



COMUNE DI NOVARA

Nuovi interventi in Ambito T12

Seconda Connessione - Nuova fermata di Agognate

STRALCIO A_Seconda Connessione

PROGETTO DEFINITIVO

R

Relazione impianti elettrici e piano di manutenzione

RAUM

engineering

RAUM ENGINEERING SRL

via XX settembre 38, 28100 Novara - ITALY

+39.0321.390335

PIVA/CF 02523870034

www.raum-engineering.com

Prima stesura:

Aprile 2021

Revisione 1:

Revisione 2:

Stesura finale:

Consegna:

g.1

INDICE

1 OGGETTO	2
RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	5
2.1 Cavi e conduttori	5
2.2 Protezione contro i contatti indiretti	6
2.3 Protezione delle condutture elettriche	6
3 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE	7
3.1 Generalità	7
4 CRITERI DI QUALITÀ NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE	17
4.1 Generalità	17
4.2 Individuazione delle categorie illuminotecniche	18
5 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA A PROGETTO	21
6 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).	22
7 DESCRIZIONE LAVORI	22
7.1 Generalità	22
7.2 Quadri elettrici	23
7.3 Distribuzione	23
7.4 Illuminazione	26
7.5 Calcolo degli indici di prestazione energetica	28
8 PIANO DI MANUTENZIONE	35
8.1 Premessa	35
8.2 Manutenzione linee alimentazioni principali BT	36
8.3 Manutenzione distribuzione forza motrice	37
8.4 Manutenzione quadri di distribuzione	38
8.5 Manutenzione impianto di illuminazione	39

ELABORATI GRAFICI

Illuminazione pubblica stradale

I progettisti si riservano a termini di legge la proprietà di questo elaborato, con divieto di riprodurlo anche parzialmente e renderlo comunque noto a terzi.

1 OGGETTO

Scopo della presente relazione tecnica è la descrizione delle caratteristiche tecniche ed i criteri di calcolo adottati nel dimensionamento degli impianti di illuminazione pubblica previsti a servizio del secondo accesso dell'Ambito T12 di Agognate nel territorio comunale di Novara .

Nel seguito sono indicate le disposizioni tecniche da rispettare, il modo di eseguire i lavori e i tipi di materiali da impiegare.

Per quanto non espressamente indicato si deve fare riferimento alle norme CEI nella loro globalità.

L'impianto elettrico in considerazione è alimentato in bassa tensione da rete ENEL (**400V**) ed è del tipo **TT**.

Essendo $50V < V_n < 1000V$ trattasi di un sistema di **I categoria**.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le caratteristiche dell'impianto, nonché dei componenti dello stesso, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare devono essere conformi:

LEGGI E DECRETI

- Decreto legislativo 285/1992: "Nuovo Codice della Strada", Decreto legislativo 9/2002 e s.m.i.;
 - DPR 495/1992: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
 - Decreto legislativo 360/1993: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada";
 - DM 6792/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i.;
 - Legge 10/1991: "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", D.lgs. n°192 del 2005, D.lgs. n°311 del 2006 e s.m.i.
 - DECRETO 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.

- Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica illuminazione Pubblica Amministrazione ovvero Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PAN GPP) – del 28-04-2018;

Legislazione della Regione Piemonte

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),

NORME TECNICHE

- Norma UNI EN 13201-2-3 – 2016: "Illuminazione stradale – Prescrizioni prestazionali; Calcolo delle prestazioni";
 - Norma UNI 11248 (2016): "Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche";
 - Norma UNI 10819: "Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
 - Norma UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica";
 - Norma CEI EN 60598: "Apparecchi di illuminazione";
 - Norma CEI 34-33: "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale";
 - Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale;
 - Norma CEI 11-4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
 - Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
 - Norma CEI 64-7: "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
 - Norma CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V" (parte 7 sezione 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno");
 - Norme CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria";
-

- Norme CEI-UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa interrata”.

CEI 0-2	<i>Guida per la definizione della documentazione di progetto di impianti elettrici</i>
CEI 64-8	<i>Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua</i>
CEI 64-8	<i>Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua</i>
CEI 17-5	<i>Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici</i>
CEI 16-4	<i>Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori</i>
CEI 17-113	<i>Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali</i>
CEI 17-113	<i>Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza</i>

Le seguenti indicazioni hanno solo lo scopo di ricordare all'installatore le principali norme che devono essere rispettate nell'esecuzione degli impianti.

Tale elenco non è limitativo; infatti sono da applicarsi le norme vigenti nella loro globalità.

2 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

2.1 CAVI E CONDUTTORI

a) isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti ad una tensione nominale verso terra e ad una tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:

le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024/1-97 e CEI-UNEL 35024/2-97.

Indipendentemente dai valori ricavati con le presenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- **0,75 mm²**, per circuiti di segnalazione e telecomando;
- **1,5 mm²**, per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2 kW;
- **2,5 mm²**, per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;

d) sezione minima dei conduttori di neutro:

la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm².

Tutti i cavi utilizzati dovranno avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;

e) sezione minima dei conduttori di terra:

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta, con i minimi di seguito indicati:

<i>Posa</i>	<i>Sezione minima [mm²]</i>	
	<i>Rame</i>	<i>Acciaio Zn</i>
Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16	16
Non protetto contro la corrosione	25	50
Protetto meccanicamente	CEI 64-8/5 art. 543.1	

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

f) Caduta di tensione ammessa

La caduta di tensione ammessa è pari al 5%

2.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili di acqua, gas e altre tubazioni entranti nell'edificio, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

2.3 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

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

$$I^2 t \leq K s^2$$

norme CEI 64-8, art. 434.4.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica I^2t , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Tutti gli impianti che alimentano utenze dislocate nei locali devono essere derivati da un quadro, sul quale devono essere installate le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione.

3 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

3.1 GENERALITÀ

3.1.1 Conformità alle norme

Apparecchiature

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei paesi dell'Unione Europea.

In assenza di marchio, di attestato o di una relazione di conformità rilasciata da un organismo autorizzato, ai sensi dell'art. 7 della legge 791/77 (direttiva Bassa Tensione), i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore. Si può ricorrere alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Dal 1° gennaio 1997 inoltre il materiale elettrico di bassa tensione deve recare la marcatura CE che attesta la rispondenza alla relativa direttiva europea, in particolare ai requisiti di sicurezza ivi indicati.

Impianti

Gli impianti devono essere realizzati a **regola d'arte**.

Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) secondo l'art. 2 della Legge 1 marzo 1968, n. 186.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto ed, in particolare, devono essere conformi:

- alle prescrizioni delle norme CEI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o comunque, dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica.

3.1.2 Interruttori automatici

Il potere di cortocircuito degli interruttori automatici magnetotermici deve essere almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Gli interruttori automatici bipolari possono avere anche un solo polo protetto. Ciò è consentito anche nei circuiti fase-fase, tenuto conto della protezione differenziale, generale o sul singolo circuito.

Gli interruttori automatici onnipolari, conformi alla norma CEI 23-3, assicurano anche il sezionamento del circuito (sistemi TT).

Gli interruttori automatici più utilizzati negli impianti degli edifici civili hanno caratteristica di intervento di tipo C.

Come interruttori differenziali per usi civili si utilizzano in genere interruttori con $I_{dn} = 30\text{mA}$ al fine di garantire anche una protezione addizionale contro i contatti diretti.

Uno stesso interruttore differenziale può proteggere più circuiti; aumentando il numero dei circuiti non si perde in sicurezza, ma in selettività.

Occorre quindi trovare un compromesso tra economia e continuità di servizio.

Gli interruttori differenziali con $I_{dn} = 10\text{mA}$ possono essere utilizzati per proteggere la singola presa o il singolo circuito di modesta estensione.

3.1.3 Quadri elettrici

L'uso di quadretti in materiale isolante (autoestinguente) evita il pericolo di contatto indiretto per guasto a terra all'ingresso del quadro.

Si ricorda inoltre che non è necessario collegare a terra il profilato DIN per il fissaggio degli interruttori, posto all'interno del quadro.

In alternativa il quadro può essere metallico; ma allora occorre un interruttore differenziale a monte, oppure un doppio isolamento fino ai morsetti del primo interruttore differenziale installato sul quadro.

Se i circuiti sono monofase, la corrente nominale del quadro non supera 32A e l'involucro è conforme alla norma CEI 23-49, la norma CEI 23-51 non richiede alcun calcolo o verifica particolare; in pratica è sufficiente targare il quadro. La targa, posta anche dietro una copertura mobile, deve riportare il nome o marchio del costruttore, il tipo o altro mezzo di identificazione, tensione e corrente nominali.

Negli altri casi (circuiti monofasi superiori a 32A o trifasi) fino a 125A, occorre effettuare la valutazione analitica della temperatura nel quadro (norma CEI 23-51).

3.1.4 Tipi di cavi per energia

Per la realizzazione degli impianti negli edifici civili i tipi di cavi più utilizzati e consentiti dalle norme CEI 20-40, CEI 20-20, CEI 20-35, CEI 20-22, CEI 20-13, CEI 20-14 sono:

All'interno

- FS17 cavo unipolare isolato in PVC
- FG16OR16 0,6/1kV cavo multipolare isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC

All'esterno dell'edificio e impianti interrati

- FG16R16 0,6/1kV cavo multipolare isolato in gomma di qualità G7 con guaina in PVC

Colori distintivi

Come noto, si deve utilizzare il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. La norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase.

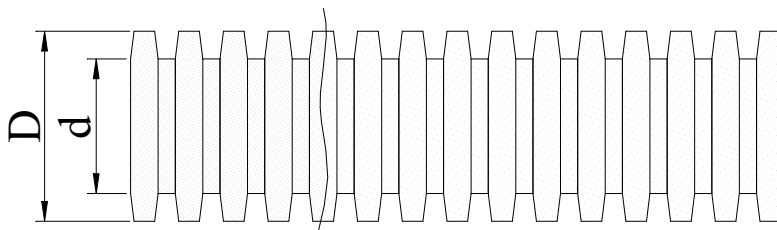
Per i circuiti SELV (Bassissima Tensione di Sicurezza) è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

3.1.5 Tubi protettivi e canali

I tubi, flessibili o rigidi, in materiale isolante per posa sotto pavimento devono essere del tipo pesante; i tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sotto traccia, a parete od a soffitto.

TUBO FLESSIBILE (CEI 23-14)

Figura 1 – Tipo Pesante Tipo Leggero
Tipi e Colore nero: sigla "P" Colore grigio (RAL 7035): sigla "L"



dimensioni dei tubi protettivi flessibili in PVC.

In genere il colore del tubo flessibile pesante è nero, ma la norma ammette qualsiasi colore ad eccezione del giallo, arancio, rosso e grigio.

TIPO									
L e P	D (mm) grandezza	16	20	25	32	40	50	63	
	d (mm)	10,7	14,1	18,3	24,3	31,2	39,6	50,6	

TUBO RIGIDO (CEI 23-8)

Tipo Pesante Tipo Leggero
 Colore nero e grigio: sigla "P" Colore grigio (RAL 7035): sigla "L"

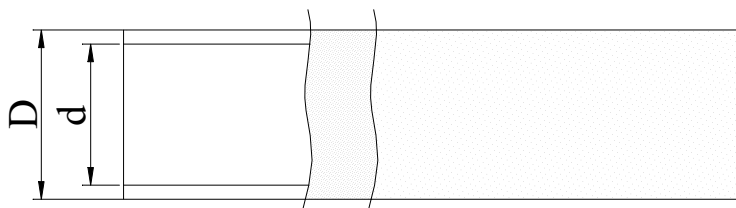


Figura 2 – Tipi e dimensioni dei tubi protettivi rigidi in PVC.

Il colore grigio del tubo pesante deve essere ovviamente diverso dal grigio RAL 7035 riservato al tubo leggero. La norma ammette qualsiasi colore ad eccezione del giallo, arancio, rosso e grigio.

TIPO								
L e P	D (mm) grandezza	16	20	25	32	40	50	63
	d (mm)	10,7	14,1	18,3	24,3	31,2	39,6	50,6

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Nei canali la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso.

Costipamento tubazioni e canali

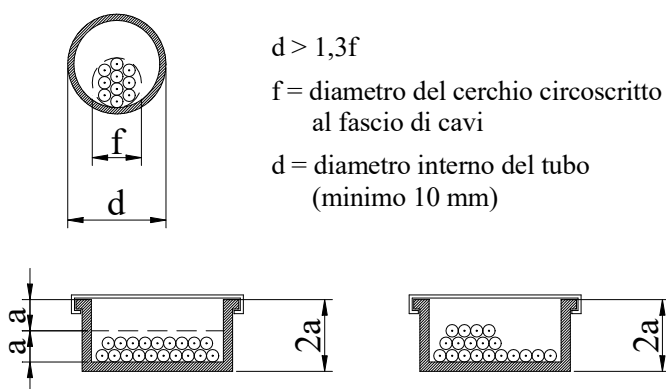


Figura 3 – Costipamento di tubazioni e canali.

Il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà della sezione del canale.

I canali devono essere conformi alla norma CEI 23-32 (montanti) ed alla norma CEI 23-19 (battiscopa). Un tubo protettivo viene designato con il diametro esterno (grandezza). Il tubo deve avere in ogni caso il diametro interno di almeno 10mm che corrisponde ad un diametro esterno di 14mm. Poiché la variante V1 del 1982 alla norma CEI 23-14 non prevede più questo diametro, occorre utilizzare tubi con diametro esterno di almeno 16mm. In ogni caso è consigliabile utilizzare tubi protettivi di grandezza minima 20mm, anche in previsione di eventuali modifiche o aggiunte.

Si riportano di seguito le tabelle indicanti la grandezza minima che devono avere i tubi protettivi, rispettivamente flessibili e rigidi, in relazione alla sezione e al numero di cavi.

DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (U ₀ /U = 450/750 V)							
Cavi		SEZIONE (mm ²)					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	20	20	25	32	
	3	16	20	25	32	32	
	4	20	20	25	32	32	
	5	20	25	25	32	40	
	6	20	25	32	32	40	
	7	20	25	32	32	40	
	8	25	32	32	40	50	
	9	25	32	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	20	25	25	32	40
		2	32	40	50	50	63
		3	40	50	50	63	---
	Tripolare	1	20	25	25	32	40
		2	40	40	50	63	63
		3	40	50	50	63	---
	Quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	---
		3	50	50	63	---	---

DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI ($U_0/U = 0,6/1$ kV)						
Cavi		SEZIONE (mm ²)				
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10
Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina)	1	25	25	25	25	32
	2	40	40	50	50	50
	3	50	50	50	63	63
	4	50	50	63	63	---
	5	63	63	63	63	---
	6	63	63	63	---	---
	7	63	63	63	---	---
	8	---	---	---	---	---
	9	---	---	---	---	---
Cavo Multipolare PVC o gomma	Bipolare	1	25	32	32	40
		2	50	50	63	63
		3	63	63	63	---
	Tripolare	1	25	32	32	40
		2	50	50	63	63
		3	63	63	63	---
	Quadripolare	1	32	32	32	40
		2	50	63	63	---
		3	63	63	---	---

DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI RIGIDI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (U ₀ /U = 450/750 V)							
Cavi		SEZIONE (mm ²)					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	16	16	20	25	
	3	16	16	20	25	32	
	4	16	20	20	25	32	
	5	20	20	20	25	32	
	6	20	20	25	32	40	
	7	20	20	25	32	40	
	8	25	25	32	40	50	
	9	25	25	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	---
		3	40	40	50	50	---
	Tripolare	1	16	20	20	25	40
		2	32	40	40	50	---
		3	40	50	50	---	---
	Quadripolare	1	20	20	25	32	40
		2	40	40	50	50	---
		3	40	50	50	---	---

DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI RIGIDI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (U ₀ /U = 0,6/1 kV)							
Cavi		SEZIONE (mm ²)					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina)	1	20	20	20	25	50	
	2	40	40	40	40	50	
	3	40	50	50	50	---	
	4	50	50	50	50	---	
	5	50	50	---	---	---	
	6	---	---	---	---	---	
	7	---	---	---	---	---	
	8	---	---	---	---	---	
	9	---	---	---	---	---	
Cavo Multipolare PVC o gomma	Bipolare	1	25	25	25	32	32
		2	40	50	50	---	---
		3	50	50	---	---	---
	Tripolare	1	25	25	25	32	32
		2	50	50	50	---	---
		3	50	50	---	---	---
	Quadripolare	1	25	25	32	32	40
		2	50	50	---	---	---
		3	---	---	---	---	---

3.1.6 Cassette

I coperchi delle cassette devono essere “saldamente fissati”.

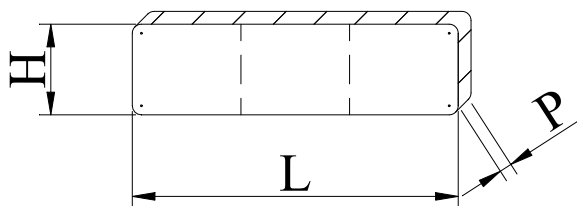
Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti, mentre sono sconsigliabili i coperchi ancorati con graffette.

È buona norma che giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

In tabella si indicano per ogni cassetta il numero massimo dei tubi attestabili, in relazione alla grandezza dei tubi stessi.

È inoltre consigliabile attestare le tubazioni in modo da evitare eccessivi intrecci di cavi.

DIMENSIONI INTERNE (LxHxP) in mm	PREDISPOSIZIONE NUMERO SCOMPARTI	GRANDEZZA DEL TUBO (mm)						
		φ16	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ63
90x90x45	1	7	4	3	---	---	---	---
120x100x50	1	10	6	4	---	---	---	---
120x100x70	1	14	9	6	---	---	---	---
150x100x70	1	18	12	8	4	4	2	---
160x130x70	1	20	12	8	6	4	2	---
200x150x70	2	24	16	10	6	4	4	---
300x150x70	3	---	24	16	10	6	5	2
390x150x70	4	---	---	20	12	8	6	3
480x160x70	3	---	---	24	16	10	6	4
520x200x80	3	---	---	---	---	12	8	6



La tabella è stata ricavata nell'ipotesi che le tubazioni attestate alle cassette contengano il numero massimo di cavi ammessi e che il volume occupato dalle giunzioni e dai cavi non superi il 50 % del volume interno della cassetta.

3.1.7 Apparecchi di comando

Nei circuiti bipolari (fase-fase o fase-neutro) gli interruttori di comando, ad esempio per il circuito luce, possono essere unipolari, ma sui circuiti fase-neutro devono essere inseriti sul conduttore di fase.

Gli interruttori di comando, i deviatori e gli invertitori per i punti luce sono da 10 A; gli interruttori per le prese comandate devono avere la stessa corrente nominale della presa.

3.1.8 Posa delle condutture

Per conduttura si intende l'insieme dei conduttori elettrici e degli elementi che assicurano l'isolamento, il supporto, il fissaggio e l'eventuale protezione meccanica.

I tubi protettivi, le cassette e le scatole per l'impianto di energia, per impianti telefonici, segnali TV, segnalazione (SELV) vanno tenute distinte fra loro (solo se i conduttori di un circuito SELV hanno lo stesso isolamento dei conduttori dell'impianto di energia, possono essere posati nella stessa tubazione).

Si raccomanda di non installare prese di energia appartenenti a circuiti diversi nella medesima scatola.

I tubi protettivi installati nella parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo allo spigolo della parete. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi.

Il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare i cavi. Si considera adeguato un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo; il che permette anche di infilare più facilmente i cavi.

Le condutture non devono sconfinare in altre unità immobiliari.

Le condutture elettriche non devono essere installate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi e vapori, a meno che non siano protette dagli eventuali effetti dannosi.

Quando gli apparecchi utilizzatori, ad esempio gli apparecchi di illuminazione, non siano stati installati, l'estremità dei conduttori deve essere protetta contro i contatti diretti, ad esempio mediante nastratura.

3.1.9 Connessioni

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite) aventi grado di protezione IPXXB; non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni quelle eseguite con attorcigliamento e nastratura.

Il grado di protezione IPXXB indica che le parti attive, cioè le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non sono accessibili al dito di prova.

È ammesso l'entra-esce sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte.

I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette; non sono ammessi nei tubi e sono fortemente sconsigliati nelle scatole porta-apparecchi.

4 CRITERI DI QUALITÀ NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE

4.1 GENERALITÀ

La norma UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche" indica i requisiti illuminotecnici qualitativi e quantitativi da considerare nel progetto degli impianti d'illuminazione stradale;

essa è applicabile a tutte le strade rettilinee o in curva*, siano esse urbane o extraurbane, con traffico esclusivamente motorizzato o misto.

Le grandezze fotometriche cui fare riferimento per garantire un corretto compito visivo agli utenti delle strade sono:

- luminanza** media mantenuta del manto stradale (L_m [cd/m²]);
- uniformità generale*** (U_0) e Longitudinale**** (U_l) di detta luminanza;
- indice di abbagliamento debilitante causato dall'installazione (TI [%]);
- spettro di emissione delle lampade;
- guida ottica.

Livello di luminanza

Dal livello di luminanza dipende il potere di rivelazione, inteso come percentuale di un insieme definito di oggetti percepibile dal conducente in ogni punto della strada. Il potere di rivelazione aumenta all'aumentare della luminanza media del manto stradale, con andamento dipendente dall'uniformità e dal grado di abbagliamento debilitante prodotto dall'impianto.

Uniformità di luminanza

Generalmente, il parametro utilizzato per descrivere la distribuzione delle luminanze sulla superficie stradale il rapporto $U_0 = L_{min}/L_m$, dove L_{min} è la luminanza puntuale minima e L_m è quella media sull'intera superficie stradale. Il potere di rivelazione cresce con U_0 , con andamento dipendente anche dal grado di abbagliamento debilitante.

Abbagliamento debilitante

L'effetto dell'abbagliamento debilitante è quello di ridurre notevolmente il potere di rivelazione. Il parametro generalmente utilizzato per quantificare l'abbagliamento debilitante è l'indice TI .

Spettro di emissione delle lampade

I tipi di sorgenti luminose ritenuti idonei per l'illuminazione stradale sono numerosi e differiscono considerevolmente tra di loro per la composizione spettrale della luce emessa. La "distanza di visibilità" dipende sensibilmente dallo spettro di emissione. Dallo spettro di emissione dipendono:

- l'acuità visiva;
 - l'impressione di luminosità a parità di luminanza della superficie stradale;
 - la velocità di percezione;
 - il tempo di recupero visivo dopo essere stati soggetti ad abbagliamento.
-

Guida ottica

Per guida ottica s'intende la capacità di un impianto di illuminazione di dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire fino ad una distanza che dipende dalla massima velocità permessa su quel tronco di strada. La guida ottica contribuisce alla sicurezza e alla facilità della guida. Pertanto essa è particolarmente importante per le intersezioni. Tra i fattori che influiscono sull'guida ottica nelle intersezioni vi sono il colore della luce, l'altezza dei pali, il livello di luminanza, la disposizione dei centri luminosi. I valori di tali grandezze sono riportati in funzione dell'indice della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, a sua volta dipendente dalla classificazione della strada in funzione del tipo di traffico.

La norma raccomanda inoltre che sia evitata ogni discontinuità ad eccezione dei punti singolari intenzionalmente introdotti per attirare l'attenzione dei conducenti. La successione dei centri luminosi, l'intensità ed il colore della luce emessa devono cioè garantire la cosiddetta "guida ottica" (o visiva) cioè dare all'utente un'immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

* Con raggio di curvatura non minore di 200 m, e con fondo stradale asciutto.

** Rapporto tra l'intensità proveniente da una superficie luminosa in una data direzione e l'area apparente di quella superficie. Luminanza media mantenuta: valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle peggiori condizioni d'invecchiamento e insudiciamento dell'impianto.

*** Rapporto fra luminanza minima e media su tutta la strada.

**** Rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzarota di ciascuna corsia.

4.2 INDIVIDUZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Ai fini della progettazione illuminotecnica risulta fondamentale definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito. A questo scopo si definiscono le seguenti categorie:

- Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi: tale categoria deriva direttamente dalle leggi e dalle norme di settore, la classificazione non è normalmente di competenza del progettista ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione.
- Categoria illuminotecnica di progetto: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.
- Categorie illuminotecniche di esercizio: in relazione all'analisi dei parametri di influenza e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza.

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono essere rispettati. In caso di mancanza di strumenti di pianificazione (PRIC o PUT), la classificazione illuminotecnica avviene applicando la norma UNI 11248 e la norma EN 13201.

Classificazione stradale e categoria illuminotecnica

La classificazione stradale deve essere comunicata al progettista dal committente o dal gestore della strada, valutate le reali condizioni ed esigenze.

Le categorie illuminotecniche di ingresso dipendono dai tipi di strada delle zone di studio e sono sintetizzate nella tabella seguente in funzione del vigente Codice Stradale e del DM 6792 del 5/11/2001.

prospetto

1

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3) Vedere punto 6.3.

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] $\text{cd} \times \text{m}^2$	U_o [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{El}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

- a) L'uniformità longitudinale (U_l) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.
- b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- c) I valori indicati nella colonna f_{T1} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}^{a)}$ [minimo mantenuto] lx	E_{min} [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

- a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di $\bar{E}$ indicato per la categoria.

prospetto 2

Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

5 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA A PROGETTO

La categoria illuminotecnica di progetto si determina sulla base della valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

La tabella seguente riporta l'indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza.

PARAMETRI DI INFLUENZA	RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone non conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Nel caso specifico delle strade nell'area di intervento sono state scelte le seguenti categorie illuminotecniche:

- Suddivisione in categorie delle strade

Strada	Cat. di ingresso	Cat. di progetto	Cat. di esercizio
Strada 1	M2	M3	M3
Rotatoria 1	C2	C2	C2

6 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).

Sulla base delle modifiche introdotte dalla legge Regionale 9 febbraio 2018 n. 3 gli impianti in progetto risponderanno ai seguenti requisiti:

a) saranno costituiti da apparecchi illuminanti aventi, nella posizione di installazione, un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso per angoli gamma maggiori o uguali a 90 gradi;

b) saranno 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);

c) manterranno una luminanza media delle superfici da illuminare o illuminamenti non superiori ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza con le relative tolleranze di misura;

d) avranno l'efficienza minima prescritta dai presenti criteri, ed in particolare:

1) impiegano, nei nuovi impianti di illuminazione di percorsi, quali strade e percorsi pedonali e ciclabili, rapporti fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose superiore al valore di 3,7:

Nuova strada di collegamento : $i = 30 \text{ m}$; $H_{\text{sost.}} = 8,00 \text{ m}$

2) saranno realizzati con apparecchi che garantiranno, a parità di luminanza o illuminamento, impegni ridotti di potenza elettrica, e ridotti costi manutentivi, con indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio illuminante (IPEA) uguale o superiore a quello minimo prescritto dai criteri minimi ambientali ministeriali (CAM);

3) avranno un indice parametrizzato di efficienza dell'impianto di illuminazione (IPEI) uguale o superiore a quello minimo prescritto nei CAM;

e) saranno provvisti di sistemi in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura uguale o superiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività entro le ore 24.

7 DESCRIZIONE LAVORI

7.1 GENERALITÀ

L'area di intervento è stata suddivisa in 3 impianti di illuminazione pubblica, n.1 impianto a servizio di Illuminazione stradale, n.1 impianto a servizio di zona parcheggio e n.1 impianto a servizio di itinerario ciclo pedonale, ciascuno collegato allo stesso contatore di fornitura di energia elettrica.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati nell'impianto elettrico dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle

azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

7.2 QUADRI ELETTRICI

I dispositivi di protezione e comando generali d'impianto saranno raccolti in un unico quadro elettrico (QE01) ubicato a sua volta all'interno di un armadio di tipo stradale in vetroresina così come il n.1 quadro di secondo livello QES1 atto a sezionare la zona parcheggio e il tratto di itinerario ciclo pedonale.

L'armadio del quadro di primo livello sarà costituito da due vani sovrapposti: quello superiore per l'alloggiamento del contatore di energia elettrica e quello inferiore per il quadro elettrico.

Si rammenta che i quadri elettrici saranno costruiti e verificati in conformità alla norma CEI EN 61439 e alla norma CEI 23-51.

Saranno realizzati in materiale termoplastico con sistema modulare in classe II e dovranno possedere un grado di protezione non inferiore a IP55, secondo la Norma CEI EN 60259; tenuta all'impatto minimo 20 J secondo CEI EN 60439-5. A sportelli aperti le parti interne del quadro avranno grado di protezione almeno IP20.

Gli involucri saranno marcati internamente in modo chiaro ed indelebile su apposita targhetta identificativa l'anno di fabbricazione, la denominazione del modello, il nome o marchio del costruttore, il numero di serie, marcatura CE, il grado di protezione IP e l'isolamento.

Internamente agli involucri dei quadri sarà posizionata una busta porta documenti contenente:

- dichiarazione di conformità;
- rapporto di prova;
- schema elettrico unifilare e funzionale completo di siglatura conduttori e morsetti;
- caratteristiche tecniche componenti;
- manuali di uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- targa di avviso riportante la scritta "LAVORI IN CORSO – NON EFFETTUARE MANOVRE".

7.3 DISTRIBUZIONE

Condutture

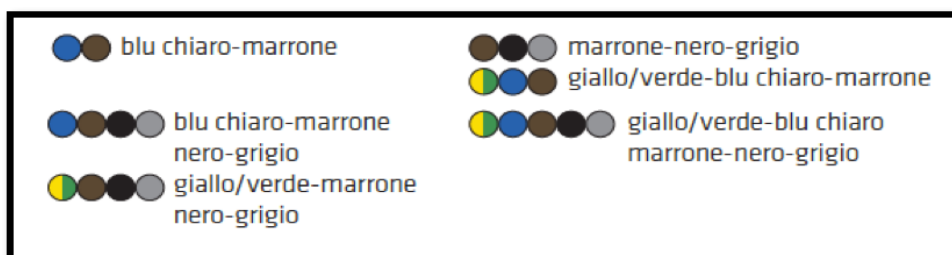
Le linee di alimentazione dorsali degli impianti, previste per la posa interrata entro tubazione corrugata, saranno realizzate con cavi del tipo unipolare flessibile, tipo FG16R16 0,6 - 1kV sezione 10mmq, per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G16, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi, in accordo al Regolamento Europeo CPR UE 305/11, e rispondente alla norma CEI 20-13.

Le linee di derivazione dell'alimentazione dalla portella palo ai punti luce saranno realizzate con cavi del tipo multipolare flessibile, tipo FG16OR16 0,6 - 1kV sezione 2x2,5

mmq, per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G16, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi, in accordo al Regolamento Europeo CPR UE 305/11, e rispondente alla norma CEI 20-13.

Nello specifico:

- Cavo: FG16R16 - FG16OR16 - 0,6/1 kV - G16TOP;
- Norma CEI 20-13;
- Anima: Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- Isolante: Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- Colori delle anime:



- Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde
- Guaina: in PVC speciale di qualità R16, colore grigio
- Marcatura: stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m: PRYSMIAN (G) FG16OR16 G16 TOP 0.6/1 kV. X.... Cca-s3, d1, a3 IEMMEQU EFP anno Marcatura metrica progressiva
- Conforme: conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea - Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)
- Applicazione: Adatti per alimentazione e trasporto di energia e/o segnali nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.
- Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi simili. Possono essere direttamente interrati.
- Morsetti: volanti a mantello anti-tranciatura, testa esagonale, a isolamento completo, per l'allacciamento di conduttori sino alla sezione di 2x18 mmq
- Nastro agglomerante: Nastro a base di Poli-ISO butilene (PIB), formato da uno speciale composto auto agglomerante che, in applicazione, si fonde su sé stesso formando un blocco unico impermeabile e resistente agli acidi.
- Applicazioni: Isolamento elettrico /protezione di giunzioni e riparazione di cavi elettrici sia in aria che interrati.

Nel caso di punti luce doppi su di unostesso palo, le linee di alimentazione di derivazione saranno singolarmente dedicate per ciascuna lampada.

I punti luce saranno collegati alternativamente, in modo ciclico, sulle tre fasi.

Legiunzioni delle linee dorsali saranno presenti esclusivamente all'interno dei pozzetti e dovranno esserecostruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori.

Contestualmente alla posa delle linee, su ciascun conduttore saranno indicati il circuito e la fase diappartenenza, tale indicazione sarà la stessa riportata nei quadri elettrici in prossimità dell'interruttorecorrispondente.

Cavidotti

La distribuzione delle condutture sarà realizzata in cavidotto interrato dedicato.

Le tubazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee saranno realizzate esclusivamente con tubo rigido a doppiostrato (liscio all'interno, corrugato all'esterno), serie pesante, in polietilene ad alta densità, resistenza allo schiacciamento di 750 Newton, conforme alla norma CEI 23-116, contrassegnato dalMarchio Italiano di Qualità, corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l'idoneo accoppiamento, avente diametro nominale 110 mm.

Sostegni

I pali di sostegno, concordati con il proprietario dell'impianto, saranno conformi alla norma europea UNI EN 40 e riportanti il marchio CE.

I pali saranno ubicati in modo da non creare intralcio alla circolazione e non formare barriere architettoniche.

I sostegni saranno del tipo :

- a) Rotonda - palo tronco conico lunghezza totale 9,00 m, sezione circolare, in lamiera di acciaio saldata e zincata a caldo (Norme UNI EN 40/4.1) , diametro di base 162 mm - testa 72 mm, spessore 4 mm, manicotto di rinforzo L = 600 mm, asola con portello 186x45 mm a filo palo, foro ingresso cavi 150x50 mm a 90° rispetto asola, fori diam. 11 mm - 120 a sommità palo;
- b) Carreggiata - palo tronco conico lunghezza totale 9,00 m, sezione circolare, in lamiera di acciaio saldata e zincata a caldo (Norme UNI EN 40/4.1) , diametro di base 162 mm - testa 72 mm, spessore 4 mm, manicotto di rinforzo L = 600 mm, asola con portello 186x45 mm a filo palo, foro ingresso cavi 150x50 mm a 90° rispetto asola, fori diam. 11 mm - 120 a sommità palo e braccio singolo per innesto a testa palo, in acciaio zincato a caldo (Norme UNI EN 40/4.1) del diametro di 60,3 mm, spessore 2,9 mm, elevazione 1,8 m, sbraccio 2,5 m;

Fondazioni monoblocco (fondazione + pozzetto d'ispezione)

Carreggiata stradale e rotonde

Basamento monoblocco di sostegno per palo di illuminazione con linea in cavo sotterraneo, realizzato in calcestruzzo di classe C32/40 e classe di esposizione XC4 e XD2, additivo plastificante ed impermeabilizzante ed armatura in acciaio B450 (A/C) preconfezionata presso Centro di Trasformazione in possesso di attestato di denuncia attività presso Servizio Tecnico Centrale (STC) del Ministero delle Infrastrutture.

Il basamento ha sezione a "T rovesciata", di dimensioni in pianta mm 1.000x1.000

ed altezza 1.000mm, idoneo a sostenere palo dritto in acciaio Ø alla base 180mm ed altezza massima mt 9,25 (caso B) fuori terra (o fino a mt 8,50 fuori terra per palo con sbraccio).

Provvisto di sede circolare per palo Ø230mm ed altezza 800mm, dotata di foro disperdente e collegata a pozzetto ispezionabile di cablaggio dimensioni 400x400xh800mm, avente n. 3 impronte laterali Ø160mm per l'innesto dei cavidotti Ø max 160mm, foro disperdente alla base e foro passacavi Ø130mm.

Corredato di chiusino in ghisa di classe D400.

Ulteriori caratteristiche basamento: peso 1.350kg, aspetto grezzo da lavorazione, colore grigio da cemento, sollevamento e movimentazione con 4 ganci zincati integrati nell'armatura, progettati e verificati in conformità alla UNI CEN/TR 15728:2010. Corredato di relazione di calcolo redatta in conformità al DM 14/1/2008, contenente le verifiche di stabilità e resistenza relativamente alle fasi di movimentazione, posa in opera ed esercizio della struttura.

Progettato e prodotto da azienda in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001:2008 certificato da ICMQ.

7.4 ILLUMINAZIONE

Tutti gli apparecchi illuminantisaranno rispondenti e installati in conformità a quanto riportato nelDECRETO 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. Nello specifico si riportano i singoli punti adottati per la progettazione dell'impianto:

4.1.3.6 Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED

I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 6

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ($R_a > 60$), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a $\Delta u'v' \leq 0,004^8$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step⁹ sul diagramma CIE 1931.

4.1.3.7 Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 7

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60.000 h di funzionamento	B_{10} per 60.000 h di funzionamento

in cui:

- L_{80} : Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale
 B_{10} : Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%

4.1.3.8 Rendimento degli alimentatori per moduli LED

Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 8

Potenza nominale del modulo LED P [W]	Rendimento dell'alimentatore (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

4.2.3.2 Apparecchi per illuminazione stradale

Per apparecchi per illuminazione stradale si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale.

Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 1

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP 65
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G^*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni ¹¹	4kV

(IP) = Grado di protezione degli agenti esterni

4.2.3.3 *Apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi*

Per apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi, si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare grandi aree, incroci o rotatorie o comunque zone di conflitto, oppure ad illuminare zone destinate a parcheggio.

Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 2

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni ¹⁰	4kV

4.2.3.4 *Apparecchi per illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali*

Per apparecchi per illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali, si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare aree pedonali o ciclabili.

Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Tab. n. 3

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni ¹⁰	4kV

In relazione alla riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne, gli apparecchi prescelti saranno dotati di un dispositivo elettronico che permetterà il passaggio automatico a tre livelli di potenza di un alimentatore bistadio per ridurre il livello di luce emesso senza l'utilizzo di linee di controllo aggiuntive.

7.5 CALCOLO DEGLI INDICIDI PRESTAZIONE ENERGETICA

IPEA e prestazione energetica degli apparecchi

Si riportano i singoli punti adottati per il calcolo degli indici

4.2.3.8 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Con riferimento alla tabella che segue, gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA*¹² maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

Tab. n. 7

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	<i>IPEA*</i>
An+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$

B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

$$IPEA^* = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con η_a = **efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione**, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} [lm/W]$$

in cui:

Φ_{app} (lm) flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,

P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

Dff frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

e con η_r = **efficienza globale di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Tab. n. 8

Illuminazione stradale	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	100

Tab. n. 9

Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	70
$65 < P \leq 85$	70
$85 < P \leq 115$	70
$115 < P \leq 175$	72
$175 < P \leq 285$	75
$285 < P \leq 450$	80
$450 < P$	83

Tab. n. 10

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

L'indicazione della classe corrispondente è indicata sulla scheda tecnica dell'apparecchio illuminate allegata alla presente relazione.

CARATTERISTICHE APPARECCHI

Apparecchio a led

Applicazione: stradale e piste ciclabili;

Ottica: Riflettori ad alta efficienza e ottiche secondarie su singoli Led;

Temperatura di colore: Bianco Caldo WW – 3000 K;

CRI: 80;

Coloresu SDCM: Max step 5 MacAdam;

Efficienza luminosa: 110 lm/W

Classe di sicurezza fotobiologica: Exempt Group;

Categoria di intensità luminosa: G*2

Classe di isolamento: Classe II (2);

Resistenza agli urti: IK08

Vano ottico: IP66;

Vano cablaggi: IP66

Alimentazione :220-240 V 50/60 Hz;

Correnti da: 350 a 700 mA;

Fattore di potenza > 0,9;

Sistema di controllo: Dimming 3 intervalli programmabili;

Protezione sovratensioni: 8kV differenziale, 10 kV modo comune;

Vita gruppo Ottico (Ta da -10°C a 40°C): L90B10>100.000 hr; L80B10 > 100.00 hr;

Trattostradale :

TECEO 2 5068 LED Safe 96 Cree XP-G3 700mA WW 230V Flat, Glass Extra Clear, Smooth 334172 – 23000 lm- 213 W.

Rotatorie:

8 x Schröder TECEO 2 5068 - 72 Cree XP-G3 700mA WW 230V Flat, Glass Extra Clear, Smooth 355512 - 17270 lm- 157 W.

IPEI e prestazione energetica degli impianti

4.3.3.3 Prestazione energetica dell'impianto

Con riferimento alla tabella che segue, l'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice $IPEI^{*23}$ maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026.

Tab. n. 1

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	$IPEI^*$
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

L'indice $IPEI^*$ che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con D_p = **Densità di Potenza di progetto**, che si calcola come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i \right)}$$

in cui:

P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

$\bar{E}_i$ (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i -esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2.

MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima.

A_i area i-esima illuminata.

n: numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro R_{EI}^{24} non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata).

e con $D_{p,R}$ = **Densità di Potenza di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

Tab. n. 2

Illuminazione stradale Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Tab. n. 3

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Tab. n. 4

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di potenza di riferimento [W/lux/m ²]
(C0)	0,039
(C1)	0,042
(C2)	0,044
P1 (C3)	0,048
P2 (C4)	0,051
P3 (C5)	0,053
P4	0,056
P5	0,059
P6	0,061
P7	0,064

L'indicazione della classe corrispondente è indicata sul documento "Calcolo indici di prestazione energetica IPEI in luminanza" allegato alla presente relazione.

8 PIANO DI MANUTENZIONE

8.1 PREMESSA

Il programma seguente illustra le operazioni di manutenzione generale consigliate durante il periodo annuale onde assicurare, nel limite del possibile, la perfetta conservazione delle caratteristiche tecniche a cui gli impianti devono corrispondere e la garanzia di efficienza delle protezioni elettriche per l'integrità degli impianti stessi e la sicurezza degli operatori addetti.

Deve essere disponibile presso l'impianto un registro nel quale viene annotata l'esecuzione delle verifiche periodiche.

Le manovre su parti in tensione connesse con il normale esercizio dell'impianto devono essere eseguite usando tutti i mezzi atti a garantire l'incolumità dell'operatore, che deve avere a disposizione i necessari presidi di sicurezza.

8.2 MANUTENZIONE LINEE ALIMENTAZIONI PRINCIPALI BT

TIPO VERIFICA	FREQUENZA
Verifica dello stato di conservazione delle intestature dei cavi BT sui codoli degli interruttori. Se i capicorda presentano tracce di surriscaldamento procedere alla verifica del serraggio dopo aver tolto tensione	annuale
Controllare che i cartellini segnacavo ed i contrassegni di distinzione delle fasi non siano stati danneggiati o resi illeggibili o staccati	semestrale
Controllo della temperatura esterna dei cavi in condizioni di pieno carico delle utenze	semestrale
Verifica, specialmente nei tratti verticali, del corretto fissaggio dei cavi alle strutture di sostegno	semestrale
Controllo del perfetto stato di tutto il sistema di canali e verifica dei fissaggi alla struttura portante del fabbricato	semestrale
Verifica, lungo i percorsi, che i cavi non presentino curve secche, attorcigliamenti o strozzature eccessive dovute a spostamenti effettuati nei canali	semestrale
Prova di isolamento di tutto il complesso e presenza delle 3 fasi a valle di ogni linea	annuale
Esame a vista generale con particolare attenzione alle condizioni dello stato di conservazione e di integrità degli isolamenti, delle giunzioni, dei componenti e degli apparecchi utilizzatori	annuale

8.3 MANUTENZIONE DISTRIBUZIONE FORZA MOTRICE

TIPO VERIFICA	FREQUENZA
Verifica dello stato di conservazione delle testate dei cavi sugli attacchi degli interruttori con verifica del serraggio bulloni	annuale
Controllo integrità dei cartellini segnacavi e dei contrassegni di distinzione delle fasi	semestrale
Controllo del perfetto stato delle vie cavi, verifica degli staffaggi, delle condizioni di posa dei cavi che non devono presentare attorcigliamenti, strozzature, ecc. dovute a spostamenti	semestrale
Controllo dello stato di conservazione delle cassette di derivazione, delle cassette con interruttori e/o fusibili	semestrale
Controllo della temperatura esterna dei cavi nelle condizioni di pieno carico	semestrale
Controllo della corretta ripartizione del carico sulle tre fasi	semestrale
Controllo dello stato di conservazione degli alveoli delle prese, del serraggio conduttori ai morsetti, della presenza tensione e continuità del conduttore di protezione. Sostituzione delle prese inefficienti o che presentino tracce di usura, surriscaldamento e/o annerimento eccessivo	semestrale
Controllo dello stato di conservazione degli interruttori e dei fusibili di sezionamento e protezione delle suddette prese con la sostituzione degli stessi se necessari	semestrale
Prova di isolamento tra le fasi e verso massa dopo aver sezionato i circuiti di alimentazione	semestrale

8.4 MANUTENZIONE QUADRI DI DISTRIBUZIONE

TIPO VERIFICA	FREQUENZA
Verifica dello stato originario dei quadri elettrici (dal punto di vista termico)	annuale
Verifica di tutti i serraggi dei cavi sulle apparecchiature di potenza ed in morsettiere ausiliarie controllando che i capicorda di conduttori non presentino tracce di bruciatura o surriscaldamento	semestrale
Verifica di tutto il complesso dei circuiti ausiliari e controllo dei carichi inseriti mediante pinza amperometrica con: controllo stato dei fusibili, controllo interruttori automatici e differenziali, controllo e/o sostituzione lampade di segnalazione, controllo stato di funzionamento della strumentazione	semestrale
Prova di funzionalità degli interruttori differenziali con tasto di prova	semestrale
Prova di funzionalità degli interruttori differenziali con prova strumentale	triennale
Pulizia di tutte le parti interne del quadro eliminando la polvere dalle sbarre, dai contatti e dalle parti isolanti	semestrale
Controllo del grado di isolamento	semestrale
Controllo del buon collegamento alla rete di messa a terra mediante misura della resistenza di collegamento	annuale

8.5 MANUTENZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

TIPO VERIFICA	FREQUENZA
Controllo di messa a terra di tutti i corpi illuminanti mediante misure di resistenza globale e controllo di tutti gli organi di comando installati: interruttori, deviatori, pulsanti, ecc.	annuale
Pulizia completa di tutti i corpi illuminanti installati, compresi i riflettori e le sorgenti luminose	annuale
Controllo dello stato di isolamento dei vari circuiti sia tra fase che verso massa	annuale
Controllo dell'equilibrio delle correnti sulle tre fasi	annuale
Verifica del serraggio dei morsetti di giunzione o derivazione installati nelle varie scatole o sui corpi illuminanti	annuale
Controllo cablaggio dei corpi illuminanti e delle apparecchiature elettriche relative (lavoro da eseguire in occasione della pulizia)	annuale
Controllo del livello di illuminamento degli ambienti per mezzo di luxmetro	triennale
Controllo funzionamento degli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza utilizzando sistemi di autodiagnosi o manuali	mensile