà essere garantita per ogni tipo di guasto: sovraccarico, corto circuito di piccola o grande entità ed intervento differenziale e dovrà essere verificata, a cura dell'Appaltatore, sulla base delle apparecchiature installate.

Ogni quadro elettrico dovrà essere costituito da

- interruttore generale del quadro elettrico di tipo automatico magneto-termico con rèlè differenziale polivalente per controllo di guasti a terra (da prevedersi sia per impianti in classe I che in classe II) modulo differenziale I_d non inferiore a 300mA, protetto contro gli statti intempestivi;
- interruttori automatici magnetotermici unipolari / tetrapolari posti a protezione delle singole linee in partenza;
- apparecchi di inserzione del tipo crepuscolare;
- apparecchiature di manovra (contattori) con categoria di impiego AC-3;
- potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate non inferiore a 6kA.

3.3.1 NORME DI RIFERIMENTO

Per la costruzione dei quadri si dovrà fare riferimento alle seguenti norme:

- quadro: Norma CEI 23-51;
Norma CEI 17-13/1;
Norma CEI 17-43;
- interruttori: Norma IEC 947.2;

- interruttori di manovra-sezionatori: Norma IEC 947.3;
- gradi di protezione: Norma CEI 70.1;
Norma IEC 529.

Saranno inoltre rispettate le normative ed i regolamenti previsti dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni e le Direttive comunitarie.

I quadri elettrici dovranno soddisfare le specifiche tecniche delle direttive comunitarie per la marcatura CE.

Le apparecchiature facenti parte della fornitura dovranno essere previste per utilizzazione nelle condizioni normali di servizio seguenti:

3.3.2 DATI AMBIENTALI

Tipo di installazione, interno con posa fissa:

- temperatura ambiente: max = 40°C;
- temperatura ambiente: min = -5°C;
- temperatura ambiente valore medio: 24 h = 35 °C.

Condizioni atmosferiche:

- temperatura max: 40°C con umidità relativa del 50%;
- temperatura max: 20°C con umidità relativa del 90%;
- altitudine: luogo d'installazione ≤ 2000 m. s.l.m..

3.3.3 CARPENTERIA

Quadri in materiale isolante

I quadri dovranno essere adatti per la posa ad incasso nella parete oppure per la posa a vista e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione secondo le indicazioni di progetto;
- isolamento classe II;
- modulare;
- porta trasparente fumè incernierata verticalmente;
- contenitore in materiale termoplastico colore grigio RAL7035, autoestinguento e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650°C (prova del filo incandescente) secondo Norma IEC 695-2-1;
- resistenza agli urti: 6 joule;
- stabilità dimensionale in funzionamento continuo: da -20°C a +85°C;
- resistenza agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi ed oli minerali), agli agenti atmosferici e ai raggi UV;
- telaio porta profilati DIN;
- scatola da incasso predisposta con imbocchi sfondabili per l'entrata di tubi protettivi corrugati ;
- predisposizione per montaggio serratura a chiave;
- conformità alla Norma CEI 23-48, CEI 23-49 e IEC 670;
- marchio IMQ.

3.3.4 CABLAGGI

Le connessioni all'interno di ciascun quadro per i circuiti di potenza dovranno essere realizzate in cavo unipolare con tensione nominale $U_0/U = 450/750$ di tipo non propagante la fiamma ed a contenuta emissione di gas nocivi (norme CEI 20-22) con approvazione IMQ con colorazione dell'isolante tipo nero/marrone/grigio per le fasi, blu chiaro per neutro e giallo/verde per conduttori di collegamento a massa.

Le sezioni dei conduttori dovranno essere calcolate in modo tale da ridurre a valori contenuti gli effetti termici della dissipazione di calore.

L'identificazione delle fasi dovrà avvenire con colorazione sulle terminazioni.

I conduttori utilizzati per i circuiti ausiliari dovranno avere una sezione nominale di 2,5 mm². con colorazione dell'isolante tipo rosso per circuiti in alternata, blu per circuiti di comando in corrente continua e color arancio per circuiti con sorgente di tensione esterna.

L'identificazione dei conduttori dovrà avvenire con numerazione secondo le indicazioni dello schema mediante anelli segnafile in materiale plastico.

Le canalette contenenti i conduttori dovranno essere in materiale plastico del tipo a pettine con approvazione IMQ e non devono presentare un coefficiente di stipamento > del 50%.

Le connessioni principali all'interno dei quadri dovranno essere realizzate con barre di rame elettrolitico CU-ETP e dimensionate secondo i valori della tabella UNEL 01433-72.

Tutte le forature ed i serraggi dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni della tabella UNEL 01431-72.

Il sistema portabarre dei quadri dovrà essere dimensionato per le caratteristiche nominali specifiche dei quadri. La perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici dovrà essere dimostrata da prove, da calcoli secondo le norme, da software riconosciuto o da tabelle ricavate da prove di tipo.

Gli isolatori porta barre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili del tipo a pettine stampati in materiale isolante autoestinguento rinforzato con fibre di vetro, ancorati alla struttura tramite supporti metallici con viti in materiale isolante.

Le giunzioni delle barre dovranno essere realizzate in modo da garantire una superficie di contatto almeno pari a 5 volte lo spessore e con sistemi di serraggio dotati di metodi anti allentamento.

L'identificazione delle fasi e del neutro avverrà con simboli adesivi con scritta L1 - L2 - L3 - N.

3.3.5 INTERRUITORI AUTOMATICI

All'interno dei quadri elettrici dovranno essere installati tutti gli interruttori indicati negli schemi elettrici, i quali dovranno essere muniti di etichetta indelebile, indicante il circuito protetto e dovranno avere le seguenti caratteristiche :

Generalità

Gli interruttori con corrente nominale ininterrotta superiore a 63A, dovranno essere di tipo scatolato.

Gli interruttori di tipo scatolato dovranno avere i circuiti ausiliari segregati elettricamente dai circuiti di potenza e dovranno poter essere installati ed ispezionati dal fronte dell'apparecchio senza togliere il coperchio di protezione. I circuiti di potenza, e quindi le camere di interruzione, dovranno poter essere a loro volta ispezionati togliendo il suddetto coperchio in modo da poter rendere visibile lo stato di usura dei contatti.

Tutti gli accessori dovranno essere installabili anche in seguito alla messa in opera del quadro e dovranno poter essere applicati senza comportare alcuna sostituzione o perdita dei componenti dell'interruttore e senza modificare le dimensioni della cella. Gli accessori dovranno inoltre essere unificati cioè identici per diverse taglie di apparecchi, allo scopo di ridurre il più possibile le scorte a magazzino e quindi i tempi di disservizio qualora si renda necessario la loro sostituzione o aggiunta.

Gli interruttori con corrente nominale ininterrotta uguale o inferiore a 63A, dovranno essere di tipo modulare.

Gli interruttori di tipo modulare dovranno avere involucro autoestinguente e atossico: certificato UL carta gialla per il massimo grado di autoestinguenza (grado Vo a spessore di 1,6 mm) ed essere sottoposti al controllo dell'istituto DARMSTAD. Essi dovranno avere meccanica autoportante che comporta la mancanza di vincolo meccanico tra involucro e componenti meccanici interni.

Gli interruttori salvamotori modulari dovranno essere a struttura compatta, per montaggio su profilato DIN 35 mm con meccanica autoportante; tutti i contattori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra di loro intercambiabili.

La numerazione dei morsetti dovrà essere secondo le norme EN 50012.

I relè di protezione termica saranno montati direttamente sui contattori o, in caso di necessità, anche separatamente tramite apposito accessorio.

Tipi ed esecuzioni

Gli interruttori dovranno essere in esecuzione fissa.

Gli interruttori di tipo modulare dovranno essere equipaggiati con relè termomagnetico avente le seguenti funzioni:

- protezione da sovraccarico;
- protezione da corto circuito istantaneo.

Là dove richiesto dallo schema elettrico si dovrà prevedere il modulo differenziale di taratura indicata.

Comandi

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo diretto a mano con leva a scatto rapido avente manovra indipendente dall'operatore conforme alle Norme CEI 16-5 e CEI 64-8/5.

Prove

Gli interruttori di nuova posa dovranno essere collaudati presso la fabbrica del costruttore in conformità alle norme CEI 17-5 V edizione (fascicolo 1913E); inoltre dovranno essere forniti di certificati di prove di tipo su apparecchi simili effettuate nei laboratori del costruttore, in particolare per le seguenti prove:

- riscaldamento;
- breve durata;
- potere di interruzione e di chiusura;
- isolamento ad impulso ed a frequenza industriale.

3.3.6 CONTATTORI E RELÈ AUSILIARI

I contattori ed i relè ausiliari dovranno essere conformi alle Norme IEC 947-4-1 e IEC 1095, dovranno avere la possibilità di montare contatti ausiliari sotto forma di blocchetti aggiuntivi inseribili/asportabili anche in tempi successivi.

L'esecuzione dovrà essere del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato.
Dovranno essere provvisti di certificazione di conformità rilasciata da laboratori autorizzati.

3.3.7 MORSETTI

Le morsettiere dovranno essere ad elementi componibili fissate su profilato.
I morsetti dovranno essere realizzati con classe di isolamento secondo IEC 85, con materiale conduttore di ottone, rame o altro materiale ad alta conduttività e dovranno essere del tipo antiallentante.
Dovranno essere previsti setti sulle morsettiere per separare circuiti diversi.

3.4 IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA VALUTAZIONE DEI RISCHI

Essendo presente un Piano Regolatore dell'Illuminazione Pubblica del Comune di Valperga si è proceduto a verificare le installazioni di proprietà comunali censite come segue:

- la verifica degli apparecchi di illuminazione e della loro distribuzione sul territorio;
- la verifica quantitativa e la tipologia delle sorgenti luminose;
- la verifica dei sostegni e il loro impatto ambientale;
- la verifica delle caratteristiche delle linee elettriche di alimentazione dei centri luminosi;
- la verifica dei quadri elettrici con le relative protezioni dei circuiti.

Nel caso del traffico motorizzato, per valutare la riduzione massima della categoria illuminotecnica, il progettista deve ricordare che la luminanza media è correlata al livello di luminanza generale che consente la visibilità al conducente.

Al basso livello di illuminazione utilizzato per l'illuminazione stradale, la prestazione migliora con l'aumento della luminanza in termini di incremento della sensibilità al contrasto, incremento della acuità visiva e riduzione dell'abbagliamento.

Con apparecchi che emettono luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60, secondo la Norma UNI 11248 prevede che il progettista possa apportare la riduzione massima di una categoria illuminotecnica.

Gli apparecchi illuminanti scelti per l'efficientamento energetico dell'illuminazione pubblica del Comune di Valperga sono tutti a tecnologia Led e presentano un indice di resa cromatica pari a 80-85.

In base alle attuali normative UNI 11248 – EN 13201 che prendono in considerazione la classificazione delle strade ed i loro valori di illuminamento, si elencano di seguito i criteri di base e la valutazione dei rischi tenuti in considerazione per la redazione del progetto:

3.4.1 STRADA URBANA DI SCORRIMENTO - CLASSE "D"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la ME2, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

Considerato l'alta resa cromatica (maggiore di 60) delle lampade a Led, considerato la non eccessiva complessità del campo visivo, queste tipologie di strade saranno verificate con parametri illuminotecnici di **Categoria ME3b**

3.4.2 STRADA URBANA DI QUARTIERE - CLASSE "E"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la ME3b, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

Considerato l'alta resa cromatica (maggiore di 60) delle lampade a Led, considerato la non eccessiva complessità del campo visivo, queste tipologie di strade saranno verificate con parametri illuminotecnici di **Categoria ME4b**

3.4.3 STRADA LOCALE - CLASSE "F"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la CE3 / ME4b, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

Considerato l'alta resa cromatica (maggiore di 60) delle lampade a Led, considerato la non eccessiva complessità del campo visivo, queste tipologie di strade saranno verificate con parametri illuminotecnici di **Categoria ME5**

3.4.4 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI ILLUMINOTECNICI

Inoltre durante le ore notturne dopo un orario da concordarsi è possibile diminuire in percentuale il valore di illuminamento in virtù del fatto che il traffico veicolare diminuisce sino al 25% del traffico considerato "normale" nelle ore di punta.

Tale riduzione viene effettuata puntualmente lampada su lampada con possibilità di gestione e variazione dei parametri a posteriori tramite apposito software dedicato fornito a corredo dell'impianto.

In base alla normativa tecnica UNI 11248 – EN 13201 /1 è infatti possibile ridurre ulteriormente la categoria illuminotecnica qualora i valori del flusso di traffico diminuiscano del 25% (-1 categoria) e del 50% (-2 categorie).

Applicazione	Parametro d'influenza	Valori indicativi della UNI11248	Valori indicativi proposti
Estensione pari all'intero tratto stradale/pedonale/altro			
Stradale/Ciclo-Pedonale	Compito visivo normale	-1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1	-1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1
Stradale/Ciclo-Pedonale	Condizioni non conflittuali		
Stradale	Flusso del traffico <50% del massimo previsto per quella categoria		-1 (declassamento) non applicabile alla categoria A1
Stradale	Flusso del traffico <25% del massimo previsto per quella categoria	-2 (declassamento)	-2 (declassamento)
NON stradale	Quando i flussi di traffico veicolare e pedonale decrescono considerevolmente entro le ore 24	Non indicato	-1 (declassamento)
Pedonale/Aree di aggregazione	Ra>=60	-1 (declassamento)	-1 (declassamento)
	Ra<30	1 (incremento)	0
Pedonale/Aree di aggregazione	Pericolo di aggressione	1 (incremento)	1 (incremento)
Estensione limitata a zone di progetto molto ristrette			
Stradale	Segnaletica efficace nelle zone conflittuali	-1 (declassamento)	-1 (declassamento)
Stradale	In corrispondenza di svincoli o intersezioni a raso	1 (incremento)	1 (incremento)
Stradale	In prossimità di passaggi pedonali		
Stradale	In prossimità di dispositivi rallentatori		

A tal proposito, valutando il flusso di traffico nelle ore notturne delle vie oggetto di intervento nel territorio di Valperga si procede con la seguente scelta progettuale:

- Diminuzione del flusso luminoso del 10% rispetto al valore di partenza dopo le ore 23:00
- Diminuzione del flusso luminoso del 20% rispetto al valore di partenza dopo le ore 01:00

Tali riduzioni comunque rispettano i valori illuminotecnici richiesti dalla normativa per la tipologia di strada declassata di una categoria rispetto a quella di progetto.

Il declassamento non si applica per le lampade insistenti su piste ciclopedonali, parchi e piazze.

Tenuto conto dei suddetti parametri nella tavola di progetto relativa ai calcoli illuminotecnici si andranno ad analizzare tutte le strade inerenti all'area di intervento sul territorio di Valperga in base alla classe ed ai valori illuminotecnici rivisti nella valutazione dei rischi.

3.4.5 CONSIDERAZIONI SUGLI APPRESTAMENTI DI SICUREZZA ELETTRICA

Un impianto in classe II di isolamento è a mio avviso, anche in considerazione della tipologia di utenza, migliore a livello gestionale di un impianto in classe I.

Infatti, l'impianto in classe II è intrinsecamente più sicuro e meno soggetto ad interventi di verifica e manutenzione.

Negli impianti di classe II è vietato il collegamento alla rete di terra, a patto che tutti gli elementi siano di classe II.

Per la protezione dai contatti indiretti non è necessario usare il dispositivo differenziale.

Con l'efficientamento delle linee si intende rendere, l'impianto di illuminazione pubblica in classe II perciò laddove si necessiterà, verrà effettuata la sostituzione di morsettiera e cavo di alimentazione rendendo così il Sistema in Classe II.

Dove eventualmente non sarà possibile rendere il sistema in Classe II, verrà adottato come riferimento di Rt (resistenza di terra) il valore di 166,67Ω in quanto la corrente di intervento

differenziale adottata come standard è 300mA (vedasi esempio di calcolo nel capitolo precedente).

Ai fini di una più scrupolosa sicurezza e per uniformità di quadristica elettrica, si è deciso di installare comunque sempre la protezione differenziale anche laddove non necessaria.

Inoltre ai fini di escludere interventi intempestivi degli interruttori, saranno installate apparecchi magnetotermici in curva D in quanto meno sensibili ai sovraccarichi di natura esterna per esempio in occasione di fenomeni atmosferici.

Per tutti gli impianti in Classe II risulterà quindi non necessario il calcolo e la verifica periodica della R_t in quanto tale tipologia di impianto non necessita di collegamenti equipotenziali; nei casi sporadici in cui l'impianto a fine intervento dovesse invece restare in Classe I si darà segnalazione al Comune che preveda una pianificazione dei rilievi e delle verifiche periodiche di legge delle R_t che dovranno risultare in linea con il valore di $166,67\Omega$ di cui sopra adottata nei calcoli.

3.5 TIPOLOGIA DI LAMPADE E CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Le lampade utilizzate in fase di progettazione sono del tipo ad armatura stradale a Led ad alta efficienza con temperatura di colore 3500 °K massima come previsto dalla Legge regionale 9 febbraio 2018, n. 3. "Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31" (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche).

In particolare il punto 1 dell'allegato A "REQUISITI TECNICI MINIMI PER GLI IMPIANTI INSTALLATI O MODIFICATI DOPO L'ENTRATA IN VIGORE DELLA DELIBERAZIONE LEGISLATIVA APPROVATA DAL CONSIGLIO REGIONALE IL 1° FEBBRAIO 2018" comma b) esplicita quanto segue: *"sono equipaggiati con sorgenti luminose ad elevata tecnologia quali, al sodio ad alta pressione o analoghe, ma con efficienza delle sorgenti, per le lampade tradizionali, o dei moduli di sorgenti, per sorgenti a led, superiore ai 90 lumen su watt (lm/W) e una temperatura di colore uguale o inferiore a 3500 Kelvin (K)".*

Gli apparecchi di illuminazione saranno installati con inclinazione di 0° che unitamente al tipo di ottica garantiscono una intensità luminosa prossima a 0 cd/klm per almeno $g \geq 90^\circ$.

L'indice IPEA (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio) calcolato corrisponde alla "classe A++".

3.6 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA PER L'EROGAZIONE DI SERVIZI ORIENTATI ALLE SMART CITIES

L'adozione da parte del Comune di servizi tecnologici integrati consente di conoscere, comprendere e controllare lo stato della rete elettrica, degli apparati che la compongono e dei servizi erogati dalla stessa e sono sinonimi di sicurezza, efficienza e affidabilità, aspetti che spesso hanno un forte impatto economico sui Comuni.

Canavisa propone delle soluzioni utili per monitorare gli impianti di illuminazione pubblica, rilevare parametri ambientali e fornire dei dispositivi elettronici per l'informazione ai cittadini e la promozione turistica; gli stessi dispositivi permetteranno la connessione gratuita al Wi-Fi.

3.6.1 MONITORAGGIO E CONTROLLO RETE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Canavisia propone un sistema di monitoraggio da abbinare al modulo CBOX-03 (master) in grado di raccogliere i dati provenienti dalla linea elettrica di illuminazione pubblica e dai moduli aggiuntivi per le finalità di controllo, attuazione ed efficientamento degli impianti stessi. La comunicazione tra i moduli aggiuntivi e CBOX-03 è garantita da 3 canali di comunicazione, due radio in mesh e un terzo basato sulle onde convogliate in ridondanza. Questo sistema implica una migliore gestione dei moduli, una diminuzione del tempo di installazione e conseguentemente una riduzione dei costi dell'impianto. Più precisamente la tecnica di trasmissione ad onde convogliate e onde radio consente di:

- ricevere da ciascuna linea le informazioni sulle proprie condizioni di stato (acceso/spento) e/o di malfunzionamento (alert sullo stato della rete, consumi anomali);
- inviare a ciascuna linea di illuminazione le istruzioni per comandi di accensione/spengimento;
- inviare a ciascuna linea di illuminazione le istruzioni per comandi di funzionamento a piena potenza/potenza ridotta (per lampade dotate di alimentatori di potenza);
- inviare a ciascun punto luminoso istruzioni per la dimmerazione (per lampade dotate di alimentatori elettronici dimmerabili).

La parzializzazione degli impianti e/o la riduzione del flusso luminoso rispondono all'esigenza di razionalizzare la risorsa energetica in quegli orari e/o periodi in cui l'afflusso di persone e veicoli è ridotto creando benefici economici ed ambientali. Inoltre l'intensità luminosa può essere variata in base alle condizioni atmosferiche e di illuminazione naturale, garantendo un notevole risparmio energetico.

Il sistema prevede l'installazione di una **centralina di controllo CBOX-03** nel Comune e di una serie di **moduli multimeter** sui quadri elettrici della linea di illuminazione pubblica, dotati di pinze di corrente e collegamento al teleruttore / relè di potenza. Il sistema potrà essere implementato anche in step successivi con dei moduli sensor per rilevare l'illuminazione notturna, i parametri ambientali e di inquinamento. Il collegamento dei moduli per lo smart metering a CBOX-03 permette di esportare tutti i dati provenienti dall'impianto di illuminazione pubblica, inoltre la funzione di datalogging (opzionale) permette di salvare i dati su un database locale anche in assenza di connessione a Internet e di renderli nuovamente disponibili non appena ritorna la normale funzionalità.

Il sistema elettronico è in grado di rilevare i parametri caratteristici di funzionamento e di prendere contromisure automatiche per garantire la durata degli apparati. Il sistema registra inoltre i dati concernenti le ore di accensione, le ore di utilizzo delle linee e l'energia totale assorbita dal sistema.

3.6.2 CONTROLLO REMOTO

L'applicazione della comunicazione ad onde convogliate ed onde radio elimina la necessità di cablaggi aggiuntivi e presenta la flessibilità di attuare comandi in modo dinamico, in zone diverse e in orari diversi (modificabili in ogni momento a seconda delle necessità), per la parzializzazione degli impianti e/o la riduzione del flusso luminoso dei medesimi. Per variare la programmazione degli apparecchi dopo l'installazione, per consentire scenari dinamici evoluti e per eseguire un monitoraggio degli apparecchi in tempo reale è prevista l'installazione di un sistema di controllo remoto **System Dashboard**. La configurazione del sistema avviene attraverso un portale web accessibile da remoto via Internet che permette di impostare degli alert automatici personalizzati

che avvisano il Comune (via e-mail o APP con notifiche push) nel caso di eventuali anomalie del sistema ed accedere a grafici e report che presentano lo stato e le performance (attuali o storiche) di qualsiasi oggetto monitorato.

Alcuni esempi di applicazione di tale tecnologia prevedono:

- Monitoraggio dello stato della rete;
- Misurazione e visualizzazione delle performance;
- Visualizzazione di mappe di stato con le corrispondenti relazioni dell'infrastruttura;
- Incident Management: flessibilità delle soglie impostabili per ogni tipo di controllo es percentuale di assorbimento della rete
- Notifiche push attraverso APP dedicata ed E-Mail;
- Definizione dei contatti per l'invio delle notifiche e creazione di gruppi di utenti, definizione del processo di escalation;
- Grafici ambientali di temperatura, umidità, pressione atmosferica, luminosità, inquinamento da CO2 in abbinamento al modulo sensor

Poter disporre di un sistema che consente di monitorare l'intera infrastruttura di rete garantisce una più semplice e rapida risoluzione degli eventuali problemi che potrebbero insorgere e offrire un comfort superiore per chi usufruisce dei servizi.

3.6.3 INFORMAZIONI TURISTICHE DI PROSSIMITA'

I Beacon sono degli apparati che sfruttano la tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE) in grado di trasmettere informazioni, coupon promozionali o notifiche push di prossimità, generati in tempo reale in base alla prossimità di uno smartphone ad un luogo, una via, un'opera d'arte o un evento. Sono dispositivi economici e molto semplici, con una batteria capace di durare anni (possono essere dotati di celle fotovoltaiche) e hanno un raggio d'azione che varia da pochi centimetri a oltre 70 metri.

Comunicazione tramite APP: I sensori beacon abbinati ad una app o ad una piattaforma capace di tradurre in un determinato contenuto il codice inviato, sono in grado di veicolare qualunque tipo di informazione ed una vasta gamma di contenuti come coupon, foto, video, documenti, questionari, sondaggi, e molto altro ancora. Le informazioni appaiono sullo schermo dello smartphone / tablet e si può usufruire di un'infinita gamma di azioni marketing associabili ad uno o più Beacon, permettendo di personalizzare l'esperienza dell'utente in base ai suoi interessi, ai suoi spostamenti e alla prossimità (customer experience & proximity marketing).

Tra i vantaggi principali dei Beacon c'è la possibilità di personalizzare il messaggio da inviare al cittadino/ turista. Il Comune può infatti creare e personalizzare i messaggi direttamente da una piattaforma di amministrazione in base a variabili precise come il luogo in cui si trova una persona (di fronte ad un certo opera, in una piazza, all'interno di un preciso museo, percorso, punto di riposo, ecc.).

Il sistema che proponiamo prevede l'installazione di n. 5 apparati Beacon in altrettanti punti strategici del Comune e di inserire dei cartelli informativi su cui sarà predisposto un codice QR (un codice a barre bidimensionale o codice 2D) impiegato per memorizzare informazioni generalmente destinate a essere lette tramite uno smartphone o un tablet.

La lettura del codice QR da parte dello smartphone del cittadino / turista punterà su una pagina web dalla quale scaricare una applicazione (APP) sia per i dispositivi con sistema operativo Android che iOS per rilevare i segnali provenienti dai beacon installati.

I Beacon installati saranno in grado di trasmettere fino a 3 URL esterni che compariranno automaticamente sullo smartphone dell'utente e sarà lui a decidere se accedere all'informazione oppure declinare l'invito. L'APP sarà anche in grado di contare il numero di download e l'interazione tra cittadini / turisti e i link scelti dal Comune.

3.6.1 PANCHINA INTELLIGENTE

Le panchine intelligenti (Smart Bench) sono oggetti in grado di offrire al cittadino una serie di servizi di informazione e di intrattenimento e nel contempo contribuire al decoro urbano in modo innovativo e funzionale, sono capaci di comunicare, riprodurre musica, illuminarsi e rilevare dati ambientali.

Smart Bench è la soluzione made in Italy per rendere le nostre città sempre più innovative e abilitare la realizzazione della Smart City in cui gli oggetti della città diventano intelligenti e attivi a supporto dei cittadini e della Pubblica Amministrazione. Il Comune potrà offrire informazioni turistiche e guide, informare su eventi e manifestazioni, proporre musica e immagini sulla città.

In pratica ogni tipo di informazione multimediale può essere caricata e gestita dal cittadino semplicemente attraverso il proprio smartphone o tablet.

Per questo progetto prevediamo l'installazione di n. 2 Smart Bench modello Mira dotate di:

- Porte USB per la ricarica di smartphone e tablet;
- Sistema di ricarica wireless Qi in cui i telefoni dotati della tecnologia Qi non necessitano di cavi per la ricarica ma semplicemente appoggiando il proprio dispositivo sulla stazione di ricarica possono essere ricaricati
- Hotspot Wi-Fi
- Piattaforma di gestione per il Comune
- Piattaforma di gestione per l'utente
- Illuminazione notturna a base LED RGB
- Sensori di presenza (seduta e passaggio)
- Sensori ambientali (temperatura, umidità, pressione)
- Sensore di inquinamento da CO2

La panchina sarà in grado di connettersi a internet attraverso un router LAN, Wi-Fi o in alternativa SIM card 3G/4G. Il router è in grado di generare un'hotspot Wi-Fi attraverso cui le persone potranno navigare su internet e accedere ad un'interfaccia di gestione utente sulla quale reperire informazioni e contenuti multimediali legati al luogo di installazione

Piattaforma di gestione per l'utente: La Smart Bench Mira è dotata al suo interno di un Web Server integrato e di un hotspot Wi-Fi a cui le persone possono connettersi con i loro smartphone, tablet e pc. Il sistema permette di interagire con Smart Bench e condividere notizie, informazioni, promuovere attività culturali ed eventi presenti in zona.

L'utente (cittadino/turista che si collega al Wi-Fi di Smart Bench, viene automaticamente reindirizzato verso un'interfaccia web dalla quale, selezionando le diverse icone, ha la possibilità di interagire con Smart Bench (Audio, Illuminazione, Dati Ambientali) e ricevere informazioni legate al luogo di installazione (Collegamenti a siti web esterni, Documenti, Notizie, Previsioni meteo ecc..).

Ad esempio l'utente selezionando il tasto "Audio" ha la possibilità di riprodurre un messaggio presente nella playlist (es. spiegazione di un monumento o riproduzione di una musica

particolare), scegliere di ascoltare una web-radio tra quelle presenti nella lista oppure selezionare la modalità bluetooth per ascoltare un contenuto presente sul proprio dispositivo mobile.

Lo stesso principio si applica per la condivisione di informazioni, le icone una volta selezionate possono rimandare a siti web esterni, come ad esempio un sito web istituzionale, oppure si possono condividere notizie e aggiornamenti in tempo reale con gli RSS Feed, documenti di testo e infine previsioni meteo. La filosofia alla base di questo sistema è fornire informazioni "dove, come e quando servono"!



I dati rilevati dai sensori sono immagazzinati sul Web server interno e sono visualizzabili direttamente sull'interfaccia utente oppure possono essere inviati a un sito web esterno o essere scaricati per effettuare delle statistiche e report.

Piattaforma di gestione per il Comune: Il gestore di Smart Bench può decidere in ogni momento di aggiungere, modificare o eliminare un contenuto attraverso una piattaforma di gestione remota, raggiungibile da qualunque pc / desktop connesso a internet e utilizzando qualsiasi browser web. Il sistema di gestione è in grado di controllare lo stato delle funzionalità hardware presenti (Audio, Illuminazione, Sensori, Bluetooth) e segnalare eventuali disservizi. Lo stesso sistema viene utilizzato per modificare i parametri di funzionamento e aggiornare i contenuti multimediali presenti sull'interfaccia utente. Per il corretto monitoring e gestione è quindi necessario che ciascuna Smart Bench possa utilizzare verso l'esterno il protocollo HTTP e poter avviare una VPN PPTP verso i nostri server.

L'accesso alla piattaforma è protetto da una user ID e una password che viene fornita al cliente. La gestione delle funzionalità e dei contenuti multimediali può essere effettuata tramite il supporto dei nostri tecnici oppure in autonomia dal Comune.

3.7 SISTEMA DI TELECONTROLLO

Sarà installato un sistema di gestione e telecontrollo dell'impianto di illuminazione pubblica.

Tale sistema comprende la possibilità di dimmerare e quindi ridurre il flusso luminoso ogni linea per un miglior efficientamento dell'impianto per poi riportarla nelle condizioni ideali negli orari di maggior traffico ai fini della sicurezza stradale.

La programmazione avverrà per mezzo di specifico software o applicazione web collegato via wireless alle singole linee e permette di gestirne il dimmeraggio delle singole lampade porterà ad un valore di flusso luminoso in emissione minore rispetto al fabbisogno utile ottenendo un risparmio energetico ed una minore dispersione di luce nell'ambiente quando essa non è strettamente necessaria.

3.8 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

Saranno installate nr. 2 videocamere di sorveglianza per il controllo dell'area del parco dove verrà posizionata la panchina intelligente.

Tali videocamere saranno ad indirizzamento IP e dovranno essere integrate con il sistema bbell già attualmente esistente per il territorio del comune di Valperga.

Saranno della marca DAHUA modello HFW2421R-ZS-IRE6 con risoluzione 4 Megapixel compressione H265 complete di memoria SD a bordo per backup

3.9 FATTORI DI MANUTENZIONE MF

La perdita di efficienza luminosa del punto luce nel tempo determina il MF (fattore di manutenzione o maintenance factor) dovuto al decadimento nel tempo delle prestazioni della lampada e del corpo illuminante rispetto alle condizioni iniziali:

- le lampade subiscono un effetto di riduzione del flusso luminoso, inoltre vi è la mortalità nel tempo, che determina un abbassamento medio della prestazione generale di illuminazione;
- il corpo illuminante accusa l'invecchiamento della coppa, del riflettore e delle ottiche, l'accumulo di polvere e smog su coppa/vetro contribuisce ad abbassare le prestazioni.

Si indica di seguito i fattori MF delle lampade più comuni assunti in fase di progettazione:

Apparecchio con lampada SAP	0,80	vita media 32.000 ore
Apparecchio con lampada ioduri metallici	0,70	vita media 24.000 ore
Apparecchio con lampada LED	0,90	vita media 60.000 ore