



COMUNE DI MARGARITA

PROVINCIA DI CUNEO

RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI SULLE RETI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEI COMUNI PIEMONTESI POR FESR 2021

Cuneo, lì 27 settembre 2021

IL PROGETTISTA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

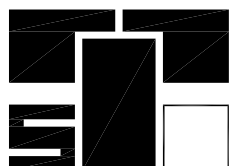
RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA CON QUADRO ECONOMICO

A termini di legge ci riserviamo la proprietà del documento con divieto di riprodurlo, di consegnarlo o di renderlo comunque noto alla concorrenza o a terzi senza la preventiva autorizzazione dello Studio Elettrotecnico Per.Ind. TORELLI ss

Rev.	Data	Descrizione	Dis.	Cont.	App.

Studio Elettrotecnico Per.Ind. TORELLI s.s.

Corso A.Gramsci, n°15/B - 12100 CUNEO - Tel/Fax 0171.65959 - E-mail: info@torellistudio.com - WEB: www.torellistudio.com



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

N° 3065 C.21



ALLEG. A

Dis. n° /

Scala: /

Foglio

/



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1. Legislazione e normativa di riferimento	4
2.2. Normative in campo illuminotecnico	5
2.3. Calcoli delle correnti di corto circuito	9
2.4. Portate delle condutture	10
2.5. Valori massimi della caduta di tensione	11
2.6. Sezioni minime dei conduttori di fase	11
2.7. Sezioni minime dei conduttori di neutro	11
2.8. Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione	11
2.9. Protezione contro i contatti diretti	11
2.10. Protezione contro i contatti indiretti	12
2.11. Protezioni contro gli effetti termici	12
2.12. Protezione contro le sovratensioni	12
2.13. Valutazione protezione contro le scariche atmosferiche	12
3. PRESCRIZIONI DEL DECRETO MINISTERIALE DEL 27/09/2017	12
3.1. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione	14
3.2. Efficienza energetica dell'impianto di illuminazione	15
3.3. Minimizzazione del rischio fotobiologico	17
3.4. Tecnologia adottata e requisiti prestazionali minimi dei corpi illuminanti	18
3.4.1 Caratteristiche minime prestazionali dei corpi illuminanti per l'illuminazione stradale	18
4. INCENTIVI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA – CERTIFICATI BIANCHI	19
5. CONSISTENZA ATTUALE DEGLI IMPIANTI	19
5.1. Apparecchi illuminanti	20
5.2. Tipologia sorgenti luminose	20
5.3. Sostegni	20
5.4. Stato manutentivo e dell'impianto elettrico	21
5.5. Criticità di gestione e manutenzione	21
5.6. Documentazione fotografica della situazione attuale	22
6. DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI	24
6.1. Aree di intervento	24
6.2. Descrizione sommaria delle opere	24
6.3. Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica	24
6.4. Calcoli illuminotecnici	25
6.5. Apparecchi illuminanti	25
6.6. Adeguamento impiantistico alla classe II	30
6.7. Interventi sui quadri elettrici	30
6.8. Linee	31
6.9. Interventi sulle linee ammalorate	31
6.10. Eliminazione impianti promiscui con distribuzione e-distribuzione	31
6.11. Sostegni	31
6.12. Interventi sui sostegni ammalorati	31
7. PRESCRIZIONI TECNICHE	32
7.1. Finalità delle prescrizioni tecniche	32
7.2. Prescrizioni tecniche generali	32
7.3. Caratteristiche generali dell'impianto	32
7.3.1 Cavidotti	33
7.3.2 Pozzetti con chiusino in ghisa	33
7.3.3 Pozzetto prefabbricato interrato	33
7.3.4 Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio	34
7.3.5 Chiusini	34
7.3.6 Pali di illuminazione pubblica	34
7.3.7 Blocchi di fondazione dei pali	35
7.3.8 Linee	35
7.3.9 Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti	35
7.3.10 Distanze di rispetto dei cavi interrati	35
7.4. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione	35
7.5. Scelta e messa in opera delle apparecchiature elettriche	36
7.6. Posizionamento dei pali	37



7.7.	Distanze di rispetto dei cavi interrati e tipologia di posa	38
7.8.	Distanze dei sostegni e dei corpi illuminanti dalle linee elettriche esterne	42
7.9.	Determinazione portata sostegno in funzione delle condizioni ambientali di installazione	43
7.10.	Modalità di calcolo dei plinti di fondazione nei pali di illuminazione	45
7.11.	Dimensionamento sostegni per linee aeree	46
8.	MODALITA' DI REDAZIONE DEI CALCOLI ILLUMINOTECNICI	48
8.1.	Categorie illuminotecniche di ingresso	49
8.1.1	Prescrizioni Illuminotecniche	49
8.1.2	Classificazione delle Strade ed Individuazione della Categoria Illuminotecnica di Riferimento	50
8.1.3	Prestazioni richieste in Base alla Categoria Illuminotecnica di Riferimento (Norma 13201-2 integrata con prescrizioni Norma UNI 11248)	52
8.1.4	Classificazione Illuminotecnica delle Strade Comunali	54
8.2.	Definizione e Classificazione Illuminotecnica del progetto	54
9.	GESTIONE E MANUTENZIONE	55
10.	ESECUZIONE DELLE OPERE	55
10.1.	Prime indicazioni sulla sicurezza ambienti di lavoro	55
11.	QUALIFICA DEL PROGETTISTA	56
12.	ALLEGATI	57
13.	APPENDICI	58
A.1	Calcoli Energy Saving	58
A.2	Quadro economico	59
A.3	Calcolo della agevolazione richiesta	60
A.4	Riepilogo e grafici dati economici	61



RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA

*Riduzione dei consumi energetici sulle reti di illuminazione pubblica
(POR F.E.S.R. 2014/2020)*

1. PREMESSA

Il Bando Regionale POR F.E.S.R. 2021 è finalizzato a promuovere interventi di efficientamento energetico delle reti di illuminazione pubblica per consentire una significativa riduzione dei consumi e quindi la diminuzione dei costi energetici sostenuti dagli Enti locali, nonché interventi volti a fornire ulteriori servizi agli utenti ed in grado di aumentare la conoscenza da parte delle amministrazioni dei propri territori su particolari ambiti quali ad esempio gestione del traffico, sicurezza urbana e monitoraggio ambientale.

L'Amministrazione comunale avendo intenzione di rinnovare gli impianti di illuminazione pubblica e nel contempo procedere con un piano di efficientamento energetico, ha fatto elaborare dallo studio scrivente uno studio di riqualificazione impiantistica esteso su tutto il territorio. L'illuminazione pubblica rappresenta uno dei maggiori costi per le Amministrazioni comunali, spesso superiore al 50% della spesa energetica totale. La maggior parte degli impianti di illuminazione stradale è costituita da sorgenti luminose di vecchia generazione, caratterizzate da elevati consumi energetici.

Le Amministrazioni comunali possono riqualificare gli impianti di pubblica illuminazione potendo contare sul contributo dei Certificati Bianchi, titoli di efficienza energetica che premiano il plus risparmio conseguito a valle di interventi di riqualificazione.

Il processo di riqualificazione energetica dell'illuminazione pubblica comporta per le Amministrazioni considerevoli benefici in termini di riduzione dei consumi e quindi anche dei relativi costi. Il rapido sviluppo delle tecnologie del settore rende questo investimento sempre più interessante. La diminuzione del prezzo dei LED, per esempio, consente di ridurre i tempi di rientro della spesa, in un periodo di tempo compreso fra 3 e 5 anni.

Inoltre, la riqualificazione degli impianti può produrre anche miglioramenti prestazionali. Per esempio, sono state implementate delle soluzioni per migliorare il colore della luce emessa dai LED, oggi più "calde" e innocue.

Nei successivi paragrafi saranno presentati tutti gli interventi proposti per ciascuno dei componenti dell'impianto di pubblica illuminazione. Gli interventi proposti relativi a risparmio energetico, messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti possono essere riconducibili agli interventi sui singoli componenti degli impianti di pubblica illuminazione:

- Quadri di alimentazione
- Linee elettriche
- Sostegni
- Apparecchi
- Sistemi di protezione contro i contatti indiretti, ecc.

Seguendo le linee previste dal Bando Regionale per le agevolazioni su interventi di riqualificazione di impianti di illuminazione pubblica esistenti, si interverrà principalmente su:

- Sostituzione di sorgenti luminose con sorgenti più efficienti;
- Sostituzione di apparecchi di illuminazione esistenti con apparecchi più efficienti o di singoli componenti degli stessi;
- Retrofitting a led di impianti esistenti;
- Installazione di regolatori di flusso e/o stabilizzatori di tensione conformi alla normativa tecnica vigente;
- Installazione di sistemi di telecontrollo, telecomando o telegestione;
- Ulteriori opere connesse al miglioramento dell'efficienza energetica dell'impianto, quali ad es. sostituzione dei pali/supporti, adeguamento delle potenze impegnate per



singolo armadio alle potenze effettivamente assorbite dalle lampade, installazione di accessori e componenti più efficienti sulle linee di alimentazione, etc.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1. Legislazione e normativa di riferimento

Le prescrizioni di sicurezza e le regole di buona tecnica costruttiva sono codificate in diversi documenti ufficiali, la cui applicazione è obbligatoria e si impone sia ai costruttori di apparecchi sia agli esecutori di impianti in genere.

I testi fondamentali sono:

- Norma CEI 64-8, VII° edizione – “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI EN 60598 – “Apparecchi di illuminazione”
- D.P.R. 27 aprile 1955, n° 547 – “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro” - Gazzetta Ufficiale n° 158 del 12 luglio 1955;
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n° 164 – “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni” - Gazzetta Ufficiale n° 78 del 31 marzo 1956.
- D.P.R. 19 marzo 1956, n° 302 – “Prevenzione infortuni sul lavoro: norme integrative”
- Legge 01 marzo 1968, n° 186 – “Art. 1 e 2” - Gazzetta Ufficiale n°77 del 23 marzo 1968;
- D.P.R. 21 giugno 1968, n°1062 – Regolamento di esecuzione della Legge 13/12/1964 n. 1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aeree esterne;
- Legge 18 ottobre 1977, n° 791 – “Direttiva della CEE sulla sicurezza del materiale elettrico” - Gazzetta Ufficiale n° 298 del 2 novembre 1977;
- Legge 28 giugno 1986, n° 339 – “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- D.M. 21 marzo 1988 – “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- D.M. 12 aprile 1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”;
- D.Lgs. 14 agosto 1996, n° 494 – “Cantieri temporanei e mobili”;
- D.Lgs. 19 settembre 1994, n° 626 e successive varianti – “Sicurezza e salute dei lavoratori”;
- D.Lgs. 19 novembre 1999, n° 528 – “Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. n°494;
- Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000 n° 31 – “Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”;
- Legge 3 agosto 2007 n° 123 – “Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia”;
- Norma armonizzata UNI EN 13201 – “Recepita in ambito CEE Novembre 2003”;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81 – “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Norma UNI 11248:2016 – “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- DECRETO 23 dicembre 2013 Supplemento ordinario n. 8 alla GAZZETTA UFFICIALE Serie generale - n. 18 (pubblicato in G.U. il 23/01/2014): Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013. (annulla e sostituisce l'allegato 3 «Illuminazione Pubblica» del decreto ministeriale del 22 febbraio 2011 (supplemento ordinario n. 74 alla G.U. n. 64 del 19 marzo 2011).
- Delibera G.R. 4 marzo 2013 n°3-5449 “Approvazione di schemi di capitolato tipo d'appalto per l'implementazione di contratti di rendimento energetico, di cui all'art. 13 del



D.lgs. 115/2008, per l'affidamento della gestione del servizio energia nei patrimoni immobiliari sanitari e socio-sanitari degli Enti Locali, nonché del servizio di gestione della Pubblica Illuminazione";

- Supplemento ordinario G.U. n°8 del 23/01/2014 - Aggiornamento dei CAM adottati con DM 22 febbraio 2011 "Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica illuminazione"
- Supplemento ordinario G.U. n°333 del 18/10/2017 - Aggiornamento dei CAM adottati con DM 23 dicembre 2013 "Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica Amministrazione"
- 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).

L'impresa esecutrice rimane unica responsabile della perfetta realizzazione delle opere in relazione all'obbligo di soddisfare integralmente le Norme sopra richiamate.

Il personale che opera sugli impianti di illuminazione pubblica deve essere particolarmente istruito ed attrezzato per tutte le operazioni di costruzione, esercizio e manutenzione di impianti elettrici a bassa tensione e per eseguire lavori su o in prossimità di impianti in tensione.

In particolare dovranno essere rispettate le norme CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici" ed EN50110-1 (CEI 11-48) "Esercizio degli impianti elettrici"

Inoltre tale personale, tenendo conto che svolge la propria attività prevalentemente su aree di circolazione veicolare o comunque pubbliche, dovrà predisporre tutte le segnalazioni previste per i "lavori e depositi sulle strade" a questo scopo dovrà fare riferimento al: Regolamento per l'esecuzione del Testo Unico delle norme sulla disciplina della circolazione stradale D.P.R. 30 giugno 1959 n° 420 - con particolare riguardo agli artt. 7 e 12 (attuazione dell'articolo 8 del Testo Unico) ed art. 44 (attuazione dell'articolo 13 del Testo Unico).

Infine, viste le statistiche degli infortuni sul lavoro, è utile sottolineare il pericolo ed il costo sociale che presenta l'affidare le operazioni di installazione e di manutenzione a personale non qualificato e non attrezzato con idonei mezzi d'opera e di sollevamento.

2.2. Normative in campo illuminotecnico

I principali riferimenti legislativi e normativi, a livello sia nazionale che locale, da adottare sono elencati nel seguito:

- Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000 n° 31 – "Disposizioni per la prevenzione e la 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"
- Allegato A alla DGR 1059/2014 contenente le linee guida per la predisposizione dei Piani dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 23/12/2013 "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica – Aggiornamento 2013";
- Norma UNI 10819:1999 "Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Norma UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche". Questa norma ha sostituito la UNI 11248:2011, che a sua volta ha sostituito la norma UNI 11248:2012 e la UNI 10439:2001;
- Norma UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: requisiti prestazionali";
- Norma UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni";



- Norma UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- Norma UNI 11095:2011 "Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali";
- Norma UNI EN 12193:2008 "Luce e illuminazione – Illuminazione di installazioni sportive";
- Norma UNI 11431:2011 "Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- Decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. "Nuovo Codice della Strada";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 5 novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Comunicato Ministeriale LL.PP. 12 aprile 1995 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico".

La Legge Regionale n. 31 del 24.03.2000 in tema di "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" e le successive integrazioni e modificazioni, costituiscono la normativa di riferimento regionale per ciò che concerne l'inquinamento luminoso, inteso come ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte.

Legge L.R. 31/2000

La L.R. Piemonte n° 31/2000 e le successive integrazioni verranno ora esaminati per ciascun ambito di interesse ai fini di identificare univocamente le linee guida per l'illuminazione futura per il territorio comunale in particolare si riporteranno ed esamineranno le seguenti disposizioni:

- Legge della Regione Piemonte n. 31 del 24/03/2000 "Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" (Rif. Abbreviato LR31/00).
- Legge Regionale n. 8 del 23/03/2004, "Modificazioni alla legge regionale 24 marzo 2000 n.31" (Rif. abbreviato LR8/04)
- Delibera della giunta regionale n.29-4373 del 20 novembre 2006 bollettino ufficiale n. 48 del 30/11/2006
- 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"

Verranno di seguito definiti i requisiti burocratici amministrativi, autorizzativi, ed i criteri tecnici per agevolare l'amministrazione comunale e gli operatori del settore (progettisti, illuminotecnici e produttori) che si troveranno ad operare sul territorio comunale.

Definizione di Inquinamento Luminoso

L.R. 31/00, Articolo 2:

"Ai fini della presente legge si intende:

- 1) per inquinamento luminoso, ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionale e in particolare modo verso la volta celeste;
- 2) per inquinamento ottico qualsiasi illuminamento diretto prodotto dagli impianti di illuminazione su oggetti e soggetti che non è necessario illuminare;"

Commenti ed Osservazioni: La definizione di inquinamento luminoso è "estesa" ponendo l'accento su una progettazione illuminotecnica accurata che eviti non solo emissione di luce oltre l'orizzonte (condizione necessaria ma non sufficiente per il reale conseguimento degli intenti della legge) ma anche fenomeni di fastidioso quanto pericoloso abbagliamento degli utenti della strada e di luce intrusiva ed invasiva nelle case e nei fondi altrui.



Ambito di applicazione

L.R. 31/00, Articolo 3, comma 1:

"1. I requisiti per i nuovi impianti d'illuminazione esterna pubblici o privati, o per quelli in fase di rifacimento, o che prevedono la sola sostituzione degli apparecchi illuminanti o il retrofitting a led degli stessi, sono individuati nell'allegato A.

2. Gli impianti di cui al comma 1, salvo le disposizioni di cui all'articolo 7 e di cui all'allegato A punto 2, lettera c), sono realizzati sulla base di un progetto illuminotecnico redatto e sottoscritto da un professionista abilitato, con i contenuti prescritti dalle norme tecniche e di sicurezza di settore.

Al termine dell'installazione la ditta installatrice rilascia la dichiarazione di conformità al progetto e alle disposizioni della presente legge, fermi restando gli adempimenti, ove applicabili, del decreto del Ministro dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 (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)."

Commenti: Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti devono essere realizzati in modo conforme alla legge. Tale principio vale sia per i soggetti pubblici che per quelli privati che devono assoggettare i loro nuovi impianti in conformità alla LR31/00 all'autorizzazione del sindaco (Art.3, comma 1)

Zonizzazione ai sensi della LR 31/2000

L'identificazione delle zone di protezione dall'inquinamento luminoso risulta fondamentale dal momento che comportano particolari restrizioni dal punto di vista illuminotecnico. La presenza di tali zone, che vengono individuate in relazione alla vicinanza ai siti di osservazione astronomica, comporta il rispetto dei valori di rapporto medio di emissione superiore R_n all'interno delle aree stesse, che vengono definite in relazione all'importanza dell'osservatorio.

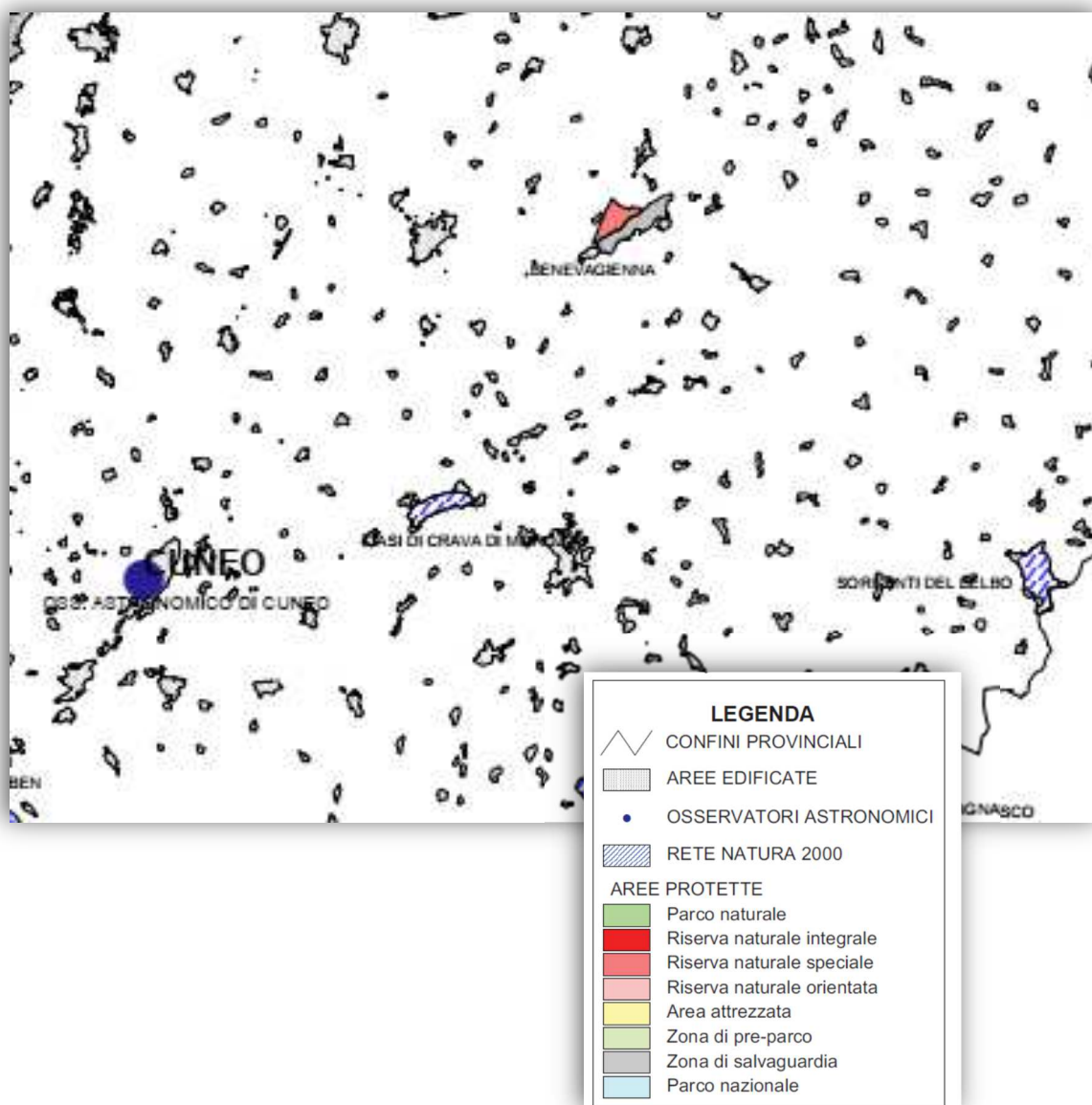
Infatti, a tale proposito e in conformità a quanto previsto dall'art. 8 della LR n. 31/2000, la Regione Piemonte "individua le aree del territorio regionale che presentano caratteristiche di più elevata sensibilità all'inquinamento luminoso e redige l'elenco dei comuni ricadenti in tali aree particolarmente sensibili ai fini dell'applicazione della presente legge". Nella redazione di questo elenco la Regione tiene conto della presenza di osservatori astronomici e di aree protette e divide pertanto il territorio in tre zone a diversa sensibilità e con diverse fasce di rispetto.

Zona 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km. Siti Natura 2000 (estensione reale).
Zona 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori ad uso pubblico. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km e 10 km, in funzione dell'importanza del centro. Aree Naturali Protette (estensione reale).
Zona 3	Zona intorno ad osservatori a carattere privato. Territorio non classificato in Zona 1 e 2.

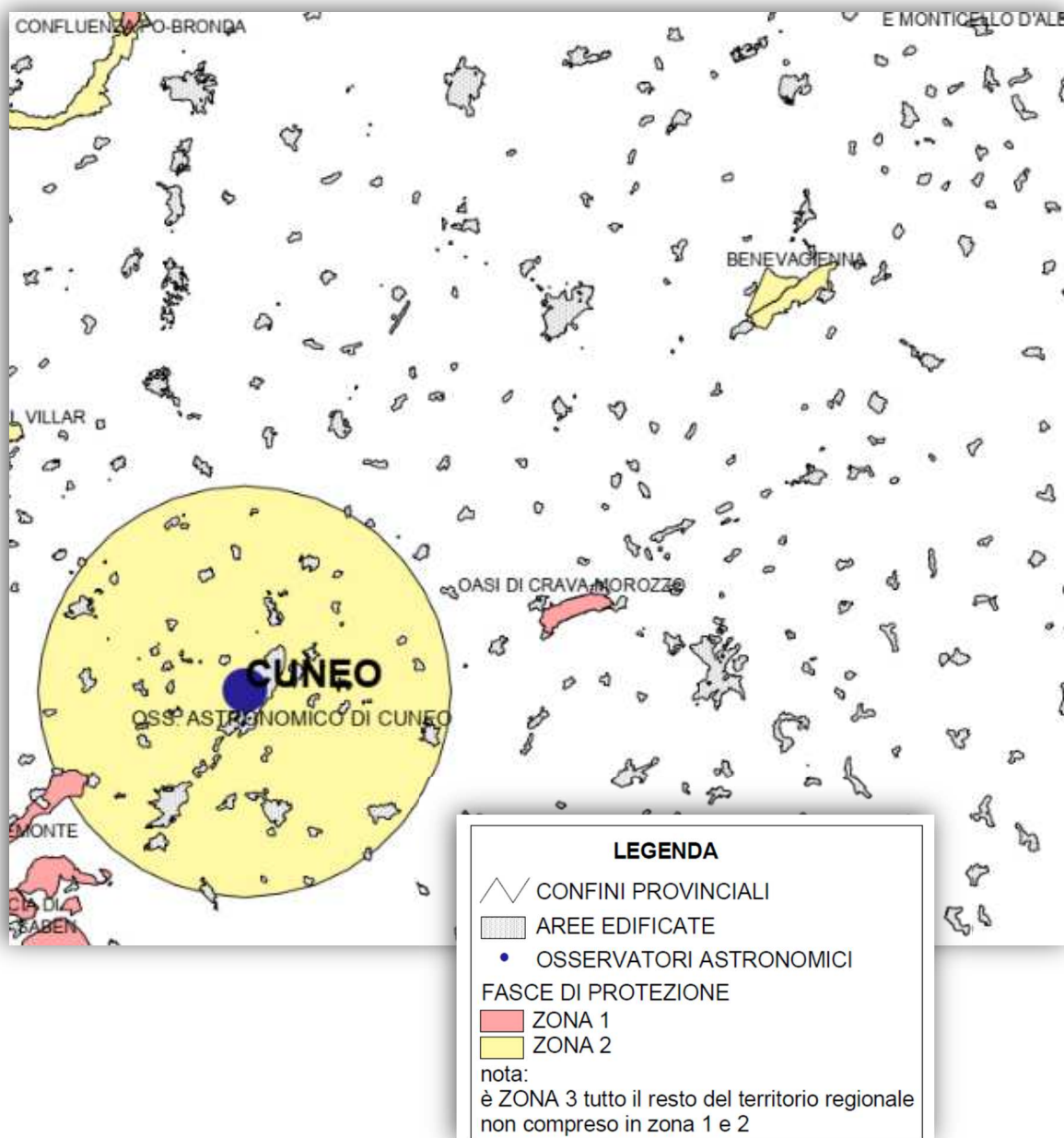
Analizzando le tabelle fornite dalle linee guida della Regione Piemonte emerge che il territorio del Comune di **MARGARITA** è compreso in parte nella zona 2.



Mapa individuazione delle aree sensibili ai fini della protezione dall'inquinamento luminoso



Mappa definizione fasce di rispetto al fine della protezione dall'inquinamento luminoso



Tutti i corpi illuminanti LED proposti nelle aree di intervento, essendo a vetro piano, rispondono dal punto di vista dell'inquinamento luminoso a specifiche più stringenti rispetto a quella richiesta per Comune oggetto di studio.

2.3. Calcoli delle correnti di corto circuito

Il calcolo della corrente di corto circuito trifase simmetrica è stato eseguito su Personal Computer con programma di calcolo automatico. I valori di corrente di corto circuito trifase simmetrica presunti sono riportati su tutti i Quadri.

Tutti i dispositivi risultano avere un Potere di Interruzione trifase a 380V maggiore della Corrente di Corto Circuito trifase presunta nel punto di installazione.

Per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della condotta ed essendo protetta da dispositivi di protezione contro i sovraccarichi in accordo con le prescrizioni della Sezione



433 della Norma CEI 64-8, la conduttura risulta protetta dalle correnti di cortocircuito in ogni sua lunghezza.

Nella scelta di ogni dispositivo e delle condutture è stato verificato che per ogni circuito risultino rispettate le seguenti relazioni:

Potere di interruzione maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di back up);

$$I_{ccMax} \leq p.d.i.$$

Tempo di intervento inferiore a quello necessario affinché le correnti di cortocircuito provochino un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dai conduttori, ovvero deve essere rispettata la relazione:

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

dove	I_{ccMax}	=	Corrente di corto circuito massima
	$p.d.i.$	=	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
	I^2t	=	Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
	K	=	Coefficiente della conduttura utilizzata 115 per cavi isolati in PVC 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato
	S	=	Sezione della conduttura

La formula appena descritta è valida per i cortocircuiti di durata $\leq 5s$ e deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I dispositivi di protezione contro il cortocircuito devono essere installati nei punti del circuito ove avviene una variazione delle caratteristiche del cavo (S , K) tali da non soddisfare la disequazione suddetta eccetto nel caso in cui il tratto di conduttura tra il punto di variazione appena citato e il dispositivo soddisfi contemporaneamente le seguenti condizioni:

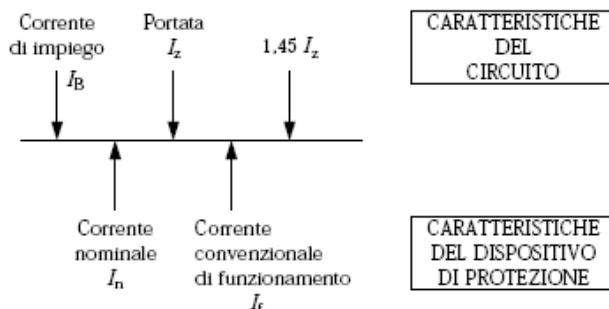
- ✓ lunghezza tratto $\leq 3m$;
- ✓ realizzato in modo che la probabilità che avvenga un cortocircuito sia bassissima;
- ✓ non sia disposto nelle vicinanze di materiale combustibile o in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o di esplosione.

2.4. Portate delle condutture

Le condizioni che devono rispettare sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove	I_b	=	Corrente di impiego del circuito
	I_n	=	Corrente nominale del dispositivo di protezione
	I_z	=	Portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523)
	I_f	=	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite



La condizione 1) risulta sempre verificata; tutti i dati sono riportati sulla tabella degli schemi unifilari dei Quadri Elettrici.

La condizione 2) non necessita di verifica in quanto i dispositivi di protezione previsti sono conformi alle relative Norme di prodotto con I_f non superiore a $1,45 \cdot I_n$.

I_z è stata calcolata in base alla tabella CEI-UNEL 35024/1 considerando la posa dei cavi in canale e/o tubo assumendo una temperatura ambiente di 30° (fattore $k_1=1$) e moltiplicata per il fattore di correzione k_2 .

Il fattore di correzione k_2 è un valore variabile a seconda del numero di circuiti/cavi adiacenti raggruppati in fascio e/o in strato contemporaneamente caricati con una corrente superiore al 30% della loro portata I_z .

2.5. Valori massimi della caduta di tensione

La caduta di tensione misurata in qualsiasi punto terminale dell'impianto utilizzatore, quando gli utilizzatori sono inseriti e funzionanti al rispettivo carico nominale, inferiore al 5% come stabilito dalla norma CEI 64-8.

2.6. Sezioni minime dei conduttori di fase

I conduttori di rame da impiegarsi per gli impianti di 1ª categoria non devono avere sezione inferiore a $2,5 \text{ mm}^2$. Tale valore può essere ridotto a $1,5 \text{ mm}^2$ per conduttori di rame ricotto e rivestito purché collocati entro tubi, canali o guaine protettive e a 1 mm^2 per i circuiti di segnalazione e telecomando (compresi i circuiti delle segnalazioni acustiche).

2.7. Sezioni minime dei conduttori di neutro

Per gli impianti di illuminazione che utilizzano lampade a scarica la sezione del conduttore di neutro deve assicurare, anche per i circuiti polifasi, una portata non inferiore a quella dei conduttori di fase (ciò in relazione alla notevole presenza di armoniche in rete determinata dal tipo di carico); per gli altri impianti valgono le prescrizioni delle norme CEI.

2.8. Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione

Le sezioni devono essere tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme CEI e delle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

2.9. Protezione contro i contatti diretti

Si fa preciso riferimento alle prescrizioni in materia dettate dalle norme CEI 64-8 ed eventuali varianti in vigore alla data di esecuzione dei lavori.

Quadri di distribuzione - la protezione contro i contatti diretti con le parti attive dei quadri deve essere assicurata mediante l'interposizione di ostacoli che impediscano ogni contatto con le parti stesse in modo efficace e permanente, tenuto conto delle sollecitazioni di qualsiasi natura alle quali possono essere esposte; la rimozione di questi ostacoli deve avvenire solo a mezzo di chiavi o attrezzi, è ammessa la rimozione senza attrezzi o chiavi purché ad essa sia asservito un dispositivo meccanico o elettrico che garantisca la messa fuori tensione preventiva di tutte le parti attive che diventerebbero accessibili con la rimozione dell'ostacolo.

I quadri devono avere grado di protezione non inferiore a:



- ❖ IP X5 ubicati in ambienti in cui si procede usualmente a spargimento di liquido (es.: i locali lavorazione);
- ❖ IP 4X in tutti gli altri casi.

Morsettiere e organi di interruzione, protezione e manovra - la protezione contro i contatti diretti delle morsettiere e degli organi di interruzione, protezione e manovra deve essere realizzata mediante ostacoli o involucri resistenti alle sollecitazioni di qualsiasi natura alle quali possano essere esposti, con grado di protezione non inferiore a:

- ❖ IP X5 per ambienti nei quali si procede usualmente a spargimento di liquidi;
- ❖ IP 4X se ubicati entro il volume di accessibilità (come definito dalle norme 64-3);
- ❖ IP 3X in tutti gli altri casi.

2.10. Protezione contro i contatti indiretti

L'impianto dovrà essere realizzato con protezione contro i contatti indiretti di tipo "a doppio isolamento" così come prescritto dalla norma CEI 64-8.

In alternativa dovranno essere seguite le prescrizioni in materia dettate dalle norme CEI 64-8 Articolo "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione" ed eventuali varianti in vigore alla data di esecuzione dei lavori.

2.11. Protezioni contro gli effetti termici

Nella realizzazione degli impianti si dovranno adottare misure di protezione idonee e adeguate in funzione alle caratteristiche degli ambienti.

2.12. Protezione contro le sovratensioni

Devono essere adottate adeguate misure per evitare il contatto fra i sistemi di distribuzione a tensioni diverse o comunque per limitarne le conseguenze nel tempo e negli effetti.

Queste misure devono essere particolarmente curate quando uno dei sistemi è di categoria 0 o 1.

Inoltre nel caso di alimentazione da linea aerea devono essere previsti dispositivi limitatori di tensione di caratteristiche adeguate, da installarsi a monte dell'interruttore generale.

Questi dispositivi devono essere scelti in modo che la tensione di innesco sia superiore alla più alta tensione di sicura tenuta degli elementi dell'impianto stesso; devono essere inoltre coordinati con gli eventuali analoghi dispositivi installati sulla rete di distribuzione.

2.13. Valutazione protezione contro le scariche atmosferiche

La protezione dei sostegni in oggetto contro i fulmini non è necessaria come indicato all'articolo 714.35 della CEI 64-8.

In casi particolari definiti come torri faro per la protezione contro le scariche atmosferiche si farà riferimento alla Norma CEI 81-10.

3. **PRESCRIZIONI DEL DECRETO MINISTERIALE DEL 27/09/2017**

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblici" è entrato in vigore il 19/10/2017 e sostituisce il Decreto del 23/12/2013 ora abrogato.

Il nuovo provvedimento interviene su diversi aspetti che riguardano l'innalzamento delle prestazioni richieste in materia di efficienza energetica, la durata e l'affidabilità degli impianti, l'approfondimento dei temi riguardanti l'inquinamento luminoso, nonché l'aspetto sociale connesso agli appalti pubblici.

Sono introdotte modifiche ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) che riguardano l'efficienza energetica, la manutenzione e il tasso di guasto di tutti i corpi illuminanti e le prestazioni degli apparati attraverso l'aggiornamento di due indicatori. La funzionalità richiesta è differenziata a seconda delle zone da illuminare, al fine di adattarsi ad ogni esigenza.



Nella seguente tabella vengono riportate le richieste in termini di **efficienza luminosa del modulo Led**.

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

Lo stesso Decreto fornisce inoltre delle indicazioni sul **fattore di mantenimento del flusso luminoso** e sul **tasso di guasto** del modulo LED al fine di 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:

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
L_{80} = flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso nominale iniziale B_{10} = tasso di guasto inferiore o uguale al 10%	

Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

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

Relativamente agli apparecchi di illuminazione a LED, nel Decreto Ministeriale sono indicate:

- le **informazioni e istruzioni necessarie** da presentare, quali dati tecnici (potenza assorbita, flusso emesso, efficienza luminosa, temperatura di colore pressimale, ecc.) e istruzioni di installazione, uso corretto, manutenzione;
- le **caratteristiche del sistema di regolazione del flusso luminoso** degli apparecchi di illuminazione e del relativo tasso di guasto dei componenti. I regolatori di flusso devono rispettare determinati parametri relativi alle classi di regolazione, rendimento, carico e stabilizzazione;
- le **funzioni minime richieste** dai sistemi di telegestione degli impianti di illuminazione. I sistemi di telegestione del tipo "punto a punto" che permettono il monitoraggio, controllo e comando del singolo punto luce devono rendere disponibili funzioni di



- lettura puntuale delle misure elettriche, invio di allarmi relativamente ai guasti più frequenti, programmazione a distanza dei parametri di regolazione del flusso luminoso;
- le **caratteristiche dei trattamenti superficiali** ai quali sono sottoposti i componenti dell'impianto. In generale i prodotti utilizzati per i trattamenti non devono essere classificati come cancerogeni, teratogenici, allergenici o dannosi per il sistema riproduttivo. In particolare la verniciatura deve rispettare dei requisiti di aderenza e resistenza, facendo riferimento a norme tecniche specifiche.

Fermo restando il rispetto dei criteri di base minimi, viene suggerito di utilizzare dei criteri premianti che, per i moduli LED, si traducono nelle prestazioni indicate nella seguente tabella, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED).

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]
≥ 105	≥ 120

Tutti gli apparecchi, oltre a rispettare i criteri ambientali minimi indicati dal Decreto del MATTM del 27/09/2017, dovranno avere il marchio di certificazione CE, il marchio di conformità europeo ENEC e le garanzie di prodotto contro il degrado da agenti atmosferici di tutte le componenti meccaniche e contro i guasti delle componenti elettriche ed elettroniche.

3.1. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA* 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 come indicato nella seguente tabella.

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.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
A _n +	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
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	$0,55 \leq \text{IPEA}^* < 0,70$
F	$0,40 \leq \text{IPEA}^* < 0,55$
G	$\text{IPEA}^* < 0,40$

3.2. Efficienza energetica dell'impianto di illuminazione

Il concetto di risparmio energetico e la conseguente scelta progettuale dell'intero sistema di pubblica illuminazione deve relazionarsi con due aspetti principali: la sicurezza e il comfort ergonomico-ambientale dei fruitori diretti e la relativa spesa economica.

Il settore dell'illuminazione pubblica italiana offre impianti per lo più datati e obsoleti che, non solo necessitano di adeguamenti normativi e manutenzione elettrica e meccanica, ma rappresentano una notevole spesa economica per le amministrazioni a causa della bassa prestazione energetica che li caratterizza.

I potenziali di risparmio energetico sono elevati (in media oltre il 30%) e sono ottenibili grazie alla riqualificazione degli apparecchi illuminanti e delle sorgenti luminose e all'introduzione dei moderni dispositivi di regolazione del flusso, di monitoraggio e di gestione degli impianti.

Secondo quanto riportato nel D.M. del 27/09/2017, l'intero impianto di pubblica illuminazione, in funzione della classe di illuminazione individuata per il compito visivo e delle relative prescrizioni illuminotecniche minime indicate per garantire sicurezza agli utenti, deve possedere un Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto di illuminazione (IPEI*):

- Maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso;
- A quello della classe A fino all'anno 2025 compreso;
- A quello della classe A+ a partire dall'anno 2026 come indicato nella seguente tabella.

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

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

$$\text{IPEI}^* = \frac{Dp}{Dp,R}$$



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

$$D_p = \left(\frac{\Sigma P_{app}}{\Sigma_n^1 \left(E_j * \frac{0,80}{MFi} * A_i \right)} \right)$$

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);
- **E_j** (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;
- **MFi**: 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_{El}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 della categoria illuminotecnica di progetto secondo la norma UNI 13201-2, nelle tabelle seguenti.

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

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione stradale – Categoria illuminotecnica M

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

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione di grandi aree, incroci o rotonde, parcheggi – Categoria illuminotecnica C (o P)

Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
(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

Densità di Potenza di riferimento per illuminazione di aree pedonali o ciclabili – Categoria illuminotecnica P (o C)

Per la scelta della tipologia della tecnologia da utilizzare si dovranno quindi calcolare e considerare gli indici IPEA ed IPEI introdotti dalle recenti normative rispettivamente per la classificazione energetica degli apparecchi illuminanti (IPEA*) e per la classificazione energetica dell'impianto di illuminazione pubblica (IPEI*).

Gli indici IPEA* ed IPEI* contenuti nel DM 27/09/2017 sono diversi dagli indici IPEA ed IPEI di cui al D.M. 23/12/2013, per tener conto dell'evoluzione normativa e tecnologica.

3.3. Minimizzazione del rischio fotobiologico

La norma **EN 62471** classifica le sorgenti di illuminazione in 4 livelli di rischio fotobiologico, da RG0 (rischio esente) a RG3 (rischio elevato). Fino al gruppo di rischio RG2 i livelli di esposizione sono associati a rischi bassi, tali da poter essere identificati come sicuri e/o non pericolosi, anche per effetto delle reazioni istintive di auto protezione dell'occhio umano. Infatti la norma CEI EN 61347-1 riporta:

- **RG1 - Rischio Basso:** "... la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull'esposizione";



- **RG2 - Rischio Moderato:** "... la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose o in seguito ad una sensazione di disagio termico".

L'illuminazione stradale dovrà essere realizzata con apparecchi di illuminazione installati al di sopra della sede stradale e sostenuti mediante pali e/o mensole. La visione diretta della sorgente dovrà essere evitata sopra certi angoli per limitare fenomeni di abbagliamento durante la guida o il camminamento, pertanto è da considerarsi di tipo occasionale. La progettazione illuminotecnica dovrà essere condotta in accordo alle Norme UNI 11248 e UNI EN 13201 in base ai valori di luminanza (o illuminamento a seconda dei casi) riferiti al piano della sede stradale. Detti risultati si ottengono con valori di illuminamento al suolo che vanno normalmente da 20 a 50 lx.

Considerando i valori di illuminamento utili alla valutazione del rischio fotobiologico da luce blu presi all'altezza degli occhi (che, nel caso peggiore di un pedone, si possono ipotizzare essere a 2m dal suolo), si garantisce, in ogni caso, che tali valori di illuminamento sono ampiamente inferiori ai limiti di rischio fotobiologico da luce blu che, cautelativamente, può essere fissato pari alla soglia tra RG1 e RG2, sebbene, come detto sopra, RG2 possa considerarsi sicuro.

In generale, nell'illuminazione stradale il raggiungimento di valori di illuminamento di soglia corrispondenti a valori di radiazione ottica per il rischio da luce blu, tali da comportare un reale rischio, è alquanto improbabile. Valutazioni fatte sulla base delle considerazioni della norma IEC/TR 62778 portano ad indicare che per gli apparecchi a luce bianca, pur utilizzando il metodo semplificato di determinazione della soglia tra RG1 e RG2 (che adotta un margine di sicurezza pari a 2 ovvero dimezza i valori limite), non si raggiungono valori di illuminamento (al livello degli occhi) in funzione della temperatura di colore (CCT) della lampada, prossimi al livello di rischio RG1 e quindi sono normalmente da ritenersi esenti da pericolo.

Ad esempio, considerando un apparecchio LED per illuminazione stradale con temperatura colore pari a 5.000 K, installato a 5m dal suolo e una persona alta 2m che fissa la sorgente, l'illuminamento che arriva all'occhio della persona, calcolato con il metodo semplificato della norma IEC/TR 62778, sarà pari a 123 lx, ben al di sotto del limite RG1 pari a 650 lx.

Pur considerando tutte le ipotesi più gravose, i valori calcolati di illuminamento non determinano livelli di radiazione che possano avvicinarsi ai limiti del gruppo di rischio RG1. Si può quindi affermare che nell'illuminazione stradale il rischio da luce blu, in termini pratici, sia generalmente esente da "pericolo".

I test eseguiti su diverse lampade e prodotti a LED delle principali aziende produttrici secondo la norma EN 62471 hanno dimostrato che a 500 lux, solo i LED con temperatura di colore (CCT) superiore a 10.000 K superano i limiti del gruppo di rischio RG0 (esente) e che nessun LED supera il gruppo di rischio RG1. Aumentando il numero di LED in un apparecchio ne aumenta l'intensità e quindi anche il rischio fotobiologico. Anche in questi casi non si supera il gruppo di rischio RG1 ma va sottolineato che la misura è fatta sempre con un illuminamento di 500 lux che però, per un lampione stradale, si possono avere a diversi metri. Nel caso di uso errato il gruppo di rischio può aumentare. Una lampada LED che ha effettuato le misure con i 500 lux a 6 metri ed è risultata esente da rischio potrebbe avere un gruppo di rischio anche superiore a 1 a distanze molto inferiori. Dovrà essere garantita la verifica della distanza di illuminamento per un utilizzo in sicurezza.

3.4. Tecnologia adottata e requisiti prestazionali minimi dei corpi illuminanti

3.4.1 Caratteristiche minime prestazionali dei corpi illuminanti per l'illuminazione stradale

Le sorgenti luminose impiegate devono soddisfare mediante **scheda tecnica certificata** da laboratori o enti legalmente riconosciuti i seguenti livelli prestazionali **minimi inderogabili** oltre che il rispetto dei Criteri Minimi Ambientali, leggi e norme di riferimento:

- Tecnologia Light Emitting Diode LED o superiore;



- durata di vita utile o life time per i corpi illuminanti deputati all'illuminazione stradale calcolato secondo il metodo Bxx-Lyy proposto da ASSIST (The Alliance for Solid-State Illumination Systems and Technologies | Research Center di Troy-NY (LRC));

B10 L90 100.000h

Non possono essere ammesse certificazioni sul life time prive anche di uno solo dei parametri Bxx e Lxx; il dato deve essere in relazione alla corrente di pilotaggio effettiva (mA) di cui al progetto illuminotecnico;

- l'indice di resa cromatica delle sorgenti luminose considerato dalla CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) con la procedura CIE 13.3 del 1995 deve avere un valore CRI (Ra) > 80.
- LED Binning 3 MacAdam (variazioni delle coordinate di cromaticità entro la III ellissi di MacAdam);
- certificazione fotobiologica EN62471:2008 che attesti il rischio come "esente";
- rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356, più le eventuali parti seconde applicabili;
- grado di protezione: IP66;
- protezione da sovratensioni in modo differenziale: 10 KV;
- protezione da sovratensioni in modo comune: 8 KV;
- indice IPEA1 $\geq B$ per $K < 3200$ (in relazione alla corrente di pilotaggio effettiva (mA) di cui al progetto illuminotecnico);
- indice IPEA1 $\geq A$ per $3200 < K < 4000$ (in relazione alla corrente di pilotaggio effettiva (mA) di cui al progetto illuminotecnico);
- driver di tipo dimmerabile con protocollo DALI (range minimo 10-100%);
- Marcatura CE – IMQ – ENEC.

4. INCENTIVI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA – CERTIFICATI BIANCHI

Il meccanismo dei Certificati Bianchi aiuta le Amministrazioni a migliorare l'efficienza dell'illuminazione pubblica, abbattendo i tempi di rientro degli investimenti. I Certificati Bianchi premiano il risparmio di energia primaria conseguito grazie agli interventi effettuati che portino il servizio al di sopra dello standard di mercato.

Per ottenere i Titoli di efficienza su un progetto di riqualificazione della propria rete di illuminazione, gli Enti locali devono presentare al GSE progetti che tengano conto di diversi aspetti. Tra questi, l'ammodernamento tecnologico e funzionale, la messa a norma dell'impiantistica, la sostituzione dei punti luce con lampade a led di ultima generazione ad alta efficienza, maggiore durata e migliore resa cromatica, fino alla telegestione e telecontrollo che consentono di monitorare costantemente il funzionamento dei singoli punti luce, intervenendo con tempestività in caso di guasti e adeguando il flusso luminoso alle condizioni del traffico e agli orari.

I Certificati Bianchi devono essere indispensabili per la sostenibilità di un intervento di efficienza e non sono pertanto compatibili con alcuna altra forma di incentivo. Inoltre, il flusso di cassa derivante dai Certificati Bianchi è frutto dei risparmi misurabili ottenuti grazie all'intervento.

5. CONSISTENZA ATTUALE DEGLI IMPIANTI

Dalle informazioni recepite risulta che la consistenza impiantistica è di **386** corpi illuminanti di proprietà comunale.

Il presente progetto prenderà in considerazione esclusivamente gli impianti di proprietà comunale in quanto sugli impianti Enel Sole non è possibile eseguire interventi prima di averne acquisito la proprietà.

Da ora in avanti tutte le informazioni saranno riferite ai soli impianti di proprietà comunale.

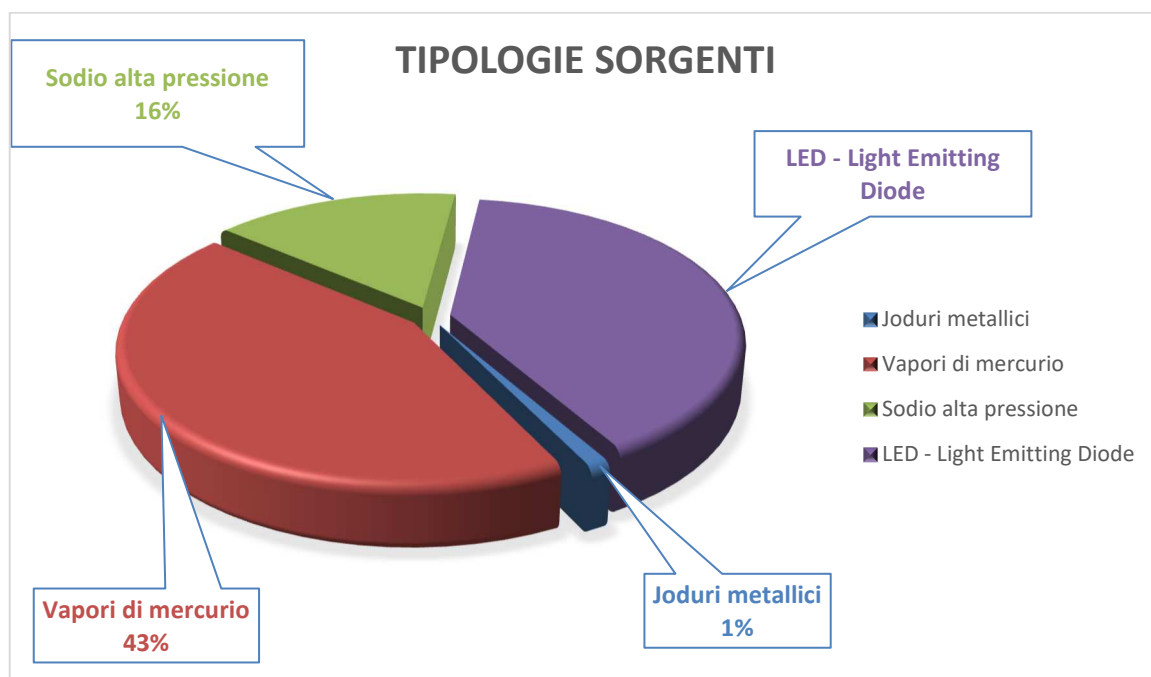
5.1. Apparecchi illuminanti

Nel corso degli anni risulta che siano stati realizzati alcuni interventi di efficientamento energetico, ma che molti apparecchi illuminanti siano ancora da efficientare.

Sono stati quindi individuati gli ultimi apparecchi datati ed inseriti nel presente progetto di efficientamento.

5.2. Tipologia sorgenti luminose

Le tipologie di lampade esistenti sono riepilogate come si vede dal grafico sottostante:



Risulta evidente che grazie ai passati interventi di efficientamento energetico resta il 43% delle lampade a vapori di mercurio.

L'utilizzo di questa tipologia di lampade a vapori di mercurio risulta ormai superata da tempo in quanto a fronte di un elevato consumo energetico si ottengono bassi valori di illuminamento; presentano un rapido decadimento del flusso luminoso rendendo difficile la lettura della strada da parte degli utenti. L'utilizzo delle lampade a vapori di mercurio non rispetta inoltre le prescrizioni in materia di efficienza energetica dettate dalla normativa vigente.

In ogni caso la direttiva europea 2002/95/CE del 27 gennaio 2003 ha previsto la messa al bando dei corpi illuminanti a base di vapori di mercurio nel 2006 a causa dell'elevato potenziale inquinante del mercurio contenuto nelle lampade. Successivamente, con la direttiva europea 2011/65 (RoHS), si è proibita la costruzione e la vendita delle lampade al mercurio a partire dall'Aprile 2015 che diventano a tutti gli effetti obsolete.

5.3. Sostegni

Per quanto riguarda i sostegni la situazione è di sufficiente stato manutentivo. Le criticità maggiori si presentano su alcuni pali delle zone periferiche. Si sono rilevate alcune criticità relative a pali con ammaccature provocate da urti o da incidenti stradali. Sono stati rilevati inoltre alcuni sostegni giunti probabilmente a fine vita e con evidente presenza di ruggine.



5.4. Stato manutentivo e dell'impianto elettrico

Gli impianti risultano in un discreto stato manutentivo. A parte alcune linee più datate che presentato possibili carenze di isolamento, della quale nel presente progetto è prevista la parziale sostituzione, la maggior parte delle linee risulta in condizioni accettabili.

Stesse considerazioni sono valide per i sostegni, dove per gli impianti più vetusti, si segnala la presenza di sostegni potenzialmente verso fine vita che dovranno essere verificati ed eventualmente sostituiti.

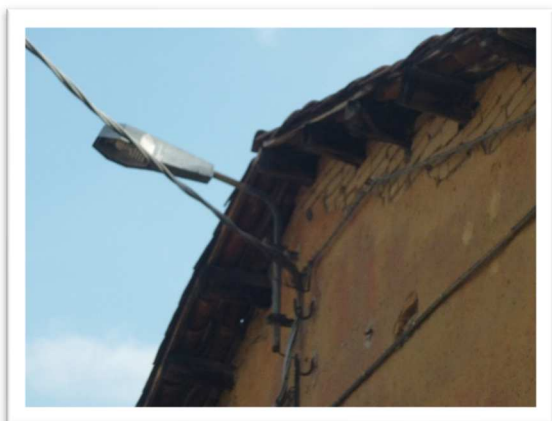
I sostegni ritenuti in condizioni accettabili con indice di vita residua superiore ai 10 anni potranno essere mantenuti ed in alcuni casi sarà richiesta la totale riverniciatura.

5.5. Criticità di gestione e manutenzione

Attualmente l'illuminazione pubblica è gestita direttamente dal Comune di Margarita, mediante affidamento di servizio manutenzione ordinaria (sostituzione lampade) e ripristino malfunzionamenti a ditta esterna, con affidamenti annuali, quindi di fatto i tecnici comunali verificano i funzionamenti e chiamiamo la ditta esterna per i soli interventi manutentivi.



5.6. Documentazione fotografica della situazione attuale



Perimetro 1 – PC07 – Via Cavallotto



Perimetro 2 – PC 08 – Via Castelletto Stura



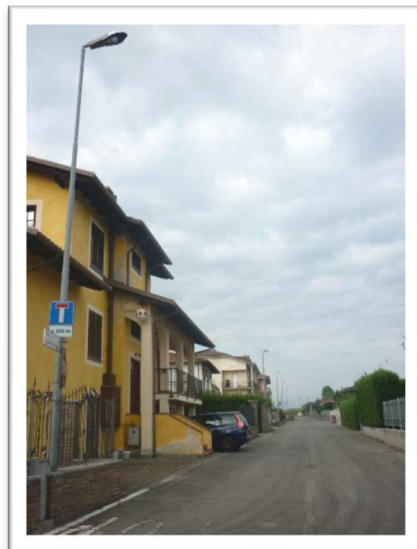
Perimetro 3 – PC 09 – Via Cervella



**Perimetro 4 – PC 100 – Via Divisione Alpina
Cuneese**



Perimetro 5 – PC 102 – Via del Chiosso



Perimetro 6 – PC 101 – Via Giubergia



6. DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI

6.1. Aree di intervento

Le aree di intervento previste nel presente progetto, con riferimento all'efficientamento energetico degli impianti, sono:

Perimetro	Quadro	Indirizzo intervento	Quantità punti luce
Perimetro 1	PC07	Via Umberto I	7
		Via Fontane	7
		Via Cavallotto	10
Perimetro 2	PC08	Via Castelletto Stura	11
Perimetro 3	PC09	Via Cervella	7
Perimetro 4	PC100	Via Divisione Alpina Cuneese	21
		Via Dispersi in Russia	6
Perimetro 5	PC102	Via del Chiosso	4
Perimetro 6	PC101	Via Zucco	2
		Via Giubergia	18
TOTALE			93

6.2. Descrizione sommaria delle opere

I lavori relativi al presente intervento sono relativi all'efficientamento energetico degli impianti, sommariamente identificabili come:

- ❖ Sostituzione attuali armature stradali vetuste con nuove di tipologia a LED;
- ❖ Pulitura e riverniciatura di alcuni sostegni ammalorati ma ancora recuperabili (previo accertamento dell'esistenza condizioni di sicurezza);
- ❖ Ripristino delle verticalità sostegni;
- ❖ Interventi di sicurezza con sostituzione delle linee e sostegni;
- ❖ Rifacimento o adeguamento quadri elettrici datati.

Qualsiasi incidenza di assistenza al cantiere dovrà essere considerata compresa nell'importo appaltato, senza che siano riconosciuti maggiori oneri.

L'impresa appaltatrice dovrà inoltre collaborare nel coordinamento delle fasi lavorative mantenendo per quanto di competenza elettrica il cantiere funzionale ed in sicurezza senza che siano riconosciuti maggiori oneri.

Gli impianti anzidetti dovranno essere verificati in modo da garantire un adeguato livello di illuminamento, tenendo conto del carattere della zona da illuminare e nel rispetto dei parametri indicati dalle Norme UNI EN 13201 e UNI 11248.

6.3. Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica

I calcoli illuminotecnici devono essere realizzati sulla base della categoria illuminotecnica definita e concordata con la committenza con riferimento alla tipologia della strada in oggetto. La procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche prevede che si definisca una categoria illuminotecnica di ingresso desunta dalla tipologia di strada (determinata dal Codice della Strada) e del limite di velocità.

In accordo con la committenza si evidenzia la classificazione adottata per tutte le strade oggetto dell'intervento.

Secondo quanto previsto dalla Norma UNI 11248, si sono individuate le categorie illuminotecniche di ingresso delle zone destinate al traffico nel territorio in oggetto, da considerarsi nella



redazione dei progetti illuminotecnici relativi per la determinazione della categoria di progetto e di esercizio, con l'applicazione della necessaria "Analisi dei rischi" richiesta all'Art.8 della Norma UNI summenzionata.

La categoria illuminotecnica di ingresso non può essere utilizzata direttamente nel progetto, ma deve essere sottoposta ad un'analisi dei rischi. L'analisi consiste nella valutazione di una serie di parametri di influenza specifici del contesto, al fine di individuare la categoria illuminotecnica di progetto tale da garantire la sicurezza degli utenti e, al contempo, da minimizzare i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale degli impianti di illuminazione stradale.

A tale scopo ci si avvale delle competenze degli amministratori e dei tecnici locali, che meglio conoscono le specificità del proprio territorio che leggono ed approvano il presente documento.

6.4. Calcoli illuminotecnici

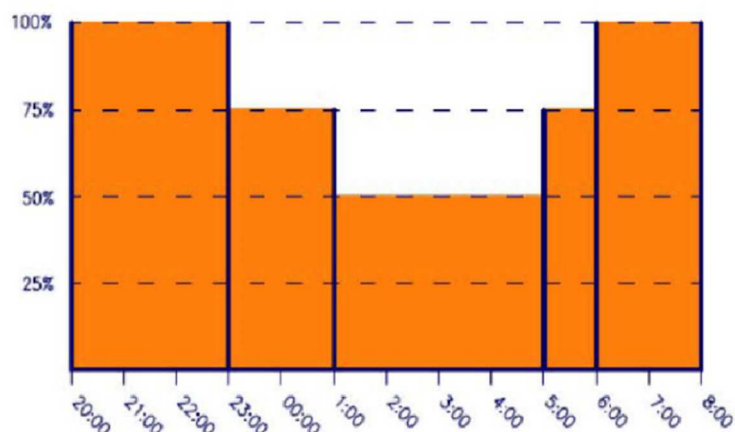
Il dimensionamento illuminotecnico degli impianti in progetto è riferito alla classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica secondo le tabelle indicate al punto precedente e alle caratteristiche tipiche degli apparecchi illuminanti previsti.

I risultati di calcolo sono riportati in allegato specifico.

La UNI 11248 prevede la possibilità di ridurre, anche del 50%, i livelli di illuminazione nelle ore notturne con minore flusso di traffico, purché sia garantita la sicurezza dei cittadini, al fine sia di ridurre i consumi energetici, sia di limitare gli aspetti negativi dell'illuminazione, dalla luce intrusiva alla luminanza artificiale del cielo.

Le armature a LED potranno quindi essere dotate di dispositivo tipo Philips Dynadimmer o equivalente, mezzanotte virtuale, in grado di ridurre la potenza ed il relativo flusso luminoso secondo la seguente programmazione da definire come configurazione.

Configurazione 4: SUBURBS



In aree specifiche potrebbe essere richiesta una programmazione differente da definire in accordo con la Direzione Lavori.

Il setup e la programmazione dei dispositivi elettronici contenuti all'interno degli apparecchi illuminanti dovrà essere definito in fase di ordinazione delle armature per evitare l'incidenza dei costi di ri-programmazione.

6.5. Apparecchi illuminanti

L'incidenza maggiore dei vari interventi previsti a progetto ricade proprio sugli apparecchi di illuminazione identificati come i componenti più importanti al fine del risparmio energetico, pertanto sarà di estrema importanza che questi siano idonei alla tipologia di utilizzo e rispondenti alle principali normative.



In generale gli apparecchi illuminanti dovranno essere conformi alle vigenti Norme (in dettaglio Norme CEI 34/33, IEC 598, EN 60598 per l'aspetto elettrico e CIE 34/1977 per l'aspetto fotometrico).

E' specificatamente richiesta la marcatura CE e marchio IMQ o equivalente estero.

Gli apparecchi a LED dovranno essere dotati di garanzia totale di almeno 10 anni.

Tutte le armature dovranno essere dotate di dispositivo in grado di ridurre la potenza ed il relativo flusso luminoso secondo la programmazione preimpostata del 90%, 75% e 50%.

L'apparecchio illuminante, dovrà avere indicativamente almeno i requisiti descritti nel seguito o equivalenti.

- **Apparecchi illuminanti stradali**

Apparecchio di illuminazione a tecnologia LED tipo "AM-PERA" o equivalente realizzato in pressofusione di alluminio completo di corpo, coperchio di accesso al vano ausiliari e sistema di fissaggio regolabile per montaggio su palo e sbracci, con trattamento superficiale contro la corrosione e successiva verniciatura in polvere di poliestere nella colorazione AKZO 900 grigio sabbato o altri colori AKZO o RAL. Chiusura frontale del vano ottico tramite protettore in vetro piano temperato extra chiaro (spessore 5mm) fissato al telaio tramite cornice e guarnizione al silicone, atto a garantire un grado di protezione IP 66 (EN 60598). Motore fotometrico modulare tipo LENSOFlex 2 ad alta efficienza opportunamente dimensionato per lavorare a correnti di pilotaggio diverse (350 e 700mA).



Controllo della dissipazione termica al fine di poter garantire una durata minima di funzionamento pari a 100.000h, con un flusso luminoso residuo a fine vita pari a L90, alla temperatura ambiente di laboratorio T_a di 25°C. Vano ausiliari completamente separato dal vano ottico al fine di ridurre la temperatura di esercizio dei componenti e la resistenza a temperature ambiente T_a fino a 50°C. Accesso al vano ausiliari tramite coperchio incernierato al corpo apribile con facilità e senza attrezzi, rilasciando i fermi laterali e ruotando verso il basso il coperchio stesso. La corrente è sezionata automaticamente all'apertura del coperchio.

Sorgente luminosa realizzata tramite impiego di Led di ultima generazione tipo Cree XP-G2 disponibile in colorazione bianco caldo (WaW 2900K-3300K), con flusso di 136 lm/led e successive implementazioni di performance. Gli stessi saldati su apposita PCB realizzata secondo gli standard normativi composta da struttura in rame con rivestimento ceramico. Modularità a blocchi ripetitivi di 8, 16, 24 e 64 Led con possibilità di combinazione delle diverse taglie. Il motore fotometrico e il gruppo ausiliari possono essere sostituiti separatamente permettendo di integrare le future innovazioni.

Montaggio a testapalo o laterale Ø a scelta tra 48-60-76mm. Sistema di inclinazione sia con attacco verticale (da 0 a +15°) che orizzontale (da 0° a -15°) con passo di 5°. Ingresso tramite pressacavo.

Rilevamenti fotometrici secondo le norme Uni EN 13032-1 e IES LM 79-08.

Conforme alla norma CEI EN 62471:2009-2 in materia di sicurezza foto biologica delle sorgenti luminose e sistemi di lampade. Sistema di illuminazione cut-off conforme a tutte le leggi regionali in materia di inquinamento luminoso.

Alimentazione tramite Power supply realizzato in classe II asportabile inserito nel vano ausiliari su apposita piastra (in opzione). Tensione compresa tra 120 e 277 Volt 50÷60 HZ.

Resistenza agli urti IK 09 secondo norme EN 50102. Disponibile in classe di isolamento elettrico I o II. Resistenza ai picchi di tensione 10kV, 10kA.

Disponibile con diverse lenti atte a garantire fotometrie appropriate secondo l'applicazione specifica per l'area da illuminare.



Le armature dovranno essere dotate di dispositivo tipo Philips Dynadimmer o equivalente in grado di ridurre la potenza ed il relativo flusso luminoso secondo la programmazione preimpostata del 90%, 75% e 50%.

Prodotto con marchiatura ENEC-ROHS-LM79-80, e prodotto secondo gli standard GREEN tramite l'impiego di materiali riciclabili. Marchiature: CE ENEC, cablaggio in classe I o II, **garanzia 10 anni.**

Configurazioni previste a progetto sono:

- 16 LED @500mA 26W ottica 5139 colorazione bianco caldo WW 3000°K.
- 16 LED @500mA 26W ottica 5140 colorazione bianco caldo WW 3000°K.
- 24 LED @350mA 27W ottica 5119 colorazione bianco caldo WW 3000°K.
- 24 LED @400mA 29.7W ottica 5119 colorazione bianco caldo WW 3000°K.
- 24 LED @550mA 41W ottica 5139 colorazione bianco caldo WW 3000°K.
- 24 LED @600mA 45,5W ottica 5141 colorazione bianco caldo WW 3000°K

• **Apparecchi illuminanti da arredo in stile**

Apparecchio di illuminazione da arredo in stile contemporaneo a tecnologia LED tipo "Valentino" o equivalente realizzato in pressofusione di alluminio anti corrosione verniciato a polvere poliestere. Corpo con 4 bracci e senza alette di dissipazione per evitare l'accumulo di sabbia/sporcizia. Protettore in vetro piano temprato resistente agli UV. Colore AKZO 900 grigio sabbaiato.

Fissaggio testa palo su palo verticale con codolo di diametro $\varnothing 60\text{mm}$ o con tubo filettato maschio $\frac{3}{4}"$ gas o a sospensione su tubo femmina filettato $\frac{3}{4}"$ gas, assicurato tramite contro dado, disponibile una versione sospesa con un fissaggio da $\frac{3}{4}"$ gas.

Equipaggiato con il potente motore LED LensoFlex®2, l'apparecchio Valentino LED offre alte prestazioni con un risparmio energetico che può superare il 75% rispetto agli apparecchi dotati di sorgenti luminose tradizionali. PCB piana con lenti in materiale acrilico basate sul principio di sovrapposizione: 3 distribuzioni fotometriche (strade residenziali, piazze, strade urbane), CRI > 70, ULOR 0%.

Decadimento del flusso dei LED con flusso residuo al termine della durata della vita @ $T_q=25^\circ\text{C}$ @ 100.000 ore: 350mA & 500mA: 90%; 700mA 80%.

Caratteristiche elettriche: classe I o II, tensione di alimentazione 220V – 50/60Hz, protezione alle sovratensioni fino a 10kV, Grado di protezione IP 66.

Le apparecchiature dovranno essere dotate di dispositivo tipo Philips Dynadimmer o equivalente in grado di ridurre la potenza ed il relativo flusso luminoso secondo la programmazione preimpostata del 90%, 75% e 50%.

Prodotto con marchiatura CE, ROHS, LM79-80, e tutte le misurazioni condotte il laboratorio accreditato ISO 17025.

Marchiature: CE ENEC, cablaggio in classe I o II, **garanzia 10 anni.**

LED bianco caldo WW 3000°K.

Configurazioni previste a progetto sono:

- 16 LED @500mA 26W ottica 5118 colorazione bianco caldo WW 3000°K.





- **Apparecchi illuminanti da arredo in stile**

Apparecchio di illuminazione da arredo in stile contemporaneo a tecnologia LED tipo "STY-LAGE" o equivalente realizzato in pressofusione di alluminio anti corrosione verniciato a polvere poliestere. Corpo con 4 bracci e senza alette di dissipazione per evitare l'accumulo di sabbia/sporcizia. Protettore in vetro piano temperato resistente agli UV. Colore AKZO 900 grigio sabbato.

Fissaggio testa palo su palo verticale con codolo di diametro $\phi 60\text{mm}$ o con tubo filettato maschio $\frac{3}{4}"$ gas o a sospensione su tubo femmina filettato $\frac{3}{4}"$ gas, assicurato tramite contro dado.

Blocco ottico "FutureProof", integrato nel coperchio insieme agli ausiliari, sostituibile in loco e con connettori IP per agevolare le operazioni di manutenzione. PCB piana con lenti in materiale acrilico basate sul principio di sovrapposizione: 3 distribuzioni fotometriche (strade residenziali, piazze, strade urbane), CRI > 70, ULOR 0%.

Decadimento del flusso dei LED con flusso residuo al termine della durata della vita @ $T_q=25^\circ\text{C}$ @ 100.000 ore: 350mA & 500mA: 90%; 700mA 80%.

Caratteristiche elettriche: classe I o II, tensione di alimentazione 220V – 50/60Hz, protezione alle sovratensioni fino a 10kV.

Le apparecchiature dovranno essere dotate di dispositivo tipo Philips Dynadimmer o equivalente in grado di ridurre la potenza ed il relativo flusso luminoso secondo la programmazione preimpostata del 90%, 75% e 50%.

Prodotto con marchiatura CE, ROHS, LM79-80, e tutte le misurazioni condotte il laboratorio accreditato ISO 17025.

Marchiature: CE ENEC, cablaggio in classe I o II, **garanzia 10 anni**.

LED bianco caldo WW 3000°K.

Configurazioni previste a progetto sono:

- 16 LED @500mA 26W ottica 5139 colorazione bianco caldo WW 3000°K.





- **Riepilogo caratteristiche apparecchi per ordine**

Gli apparecchi illuminanti sopra descritti sono di riferimento per individuare eventuali apparecchi equivalenti.

Gli apparecchi dovranno essere caratterizzati da una durata di vita pari a L90B10@100.000 ore @Tq=25°C, sensore di temperatura sul driver sul LED, possibilmente scaricatori tipo 2-3 (BLT Phoenix Contact o equivalente) con fusibile, driver programmabile con regolazione oraria del flusso luminoso, certificazione ENEC e garanzia totale di minimo 10 anni.

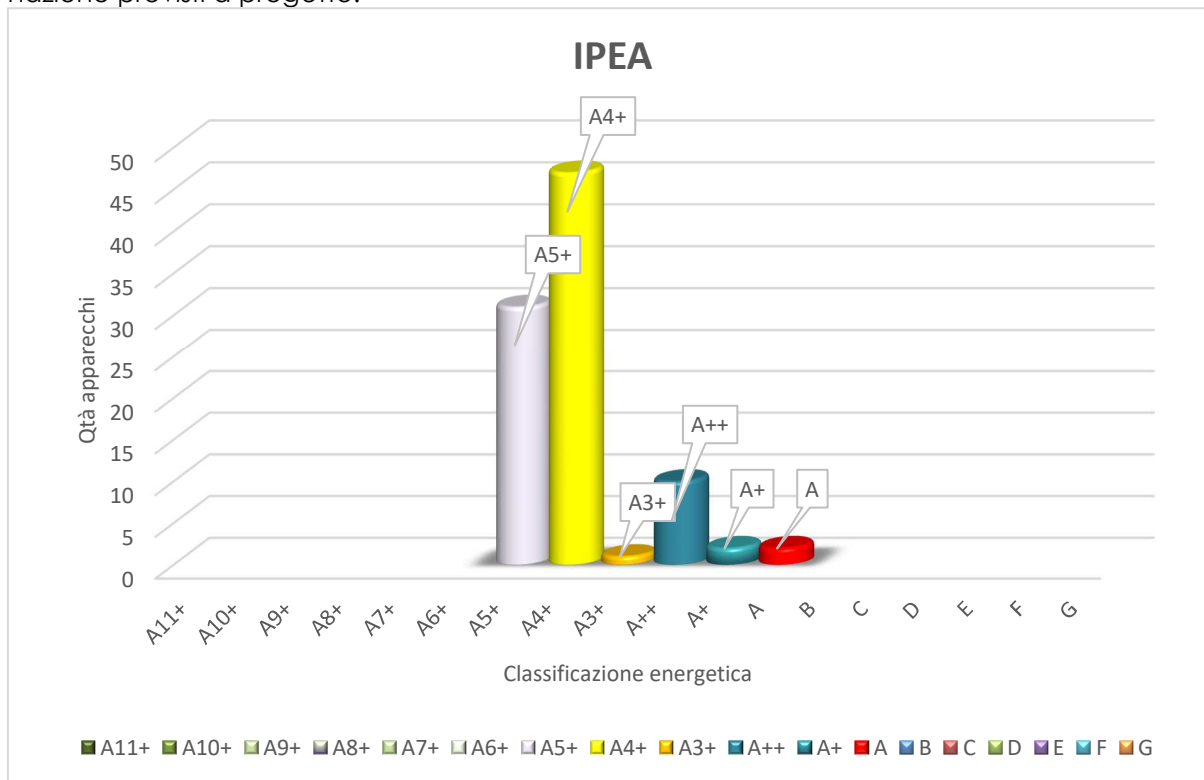
- **Profilo di regolazione**

Il profilo di regolazione dovrà essere già impostato al momento della installazione e dovrà essere verificato con le esigenze della Amministrazione.

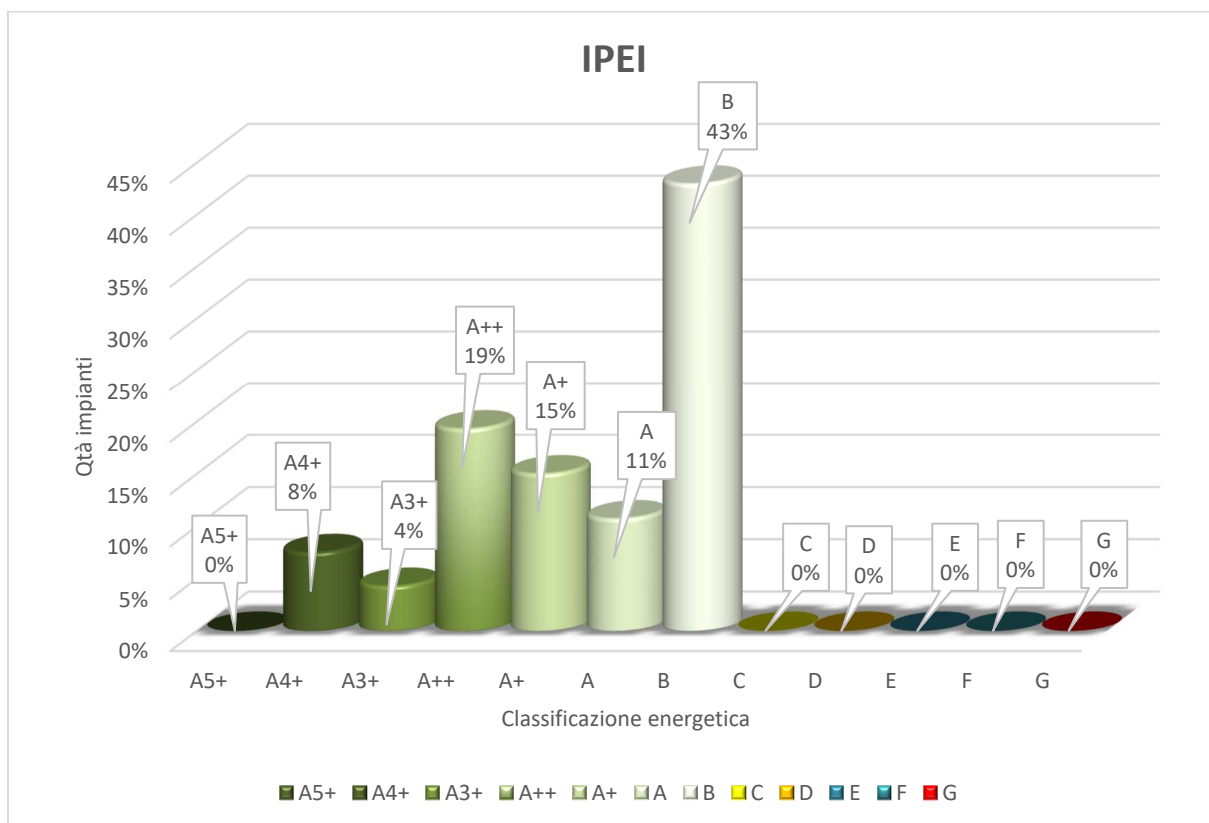
In linea di massima è richiesto un profilo standard che possa **garantire almeno il 23% di risparmio** sulle regolazioni impostate con i seguenti gradini:

Gradino di regolazione	Ore annue indicative (base 4200h)
100%	1.825
90%	-
75%	912
50%	1.460

Si riporta nel seguito tabella riepilogativa degli indici IPEA calcolati per gli apparecchi di illuminazione previsti a progetto:



Oltre alle elevate prestazioni degli apparecchi illuminanti è stata realizzata una buona prestazione energetica dell'impianto, riassunta nel grafico seguente distribuito in funzione del numero di punti luce:



Come si può notare gran parte degli indici IPEA (mediamente superiore ad A) ed IPEI (mediamente superiore ad B) sono molto alti, nettamente superiori ai requisiti minimi richiesti dai CAM.

6.6. Adeguamento impiantistico alla classe II

Ove possibile si dovrà prevedere l'adeguamento alla classe II degli impianti.

La trasformazione dovrà avvenire valutando anche le condizioni delle linee elettriche di alimentazione, dei giunti di derivazione e delle componenti elettriche in modo che ogni parte dell'impianto sia adeguata al tipo di classe di isolamento da ottenere.

Per gli impianti che non verranno trasformati in classe II i tecnici comunali dovranno verificare le date di scadenza per ciascun impianto delle verifiche periodiche obbligatorie ai sensi del DPR462/01 e procedere alla realizzazione di tutti gli interventi necessari all'adeguamento in classe II degli impianti entro e non oltre la data di scadenza della verifica periodica.

Nel caso l'impianto oggetto di verifica non venga adeguato in Classe II entro e non oltre la scadenza della precedente verifica dovrà essere sottoposto a verifica entro la scadenza della precedente a carico del "datore di lavoro".

6.7. Interventi sui quadri elettrici

Lo stato di protezione dei quadri elettrici risulta discreto ed in gran parte rispondente alla normativa vigente.

Il grado di protezione rilevato per la maggior parte dei quadri è IP40, in altri IP65.

Per ora non sono previsti interventi massivi di riqualificazione dei quadri elettrici, benché in alcuni perimetri interessati dagli interventi di riqualificazione sia previsto un adeguamento con inserimento di sistema di telegestione e telecontrollo quadro.

Dovranno essere previsti tutti gli interventi necessari all'adeguamento normativo dei quadri elettrici.

Dovrà essere prevista in ogni caso la revisione e messa in sicurezza con eventuale sostituzione dei componenti in condizioni critiche.



Tutti i quadri elettrici di nuova fornitura e posa dovranno essere equipaggiati con un numero ridondante di partenze avendo cura di suddividere gli impianti in più circuiti al fine di massimizzare la selettività e minimizzare il numero di punti luce spenti in caso di guasto di un circuito. A protezione di ciascun circuito principale dovrà essere previsto:

- n.1 interruttore generale magnetotermico differenziale possibilmente a riarmo automatico;

6.8. Linee

In linea di massima le linee di distribuzione risultano in discrete condizioni.

Sono comunque previsti interventi minimi per eliminare alcune situazioni critiche.

Dovrà essere prevista in ogni caso la revisione e messa in sicurezza con eventuale sostituzione delle linee elettriche in condizioni critiche su tutto il territorio.

6.9. Interventi sulle linee ammalorate

Dovranno essere previsti tutti gli interventi necessari all'adeguamento normativo ed al ripristino della piena funzionalità ed efficienza di tutte le linee elettriche pertanto dovranno essere eseguiti tutti gli interventi necessari a garantire tale risultato mediante, a titolo indicativo e non esaustivo, i seguenti interventi:

- Sostituzione di linee aeree;
- Sostituzione di linee interrate;
- Sostituzione di giunti;
- Sostituzione di morsettiere.

6.10. Eliminazione impianti promiscui con distribuzione e-distribuzione

Nel presente progetto non sono previsti interventi di spromiscuamento delle linee, in ogni caso, qualora si presentassero situazioni promiscue, si dovrà provvedere alla eliminazione degli impianti in promiscuità con la distribuzione della rete del distributore locale e-Distribuzione.

La promiscuità dovrà essere risolta mediante ricostruzione degli impianti promiscui, con la realizzazione di opere civili (tubazioni ad uso elettrodotto, pozzetti di ispezione, plinti di fondazione, demolizioni e ricostruzioni di pavimentazioni stradali e di marciapiede) e quanto altro necessario.

6.11. Sostegni

I sostegni seppur datati potranno restare previo accertamento da parte della ditta appaltatrice della stabilità e buone condizioni conservative.

In ogni caso deve essere prevista una revisione e messa in sicurezza di tutti i sostegni con verifica della stabilità.

Nel caso in cui tale idoneità non fosse accertata il sostegno dovrà essere sostituito.

6.12. Interventi sui sostegni ammalorati

Il censimento di dettaglio dovrà individuare le esatte condizioni di manutenzione di ciascun sostegno e definirà gli interventi da realizzare tra i quali, a titolo indicativo e non esaustivo, vi saranno:

- Sostituzione sostegno;
- Verniciatura parziale o totale del sostegno;
- Realizzazione di trattamento di ripristino della zincatura totale o parziale (per pali zincati);
- Sostituzione della morsettiera;
- Rifacimento del collarino.

Tutti gli interventi dovranno essere realizzati con le modalità indicate nel presente progetto.



7. PRESCRIZIONI TECNICHE

7.1. Finalità delle prescrizioni tecniche

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali l'appaltatore è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggiore precisazione di quelle già indicate negli articoli precedenti.

7.2. Prescrizioni tecniche generali

L'appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, nonché dalla norma CEI 64-7, risultano dai disegni di progetto allegati, nonché dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, forniti a complemento dei disegni stessi, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.

I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

7.3. Caratteristiche generali dell'impianto

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome dell'appaltatore, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.



7.3.1 Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- Fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni in polietilene a doppia parete a sezione circolare, con diametro esterno adeguato, per il passaggio dei cavi di energia;
- La posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno adeguato verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- Formazione di cassonetto in calcestruzzo a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- Trasporto alla discarica del materiale eccedente.

7.3.2 Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- Formazione di platea in calcestruzzo con fori per il drenaggio dell'acqua;
- Formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- Conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- Sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- Formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio;
- Fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, con carico di rottura conforme alle norme UNI EN 124 richiesto dalle condizioni di posa e relativo riquadro ghisa, che garantiranno maggior robustezza e garanzie di durata, aventi le dimensioni indicate sugli elaborati grafici di progetto;
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

7.3.3 Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.



7.3.4 Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio

I pozzetti gettati in opera o prefabbricati saranno costituiti con calcestruzzo secondo norme UNI EN 206-1 e dovranno corrispondere per dimensioni e caratteristiche costruttive ai disegni di progetto ed alle prescrizioni del relativo articolo di Elenco Prezzi; per quanto riguarda la loro ubicazione si fa riferimento alle planimetrie allegate, salvo le disposizioni che verranno impartite dal Direttore dei Lavori all'atto esecutivo, anche su condotte preesistenti.

Tutti i pozzetti saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato meccanicamente ed armato in misura adeguata in modo da sopportare i carichi prescritti.

La loro esecuzione dovrà risultare a perfetta regola d'arte gettati entro appositi stampi in modo da raggiungere una perfetta compattezza dell'impasto e presentare le superfici interne completamente lisce, senza alcun vespaio. Il periodo della stagionatura prima della posa in opera dei pozzetti prefabbricati non dovrà essere inferiore a 10 giorni.

I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno perfettamente stuccati ad assetamento avvenuto, con malta di cemento plastico in modo da risultare a perfetta tenuta d'acqua.

Tutti i pozzetti saranno muniti di chiusini in funzione della loro ubicazione e destinazione.

7.3.5 Chiusini

I chiusini di ispezione dei pozzetti saranno generalmente in ghisa salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori.

In particolare si prescrive:

- Le superfici di appoggio del coperchio sul telaio devono combaciare perfettamente in modo che non si verifichi alcun traballamento;
- Il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza in altezza;
- I chiusini dovranno essere provvisti di fori di aerazione e di sollevamento;
- Il telaio dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo.

7.3.6 Pali di illuminazione pubblica

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

E' previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 10025-1, UNI EN 10025-2 e UNI EN 10219, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2) saldati longitudinalmente secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come dalle tavole allegate.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI EN 40-4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nelle tavole allegate.

I processi di saldatura devono essere conformi alle norme UNI EN 1011-1 e 2; UNI EN ISO 15607, UNI EN ISO 15609-1 e UNI EN ISO 15614-1.



7.3.7 Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- Formazione del blocco in calcestruzzo;
- Esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- Fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica per il passaggio dei cavi;
- Riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- Trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- Sistemazione del cordolo eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

7.3.8 Linee

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

7.3.9 Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati. Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

7.3.10 Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

7.4. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

Nei casi ove previsto l'appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro con



grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI EN 60529). Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'Ente Distributore, la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'appaltatore le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'Ente Distributore. Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nei disegni allegati. L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i contattori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI EN 60947-4-1.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme CEI 64-8. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

7.5. Scelta e messa in opera delle apparecchiature elettriche

La norma CEI 64-8 sez. 714.5 dispone che i componenti elettrici devono avere, per costruzione o per installazione, almeno il grado di protezione IP33.

Per gli apparecchi di illuminazione il grado di protezione IP23 è sufficiente quando il rischio di inquinamento ambientale sia trascurabile, e se gli apparecchi di illuminazione sono posti a più di 2,50 m al di sopra del livello del suolo.

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:

- a) Per i componenti interrati o installati in pozzetto:
 - a. IPX7 se è previsto il drenaggio, o grado di protezione IPX8 nel caso in cui sia prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso;
- b) Per gli apparecchi di illuminazione:
 - a. IPX5.

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-5, CEI EN 60598-2-3.

In ottemperanza alla norma CEI EN 60598-1 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, ed essere forniti completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento ed essere a marchio IMQ.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della norma CEI EN 60598-1.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalle norme vigenti e dalla Legge Regionale.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla Legge Regionale delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto.

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat".

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;



- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.
- Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della Legge della Regione
- Diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen
- Diagramma del fattore di utilizzazione
- Classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

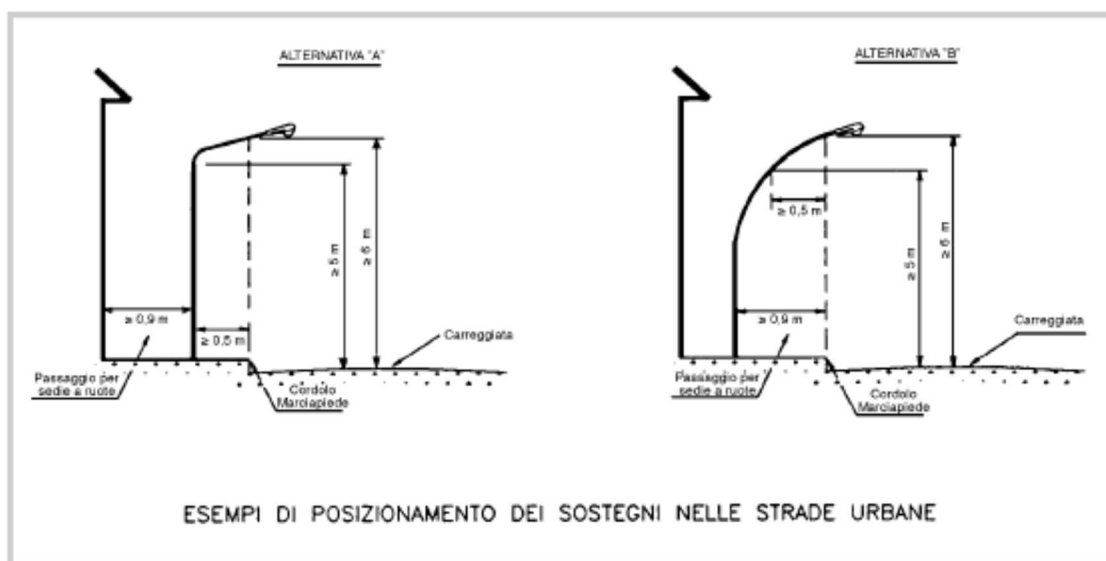
Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia univocamente definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. L'appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

La rispondenza alla Legge della Regione e al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificato con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle normative stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione.

7.6. Posizionamento dei pali

I pali di illuminazione dovranno essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o di stanziamenti sono stabiliti dai decreti ministeriali DM 3 Giugno 1998 - DM 18 Febbraio 1992 n°223 - DM 15 Ottobre 1996 - DM 21 Giugno 2004. Comunque, fino ad una altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata, dovranno essere ubicati ad almeno 0,5 m dal limite della stessa carreggiata (Dovrà essere mantenuto sul marciapiede uno spazio maggiore uguale a 0,9 m per permettere il passaggio di sedie a ruote DM 14 Giugno 1989 n°236 art 8.2.1). Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada (Amministrazione Comunale), tenendo conto di eventuali disposizioni di legge e/o comunali, della situazione ambientale e del traffico veicolare consentito. Le distanze dei sostegni dalla carreggiata sono meglio specificate nella sezione riportata nella planimetria allegata al progetto.

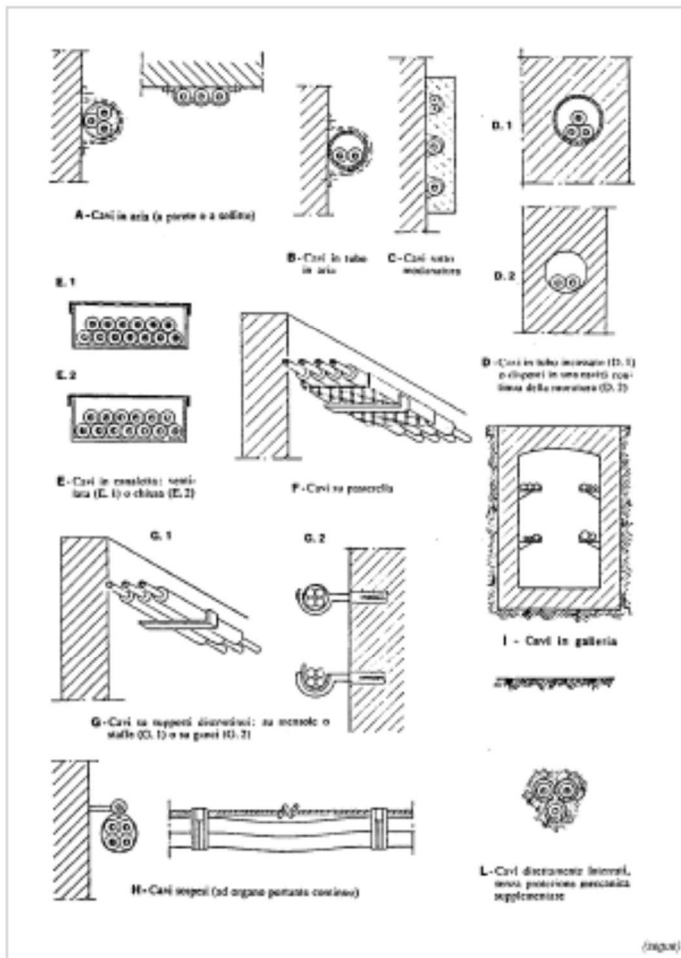
I sostegni e le fondazioni dovranno distare almeno 1 m dalle condutture del gas metano esercite a pressione < 25 bar.



7.7. Distanze di rispetto dei cavi interrati e tipologia di posa

I cavi elettrici dovranno essere posati rigorosamente in appositi cavidotti di dimensioni tali da permetterne un facile infilaggio e sfilaggio.

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, energia elettrica, ecc.) dovranno essere posati nel rispetto delle condizioni particolari e delle distanze minime di prescritte dalla Norma CEI 11-17.



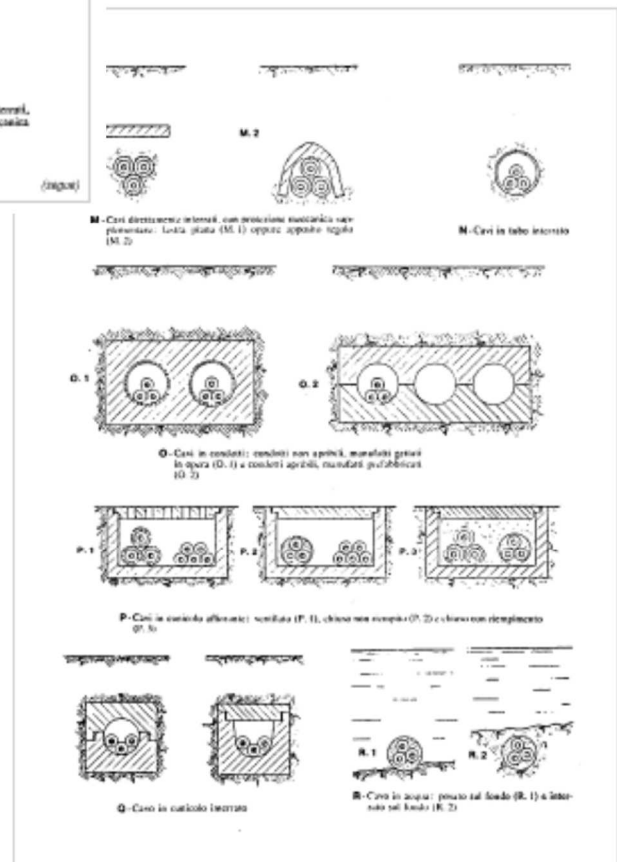
deve essere anigroscopica, deve cioè essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua. Possono essere interrati direttamente, in tubazioni, in cunicoli o in condotti di calcestruzzo con modalità di posa in parte diverse.

I cavi collocati direttamente nel terreno, eventualmente posati su di un alveo di sabbia, devono essere interrati ad una profondità minima di almeno 0,5 m e devono possedere un'armatura metallica di spessore non inferiore a 0,8 mm oppure una protezione meccanica supplementare per tutta la lunghezza. Se il cavo è armato e posato senza ulteriore protezione meccanica è bene che sia segnalata la sua posizione da apposito nastro monitor.

Per finire, è bene ricordare che i cavi non devono essere manipolati quando l'isolante è sottoposto a temperature inferiori a 0 °C se in PVC e -25 °C se a base di materiali elastomerici. L'irrigidimento degli isolanti dovuto alle basse temperature può provocare fessurazioni quando i cavi, durante le normali operazioni di posa, sono sottoposti a piegatura. La forza di

Si adatterà il tipo di posa "M" indicato dalla CEI 11-17; lo scavo dovrà essere minimo di 0,5 m sopra tubo per i tratti ordinari e 1 m per tutti gli attraversamenti stradali. All'interno dello scavo, posto al di sopra delle condutture, dovrà essere stesa una apposita segnalazione a nastro indicante la tipologia di impianto e la tensione di esercizio "condutture elettriche 400V".

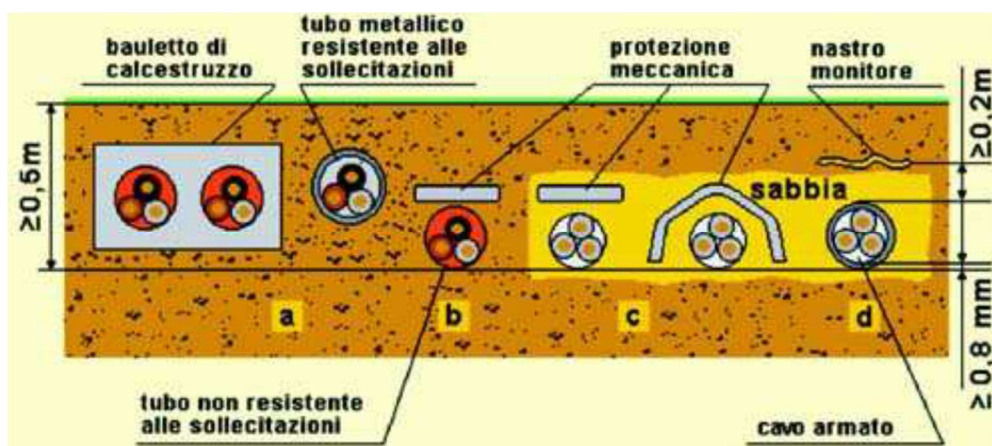
I cavi per posa interrata devono sempre essere dotati di guaina protettiva, protetti contro lo schiacciamento, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti, protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali, ma soprattutto da scavi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici. La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la miscela che la compone



traino necessaria durante l'infilaggio (Norma CEI 11- 17) deve essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo e non deve essere superiore a 60 N/mm² riferita alla sezione complessiva dei conduttori di rame (50 N/mm² per conduttori in alluminio). Per facilitare le operazioni di tiro possono essere utilizzati rulli per il traino, che permettono di ridurre lo sforzo necessario evitando nel contempo danneggiamenti ai cavi stessi.

Modalità di posa dei cavi interrati: la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5m dal suolo.

- In polifora di calcestruzzo;
- In supplementare;
- In tubo con protezione meccanica supplementare;
- Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva;
- Cavo armato posato direttamente in un letto di sabbia con aggiunta di nastro monitor.



Un cavo di energia posato in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante deve rispondere a prescrizioni particolari ed essere installato rispettando distanze minime.

Negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni la distanza di rispetto non deve essere inferiore a 0,3 m e il cavo di segnale deve essere protetto per una lunghezza di almeno 1 m mediante una canaletta, un tubo o una cassetta metallica avente uno spessore di almeno 1 mm.

Non potendo, per validi motivi, rispettare questa distanza minima, occorre proteggere con gli stessi criteri anche il cavo di energia.

Se il cavo è sfilabile, perché posato entro una tubazione di protezione che rende possibile un'eventuale sostituzione, non è necessario seguire le prescrizioni sopraindicate (Norme CEI 11- 17).

La distanza minima di 0,3 m deve essere rispettata anche nei parallelismi tra i cavi di energia e di telecomunicazione. Quando le distanze minime non possono essere rispettate occorre proteggere il cavo di telecomunicazione con un tubo o una cassetta metallica e se la distanza risulta inferiore a 0,15 m si rende necessaria una protezione supplementare anche per il cavo di energia. Negli incroci con tubazioni metalliche i cavi di energia devono essere posti ad una distanza minima di 0,5 m, che può essere ridotta a 0,3 m se il cavo o il tubo metallico sono contenuti in un involucro non metallico.

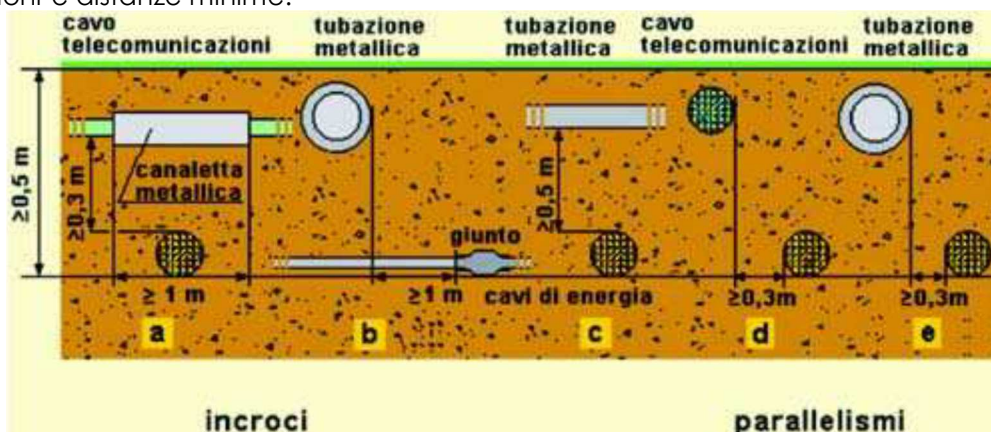
La protezione può essere ottenuta per mezzo di calcestruzzo leggermente armato oppure di elemento separatore non metallico, come ad esempio una lastra di calcestruzzo o di altro materiale rigido. In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati le tubazioni metalliche devono distare almeno un metro dal punto di incrocio, oppure devono essere

adottate le protezioni supplementari sopraindicate. Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere distanti fra loro non meno di 0,30 m.

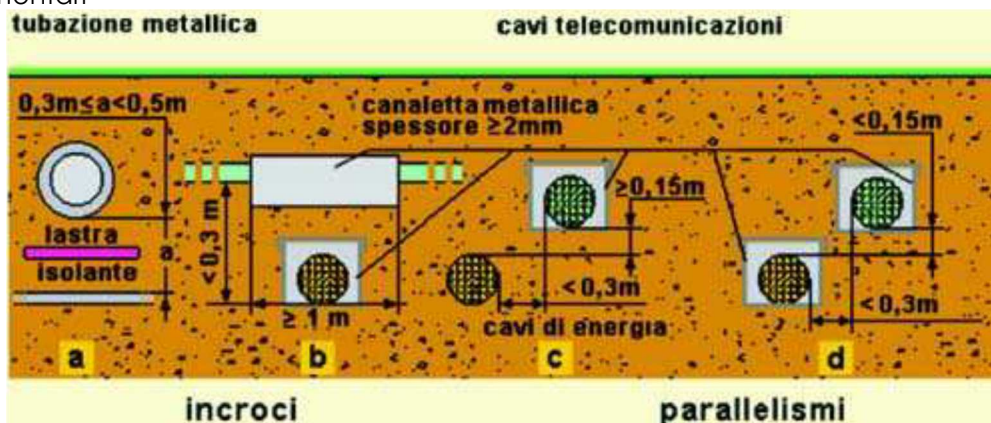
Si può derogare a tali prescrizioni, previo accordo fra gli esercenti gli impianti, se la differenza di quota fra cavo e tubazione è superiore a 0,5 m o se viene interposto fra gli stessi un elemento separatore non metallico. In presenza di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili occorre adottare distanze di sicurezza non inferiori a 1 metro dalla superficie esterna del serbatoio stesso. Le medesime prescrizioni, indicate per le tubazioni metalliche, si applicano anche alle tubazioni di gasdotti interrati: sia negli incroci sia nei parallelismi le distanze di rispetto non devono essere inferiori a 0,5 m.

Le distanze di sicurezza con i cavi di energia che sono posati in tubo o condotto in presenza di tubazioni per il trasferimento di fluidi infiammabili sono fissate dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" e dovranno di volta in volta essere concordate con gli enti distributori del gas. Nella progettazione delle linee elettriche in cavo è comunque buona norma non prevedere la coesistenza nei cunicoli di conduttori elettrici e altre condotte onde evitare che, durante le normali operazioni di manutenzione, possano verificarsi incidenti agli addetti ai lavori.

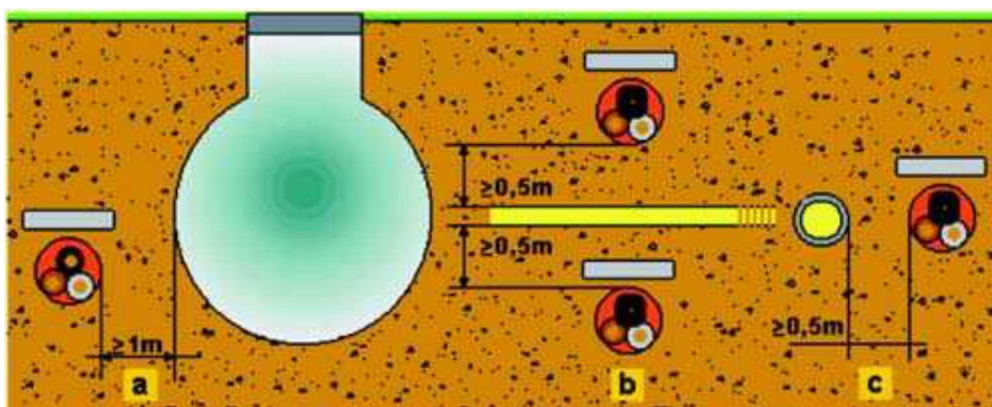
Negli incroci e nei parallelismi con altri cavi o tubazioni devono essere rispettate particolari prescrizioni e distanze minime.



Se le distanze minime non possono essere rispettate si devono adottare opportune protezioni supplementari



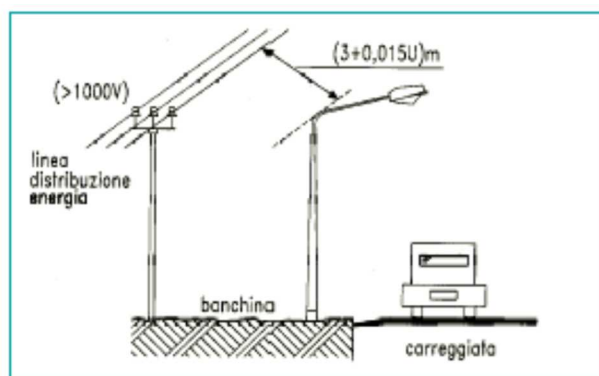
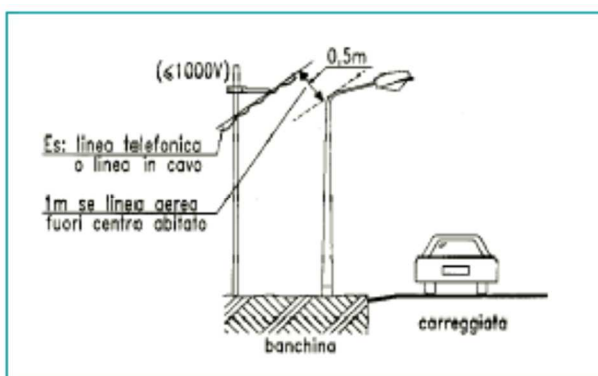
I cavi di energia devono essere posati ad una distanza minima di 1m rispetto alla superficie più esterna di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili (a) e sia negli incroci (b) sia nei parallelismi (c) devono essere distanziati di almeno 0,5 metri dalle condutture del gas.



7.8. Distanze dei sostegni e dei corpi illuminanti dalle linee elettriche esterne

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree non devono essere inferiori:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e 1. Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso in centri abitati.
- $(3 + 0,015 U)$ m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV. Il distanziamento può essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per le linee in cavo aereo e quando ci sia l'accordo fra i proprietari delle strutture interessate, anche per le linee con conduttori nudi.





7.9. Determinazione portata sostegno in funzione delle condizioni ambientali di installazione

La portata ovvero "area della superficie esposta al vento", per la scelta del sostegno è stata determinata tenendo conto delle seguenti condizioni:

- zona di ventosità;
- quota di riferimento s.l.m. (sul livello del mare);
- classe di rugosità (ABCD);

Zona di ventosità:

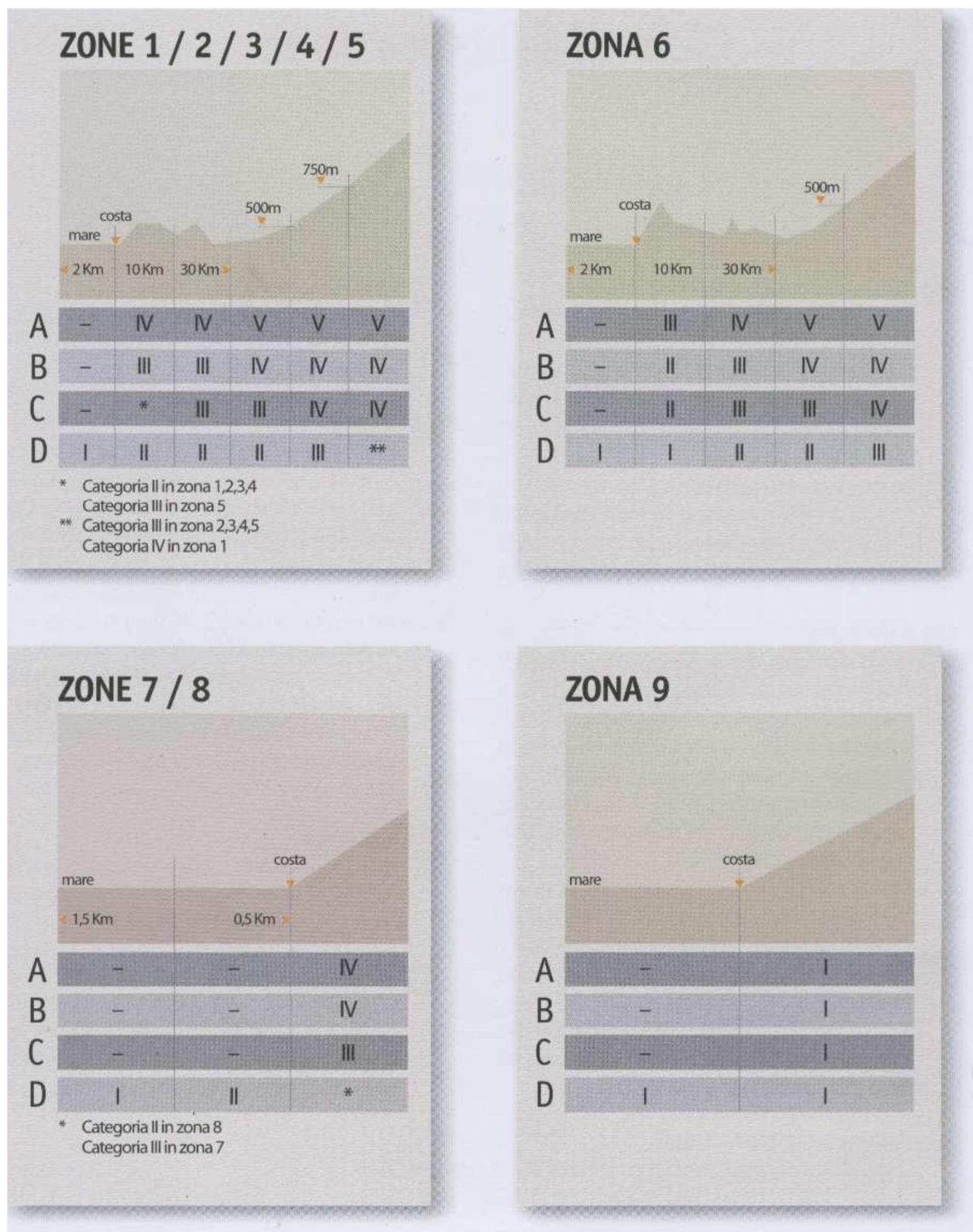
ZONA 1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino A.A., Veneto, Friuli V.G.
ZONA 2	Emilia Romagna
ZONA 3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria
ZONA 4	Sicilia e Provincia di Reggio Calabria
ZONA 5	Sardegna (zona ad oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena)
ZONA 6	Sardegna (zona ad occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena)
ZONA 7	Liguria
ZONA 8	Provincia di Trieste
ZONA 9	Isole (con eccezione di Sicilia e Sardegna)

Classe di rugosità:

A	Aree urbane di cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza non superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali, boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ecc.); aree con rugosità non riconducibile alle classi A,B,D.
D	Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mari, laghi, ecc.)

NB: L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Tabelle per individuazione categoria di esposizione:



Determinata la categoria di esposizione dovrà essere verificata sulle tabelle delle specifiche tecniche del sostegno l'idoneità dello stesso all'utilizzo richiesto.



7.10. Modalità di calcolo dei plinti di fondazione nei pali di illuminazione

La fondazione ha lo scopo di sostenere i pali di illuminazione ed è realizzata tramite un blocco unico prefabbricato di calcestruzzo armato e vibrato o gettato in opera con un cls di classe di resistenza Rck250 e acciaio FeB44k, generalmente di forma parallelepipedica.

Il dimensionamento del plinto di fondazione viene effettuato ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica sulla base di quanto previsto dalle norme:

- **D.M. 21/03/1988:** Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- **D.M. 16/01/1996:** Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, ed istruzioni relative ai carichi e ai sovraccarichi;

La necessità di avere nel plinto un pozzetto di dimensioni interne pari a 40 cm x 40 cm (al fine di rendere agevoli le operazioni di cablaggio) rende necessario adottare plinti di fondazione di dimensioni esterne pari almeno a 90 cm x 70 cm x h. 80 cm del peso complessivo di 920 kg (≈ 9.025 N).

In commercio sono presenti plinti di dimensioni inferiori, ma presentano inevitabilmente un pozzetto di dimensioni interne pari a 30 cm x 30 cm.

Trascurando il contributo laterale alla resistenza, la stabilità del plinto di fondazione si ha con il verificarsi della disequaglianza di cui alla formula (1):

$$M_{rib.} \leq M_{res.} \quad (1)$$

Dove:

$M_{rib.}$ = momento rispetto al piano di appoggio determinato dall'azione del vento espresso in Nm;

$M_{res.}$ = momento rispetto al piano d'appoggio della forza peso del plinto sommata alla forza esercitata dal terreno, il tutto calcolato secondo quanto riportato nel D.M. 21/03/1988 per il caso di fondazioni a blocco unico di forma parallelepipedica ed espresso in Nm;

Il momento ribaltante $M_{res.}$ viene valutato in funzione della forza peso P della fondazione e della forza esercitata dal terreno circostante in cui è interrato il plinto:

$$M_{res.} = \gamma \cdot b \cdot c^3 + P \cdot A/2 \quad (2)$$

Dove:

γ = peso specifico del terreno espresso in N/m³;

P = peso del blocco, della struttura che insiste su di esso e del terreno eventualmente contenuto nelle cavità del blocco stesso, espresso in N;

A = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della base del blocco non intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno;

b = lato, o diametro per le fondazioni circolari, in m, della base del blocco intersecato dalla proiezione verticale della risultante di tutte le forze applicate al sostegno espresso in m;

c = profondità d'interramento del blocco espressa in m.

Il momento ribaltante $M_{rib.}$ viene valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento che viene valutata facendo riferimento al D.M. 16/01/1996 da cui si ricava la formula (3):

$$Q = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d \quad (3)$$

Dove:

q_{ref} = pressione cinetica di riferimento espressa in N/m² pari a $V_{2ref}^2/1,6$;

V_{ref} = velocità di riferimento del vento espressa in m/s;

C_e = coefficiente di esposizione funzione dell'altezza della costruzione sul suolo, della rugosità e della topografia del terreno e dall'esposizione del luogo dove sorge la costruzione;

C_p = coefficiente di forma funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento; normalmente assume valore 1,0;



C_d = coefficiente dinamico che permette di tener conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali; normalmente assume valore 1,0.

In relazione all'ubicazione dell'intervento (che nella verifica in oggetto risulta essere **Sampeyre** (CN)), sulla base della Tabella 7.1 delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, si ha:

Zona	Descrizione	Vref (m/s)	a_0 (m/s)	K_a (1/s)
1	Piemonte	25	1000	0,012

In relazione alla classe di rugosità del terreno, sulla base della Tabella 2 delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, si ha:

Classi di rugosità del terreno	Descrizione
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

In relazione alla Classe di rugosità B, sulla base della Tabella 7.3 delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, si ha una categoria di esposizione del sito pari a III, a cui corrispondono, sulla base della Tabella 7.2 del D.M. 16 Gennaio 1996, i seguenti valori:

Categoria di esposizione al sito	K_r	z_0 (m)	z_{min} (m)
III	0,20	0,10	5

In relazione all'altezza (z) fuori terra del palo, sulla base delle Tabelle delle norme di cui al D.M. 16/01/1996, per $z < z_{min}$ si ha la seguente formula per il calcolo di C_e (come riportato nel punto 7.5 delle norme di cui al D.M. 16/01/1996):

$$C_e(z_{min}) = k_r^2 * c_t * \ln(z_{min}/z_0) * [7 + c_t * \ln(z_{min}/z_0)] \quad (4)$$

Nella formula (4) compare il fattore c_t , detto coefficiente di topografia, che normalmente assume valore pari a 1,0 sia per zone pianeggianti che per quelle ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati il coefficiente di topografia deve essere valutato con analisi più approfondite effettuate sulla base dell'Eurocodice 1 ENV 1991 parte 2-4 paragrafo 8.4.

Definita la pressione cinetica Q si valuta l'azione d'insieme F del vento sul palo sulla base della formula (5):

$$F = Q * d_{med} * L \quad (5)$$

Per la valutazione del Momento Ribaltante tale azione si considera applicata alla mezzeria del palo per cui risulta:

$$M_r = F * h/2 \quad (6)$$

Per il caso specifico, per tutti i pali danneggiati per cui è prevista la sostituzione con relativa realizzazione di nuovo plinto di fondazione e per gli impianti di nuova realizzazione, la relazione $M_{rib.} \leq M_{res.}$ risulta sempre verificata.

7.11. Dimensionamento sostegni per linee aeree

Per i sostegni metallici che saranno preposti all'utilizzo con linee aeree si riportano gli schemi di dimensionamento adottati.

Riferimenti Normativi

- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

Specifiche di Calcolo

Zona di sovraccarico:



Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

Secondo quanto disposto dalla norma UNI EN 40-3-1 e precisamente: Spinta del vento:

Zona di vento =1

La spinta del vento sui conduttori e sui sostegni è stata calcolata in base ai valori di pressione indicati nella tabella seguente, che si riferiscono all'ipotesi di vento spirante perpendicolarmente alle superfici e che sono vevoli per i conduttori e per i sostegni qualunque sia la loro altezza sul suolo.

Velocità del vento	Pressione su superfici piane perpendicolari alla direzione del vento		Pressione su superfici cilindriche e su conduttori (riferita alla sezione anulare)		Pressione su superfici oblique (riferita alla sezione annuale)	
km/h	daN/m ² (kg/m ²)		daN/m ² (kg/m ²)		daN/m ² (kg/m ²)	
20	4,71	4,80	3,82	3,88	1,58	1,59
30	17,41	17,75	10,45	10,65	4,30	4,44
40	29,41	30	17,66	18	7,26	7,50
50	49,65	51	31,70	32,00	12,61	12,75
60	77,70	80	43,63	44	19,43	20

CEI 11-4 Tab. di riferimento

- Categoria di esposizione =2
- Altezza s.l.m. < 1000 m

Sono stati realizzati nelle condizioni di rispetto della CEI 11-4 capitoli:

- 2.1.05 Altezza dei conduttori sul terreno e sulle acque non navigabili in quanto non vengono rifatti impianti in queste circostanze,
- 2.1.07 Distanze di rispetto per i sostegni, anche in funzione della deroga specifica prevista per l'illuminazione pubblica di cui ai par. d) e f).
- 2.1.10 Angolo di incrocio tra linee elettriche ed opere attraversate in quanto gli impianti in questione non attraversano strade ferrate.
- 2.1.13 Messa a terra dei sostegni, non verranno realizzate in quanto tutte le apparecchiature saranno in classe II

CONDUTTORI – Dimensioni minime

I conduttori delle linee elettriche non devono avere, carichi di rottura minori di 343 daN (350 kgf) per le linee di classe zero e prima e di 559 daN (570 kgf) per le linee di classe seconda.

Ipotesi di calcolo.

La verifica di stabilità dei sostegni deve essere eseguita nelle seguenti ipotesi:

- 1) Che tutti i conduttori e le corde di guardia siano integri alla temperatura di -5 °C e che spiri normalmente alla linea vento a 130 km/h;
- 2) Che, nelle condizioni di temperatura e di carico della ipotesi 1) per i sostegni con non più di 4 conduttori delle linee di classe zero, prima e seconda, sia rotto un conduttore o una corda di guardia;

Per i sostegni da impiegarsi nelle regioni della zona B la verifica di stabilità è stata eseguita oltre che per le ipotesi 1) anche agli effetti della verifica di stabilità dei sostegni d'angolo intesa come normale alla linea un vento spirante nella direzione della bisettrice dell'angolo formato dalle due campate facenti capo al sostegno di volta in volta considerato.

Nel caso di sostegni di diramazione il vento è assunto nella direzione della bisettrice dell'angolo formato da quella fra le varie coppie di campate facenti capo al sostegno che dà luogo alle più favorevoli condizioni di carico.

Carichi agenti sui sostegni

I carichi considerati nell'ipotesi di calcolo che interessano il sostegno, sono i seguenti:



- a) Spinta del vento agente sui conduttori e sulle corde di guardia con o senza manicotto di ghiaccio;
- b) Spinta del vento agente sul sostegno senza incrostazioni di ghiaccio;
- c) Spinta del vento agente sugli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;
- d) Componenti orizzontali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia nella direzione della campata;
- e) Componenti verticali dei tiri dei conduttori e delle corde di guardia;
- f) Peso degli equipaggiamenti senza incrostazioni di ghiaccio;
- g) Peso degli elementi costituenti i sostegni senza incrostazioni di ghiaccio.

Il carico c) si è assunto convenzionalmente pari al 5% del corrispondente a) per i sostegni di sospensione o con semplice isolatore rigido e pari a 10% per i sostegni di amarro o con doppio isolatore rigido.

Sollecitazioni ammissibili per i sostegni

Le massime sollecitazioni ammissibili per i sostegni di acciaio non a traliccio delle linee elettriche sono indicate nelle tabelle della CEI 11-4 in funzione del tipo di acciaio impiegato e per un valore di grado di snellezza Λ minore uguale a 15;

FONDAZIONI

Ipotesi di calcolo: La verifica di stabilità delle fondazioni deve essere effettuata nelle stesse ipotesi di calcolo adottate per la verifica dei relativi sostegni utilizzando le formule di cui al par. 2.5.2 e succ. della CEI 11-4

DIMENSIONAMENTO:

Ipotesi di calcolo:

- Tiro in MSA: 150 daN (42 daN/mq) Tiro in MSB: 200 daN (10.5 daN/mq) Carico verticale in MSA: 25 daN
- Carico verticale in MSB: 60 daN

DAL DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE RISULTA LA COMPATIBILITA' CON LA CEI 11-4 con "Massimi tiri in testa".

8. MODALITA' DI REDAZIONE DEI CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici compresi nel progetto sono redatti secondo la normativa vigente e rispettano le categorie di ingresso indicate dall'Amministrazione.

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003, il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

- KLMF: fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Pertanto si dovrà utilizzare il valore percentuale di flusso minimo garantito dall'apparecchio al termine del suo ciclo di vita come certificato dal produttore con curva di decadimento o dato caratteristico L_{-} ; ad esempio se nel progetto definitivo verrà proposto un apparecchio illuminante con caratteristica L80 dovrà essere utilizzato un coefficiente KLMF pari a 0,8.
- KLSF: fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume $KLSF=1$ ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio, vengano prontamente sostituite "su guasto".
- KMF: fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume $KMF=0,9$ in quanto gli apparecchi illuminanti da prevedere a progetto hanno grado IP>6X e si considera un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni due anni e si considera "medio" il livello di



inquinamento.

Pertanto il coefficiente Km, sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, varrebbe:

$$K_m = K_{LMF} \cdot K_{LSF} \cdot K_{MF} = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 \approx 0,72$$

8.1. Categorie illuminotecniche di ingresso

8.1.1 Prescrizioni Illuminotecniche

La nuova Norma UNI 11248 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nella Norma UNI EN 13201-2 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

La Norma si basa, nei suoi principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1.

A tal fine introduce il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

La Norma UNI 11248 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- Indica come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- Fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- Identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- Fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della Norma UNI EN 13201-3 e per le misurazioni in loco trattate dalla Norma UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nella Norma UNI 11248 consentono di:

- Identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:
 - La classe della strada nella zona di studio;
 - la geometria della zona di studio;
 - l'utilizzazione della zona di studio;
 - l'influenza dell'ambiente circostante.
- Adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e il contenimento del flusso luminoso disperso.

Le procedure per l'individuazione delle categorie illuminotecniche secondo la Norma UNI 11248 sono le seguenti:

- a) Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento:
 - Suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei parametri di influenza (art. 6 – criteri di suddivisione delle zone di studio);
 - Per ogni zona di studio identificare il tipo della strada (la classificazione della strada non è di responsabilità del progettista illuminotecnico e va fornita dal Committente);
 - Noto il tipo di strada, individuare con l'ausilio del prospetto 1 la categoria illuminotecnica di riferimento (art. 7 – classificazione delle strade e categoria illuminotecnica di riferimento).
- b) Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:



- Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza riportati nel prospetto 2 secondo quanto indicato all'art. 8 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.
- c) Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio:
 - In base alle considerazioni esposte all'art. 8 (analisi dei rischi) e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinare direttamente la categoria illuminotecnica di progetto.

L'adozione di impianti con caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso), purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Il valore dei parametri illuminotecnici specifici di ogni categoria sono intesi come minimi mantenuti durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione. In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbricazione, dell'incertezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto "r" della pavimentazione stradale, delle incertezze di misura in fase di verifica e di collaudo.

8.1.2 Classificazione delle Strade ed Individuazione della Categoria Illuminotecnica di Riferimento

Si veda il prospetto sottostante che mette in corrispondenza la tipologia stradale con la categoria illuminotecnica di riferimento.



Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di riferimento
A₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M3
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ⁽¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ⁽²⁾	70	
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F⁽³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁽¹⁾)	70 - 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	
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁽⁴⁾	Non dichiarato	P2
-	Strade a destinazione particolare ⁽¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 e s.m.i. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica della strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 6 Norma 11248).

3) Vedere punto 6.3 Norma UNI 11248

4) Secondo la Legge 214 del 1 agosto 2003 e s.m.i.



8.1.3 Prestazioni richieste in Base alla Categoria Illuminotecnica di Riferimento (Norma 13201-2 integrata con prescrizioni Norma UNI 11248)

8.1.3.1 CLASSI ME:

Classe	Luminanza della carreggiata			Abbagliamento debilitante	Illuminamento aree circostanti
	L (cd/m ²)	U_0	U_l	$Tl\%$	EIR
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,30
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,30
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,30
M6	0,3	0,35	0,4	20	0,30

8.1.3.2 CLASSI C:

Classe	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ (lx)	U_0
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

8.1.3.3 CLASSI P:

Classe	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ (lx)	E_{min} (lx)
P1	15	3
P2	10	2
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	prestazioni non determinate	



8.1.3.4 Sommario dei termini illuminotecnici utilizzati secondo Norma UNI EN 13201-2

Classe illuminotecnica	Parametro di riferimento	Utilizzo prevalente
ME	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto
CE	Illuminamento orizzontale	Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, roatorie, sottopassi, ecc.
S	Illuminamento orizzontale	Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi

8.1.3.5 Significato dei simboli utilizzati nelle Tabelle

- L** luminanza media mantenuta: valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto d'illuminazione. Per l'illuminazione delle costruzioni, è il valore medio mantenuto sulle superfici illuminate dei valori rilevati o calcolati al centro delle maglie previste dai Capitolati.
- U₀** uniformità generale: è il rapporto fra la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo o di rilievo, secondo la magliatura prevista dalla Norma, e la luminanza media.
- U_l** uniformità longitudinale: è il minore dei rapporti fra luminanza minima e massima calcolate o rilevate al centro delle maglie, fra quelle previste dalla Norma, disposte lungo l'asse di ciascuna corsia.
- T_i** indice dell'abbagliamento debilitante: abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
- Ē** illuminamento orizzontale medio mantenuto: valore che assume illuminamento medio del manto stradale, rilevato o calcolato al centro delle maglie previste dalla Norma, nelle condizioni peggiori d'invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- E_{min}** illuminamento orizzontale minimo mantenuto: valore dell'illuminamento minimo riscontrato al centro delle maglie in cui si suddivide la pavimentazione, secondo quanto previsto dalla Norma, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.

8.1.3.6 Significato dei valori prescritti

I valori indicati nelle tabelle indicano livelli considerati necessari per la sicurezza della circolazione nelle aree pubbliche. I valori di luminanza, di illuminamento, di uniformità sono valori minimi, i valori degli indici T_i sono valori massimi.

I valori di luminanza e d'illuminamento indicati in tabella non dovrebbero pertanto essere ridotti quando il traffico diminuisce nelle ore centrali della notte, a meno di un'altra possibile classificazione delle stesse strade quando il traffico si riduce. La riduzione della luminanza e dell'illuminamento può risultare invece opportuna - tanto ai fini del risparmio energetico, quanto per limitare l'inquinamento luminoso della volta celeste - e compatibile con la sicurezza, quando motivi diversi inducano a realizzare livelli maggiori di luminanza o di illuminamento su determinate strade nelle prime ore della notte, quando il traffico è molto intenso, a condizione che il livello ridotto non sia inferiore a quello indicato nelle tabelle. A tali casi, pertanto, dovrebbe essere limitato l'impiego di dispositivi per la parzializzazione del flusso luminoso nelle ore o nelle situazioni di scarsa affluenza di pubblico. Altri sistemi che prevedono la parzializzazione degli impianti nelle ore di scarso traffico, riducendo il numero di punti luce funzionanti, non devono essere consentiti perché creerebbero condizioni di illuminazione non rispondenti alla normativa.



8.1.4 Classificazione Illuminotecnica delle Strade Comunali

Secondo quanto previsto dalla Norma UNI 11248 e riportato sinteticamente nell'Appendice 1, si sono individuate le categorie illuminotecniche di ingresso delle zone destinate al traffico nel territorio in oggetto, da considerarsi nella redazione dei progetti illuminotecnici relativi per la determinazione della categoria di progetto e di esercizio, con l'applicazione della necessaria "Analisi dei rischi" richiesta all'Art.8 della Norma UNI summenzionata.

La categoria illuminotecnica di ingresso non può essere utilizzata direttamente nel progetto, ma deve essere sottoposta ad un'analisi dei rischi. L'analisi consiste nella valutazione di una serie di parametri di influenza specifici del contesto (tabella 01 e tabella 02), al fine di individuare la categoria illuminotecnica di progetto tale da garantire la sicurezza degli utenti e, al contempo, da minimizzare i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale degli impianti di illuminazione stradale.

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5]	

Tabella 01 Parametri di influenza costanti nel lungo periodo (norma UNI 11248:2016)

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flussi di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flussi di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Tabella 02 Parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale (norma UNI 11248:2016)

8.2. Definizione e Classificazione Illuminotecnica del progetto

La classificazione delle strade è stata fatta per zone omogenee, mentre l'analisi del rischio è stata eseguita utilizzando i dati relativi ai flussi di traffico e altri tipi di analisi sul territorio che devono essere forniti dall'Amministrazione.

Le categorie illuminotecniche di ingresso vengono quindi così definite per ogni tratto stradale:



Tratti stradali	Tipo di strada	Limite di velocità	Categoria illuminotecnica di INGRESSO
Tipologia 1	F - Strade locali urbane	50	M4
Tipologia 2	Fbis - Itinerari ciclo-pedonali	-	P2

A seguito della analisi dei rischi per ogni tratto stradale, si definiscono le categorie illuminotecnica di progetto come riportato nella seguente tabella:

Tratti stradali	Parametri di influenza	Riduzione categoria illuminotecnica	Categoria illuminotecnica di PROGETTO
Tipologia 1	Complessità del campo visivo normale	1	M5
Tipologia 2	Complessità del campo visivo normale	1	P3

In funzione della riduzione del flusso di traffico nelle ore serali e notturne, si definiscono le categorie illuminotecniche di esercizio come riportato nella tabella seguente:

Tratti stradali	Parametri di influenza	Riduzione categoria illuminotecnica	Categoria illuminotecnica di ESERCIZIO
Tipologia 1	-	-	M5
Tipologia 2	-	-	P3

I vari tratti stradali saranno quindi definiti con le seguenti categorie illuminotecniche:

Tratti stradali	Categoria illuminotecnica di INGRESSO	Categoria illuminotecnica di PROGETTO	Categoria illuminotecnica di ESERCIZIO
Tipologia 1	M4	M5	M5
Tipologia 2	P2	P3	P3

9. GESTIONE E MANUTENZIONE

Gli impianti a progetto così concepiti rimarranno di proprietà del Comune che ne assumerà la totale manutenzione.

10. ESECUZIONE DELLE OPERE

Trattandosi di opere eseguite all'aperto, si dovrà tenere conto di periodi sfavorevoli, determinati da cattive condizioni meteorologiche e stagionali.

Per qualsiasi intervento sugli impianti l'operatore dovrà attenersi scrupolosamente a tutte le regole generali di sicurezza. In particolare si dovrà informare l'Ufficio Tecnico di competenza e l'impresa incaricata alla manutenzione, nonché apporre adeguata cartellonistica di segnalazione sui sezionatori di linea e punti di comando impianto.

10.1. Prime indicazioni sulla sicurezza ambienti di lavoro

Le opere dovranno essere eseguite nel rispetto del Decreto Legislativo del 9 aprile 2008, n. 81 e successive modifiche e integrazioni, considerando le misure generali di sicurezza e salute dei lavoratori negli ambienti di lavoro.

Tali norme saranno riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento che andrà a disciplinare l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto a cui si riferisce.



*Nel caso specifico, trattandosi di cantiere superiore a 200 uomini giorno
è **necessaria la nomina del coordinatore** della sicurezza sia in fase esecutiva che progettuale.*

La ditta appaltatrice dovrà comunque redarre il P.O.S. Piano operativo di sicurezza e consegnarlo alla committenza.

La committenza dovrà inoltrare la notifica preliminare ad ASL ed Ispettorato competente.

Sarà necessario nominare il coordinatore e predisporre il P.S.C.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento come dice la parola, serve a Coordinare infatti imprese differenti che partecipano ai lavori e che non sanno quali problematiche possono incorrere nelle interferenze inter-lavorative.

Ai sensi dell'art. 90 del D.Lgs 81/2008, tra i vari obblighi a cui sono sottoposti il committente o il responsabile dei lavori, se nominato, risulta:

- nomina, in determinati casi, del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori (CSE) e/o in fase di progettazione (CSP).

Nello specifico:

- la nomina del coordinatore E' OBBLIGATORIA per tutti i cantieri in cui vi sia la presenza, anche non contemporanea, di più imprese.

Si intende con tale dizione, l'ipotesi in cui i lavori siano eseguiti da più imprenditori con le loro società, anche operanti in subappalto, essendo viceversa esclusi dal conteggio i lavoratori autonomi.

11. QUALIFICA DEL PROGETTISTA

Lo studio di progettazione che ha redatto la presente documentazione è lo "Studio elettrotecnico Torelli s.s." che opera nel settore dal 1979 (ovvero da oltre 40 anni).

Il progettista che ha seguito la progettazione è **Torelli Per.Ind. Alessandro** iscritto al Collegio dei Periti industriali della provincia di Cuneo al n°266 con specializzazione in elettrotecnica dal 1987.

Su richiesta sarà possibile fornire relativo curriculum attestante le decine di progetti di realizzazione/riqualificazione energetica di impianti di illuminazione pubblica per un numero complessivo di alcune decine di migliaia di punti luce.

Secondo quanto richiesto dai CAM i requisiti risultano quindi ampiamente soddisfatti in quanto, come sopra riportato, il progettista dell'impianto elettrico è regolarmente iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste e aver esercitato la professione per almeno cinque anni.

Il progettista illuminotecnico, inteso come colui che redige il progetto illuminotecnico, possiede i seguenti requisiti:

- iscritto all'ordine dei periti, con specializzazione in elettrotecnica;
- aver svolto negli ultimi 5 anni prestazioni di progettazione impianti di illuminazione pubblica come libero professionista nello studio di progettazione e che tali prestazioni comprendano uno o più progetti di realizzazione/riqualificazione energetica di impianti di illuminazione pubblica per un numero di punti luce complessivo pari o superiore a metà di quello dell'impianto da progettare.



12. ALLEGATI

Il progetto definitivo-esecutivo relativo all'impianto elettrico di illuminazione in oggetto, risulta comprensivo di:

- Allegato A - la presente Relazione tecnica generale e specialistica con quadro economico;*
 Appendice A.1 - Calcoli di energy saving.
 Appendice A.2 - Quadro economico;
 Appendice A.3 - Calcolo della agevolazione richiesta;
 Appendice A.4 - Riepilogo e grafici dati economici;
- Allegato B - Elenco prezzi unitari ed analisi;*
- Allegato C - Computo metrico estimativo e stima incidenza sicurezza;*
- Allegato D - Capitolato speciale d'appalto;*
- Allegato E - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;*
- Allegato F - Tavola planimetrica degli impianti a progetto N° 3065 C.21*
 ➤ *Disegno n° 11452 – Planimetria impianti – Planimetria Impianti*
 ➤ *Disegno n° 11453– Planimetria impianti – Classificazione stradale;*
 ➤ *Disegno n° 11454– Particolari esecutivi*
- Allegato G - Calcoli esecutivi degli impianti;*
- Allegato H - Cronoprogramma;*
- Allegato I - Schema di contratto.*
- Allegato L - Stima incidenza manodopera;*
- Allegato M - Schede quadri.*

La presente relazione si compone di n° 62 (sessantadue) pagine numerate.

Cuneo lì, 27 settembre 2021

IL PROGETTISTA
(TORELLI Per.Ind. A.)





13. APPENDICI

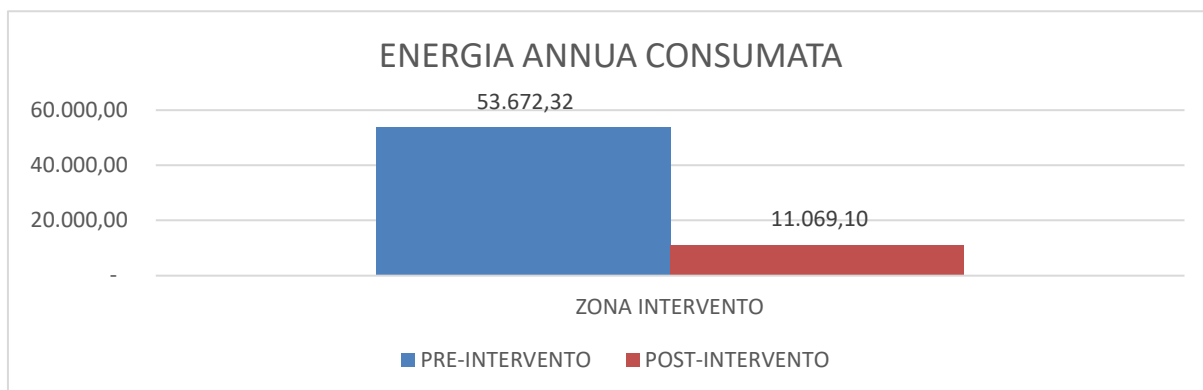
A.1 – Calcoli Energy Saving

Facendo un raffronto dei parametri prestazionali ed economici degli impianti esistenti nella situazione attuale, con la situazione post intervento con i nuovi impianti così concepiti ed ottimizzati, si riporta nel seguito lo specchietto riassuntivo sulla porzione di impianto oggetto di intervento:

DESCRIZIONE	ESISTENTE	PROGETTO	DIFFERENZA	%
Numero Lampade	93	93	-	-
Potenza installata (kW)	12,17	2,99	- 9,18	-75%
Energia consumata (kWh)	53.672,32	11.069,10	- 42.603,22	-79%

Con lo stesso numero di apparecchi illuminanti ci sarà una potenza installata di 9,18kW in meno pari al 75% relativo all'intervento.

L'energia elettrica risparmiata sarà pari a 42.603,22 pari al 79% relativo all'intervento.



Di seguito alcuni valori energetici di riferimento:

Consumo energetico totale nella situazione ante intervento [kWh]	53.672,32
Consumo energetico totale nella situazione post intervento [kWh]	11.069,10
Risparmio di energia elettrica connesso all'intervento [kWh]	42.603,22
Risparmio di energia elettrica connesso all'intervento [%]	79%
Emissioni annue di CO ₂ evitate [ton CO ₂ eq]	18,46
Emissioni annue di NO _x evitate [kg]	10,12
Emissioni annue di PM ₁₀ evitate [kg]	0,13

**A.2 – Quadro economico**

Si riporta nel seguito quadro economico di spesa:

a) IMPORTO PER L'ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI (COMPENSIVO DELL'IMPORTO PER L'ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA)		€	52.448,48
a1)	Importo lavori soggetti a ribasso	€ 51.319,71	
a2)	Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza	€ 1.128,77	
b) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE PER:		€	20.551,52
b1)	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ 786,73	
b6)	Accantonamento di cui all'articolo 133, commi 3 e 4, D.Lgs 163/06 smi	€ 1.048,97	
b7.1)	Spese tecniche relative a progettazione, direzione lavori, assistenza giornaliera e contabilità	€ 8.768,79	
b7.2)	Spese tecniche relative al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione	€ -	
b7.3)	Fondo funzioni tecniche di cui all'articolo 113 D.Lgs 50/2016	€ 755,26	
b8)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, di verifica e validazione (art. 26 D.lgs. 50/2016)	€ 839,18	
B10)	Spese per pubblicità e ove previsto per opere artistiche	€ 500,00	
b12.1)	IVA sui lavori a base d'asta (10% di a1+a2)	€ 5.244,85	
b12.2)	IVA sui lavori in economia (10% di b1)	€ 78,67	
b12.3)	Contributo previdenziale su spese tecniche progettazione e DL (5% di b7.1)	€ 438,44	
b12.4)	Contributo previdenziale su spese tecniche coordinamento sicurezza (5% di b7.2)	€ -	
b12.5)	IVA su spese tecniche di progettazione e DL (22% di b7.1+b12.3)	€ 2.025,59	
b12.6)	IVA su spese tecniche coordinamento sicurezza (22% di b7.2+b12.4)	€ -	
b12.7)	Contributo ANAC	€ 30,00	
b12.8)	Spese varie e arrotondamento	€ 35,05	
IMPORTO TOTALE		€	73.000,00



A.3 – Calcolo della agevolazione richiesta

Prospetto Linea A - Costi ammissibili:

Intervento	Costo [€]
Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica	€ 51.165,04
Opere accessorie	€ 6.528,29
Spese tecniche	€ 5.819,32
Cartellonistica	€ 500,00
Totale Linea A	€ 64.012,65

Importi IVA compresa

Calcolo della agevolazione richiesta:

TOTALE COSTI AMMISSIBILI (min 100.000 € per > 5000 abitanti; min 50.000 € per < 5.000 abitanti)	€ 64.012,65
COSTO AMMISSIBILE UNITARIO (max 800 €)	€ 688,31
QUOTA A CARICO DEL BENEFICIARIO	€ 12.802,53
SOVVENZIONE (contributo in conto capitale)	€ 51.210,12

Siccome non tutti i costi delle somme a disposizione rientrano nel calcolo della agevolazione richiesta, la suddivisione contributi investimento risulta:

CONTRIBUTO CONCESSO	€ 51.210,12
CONTRIBUTO COMUNE	€ 21.789,88
TOTALE INVESTIMENTO	€ 73.000,00



A.4 – Riepilogo e grafici dati economici

Dal raffronto dei parametri prestazionali ed economici degli impianti esistenti nella situazione attuale, con la situazione post intervento con i nuovi impianti così concepiti ed ottimizzati, si riporta nel seguito lo specchietto riassuntivo sulla porzione di impianto oggetto di intervento:

DESCRIZIONE	ESISTENTE	PROGETTO	DIFFERENZA	%
Costo annuo Energia (€)	10.197,74	2.103,13	- 8.094,61	-79%
Costo annuo di manutenzione (€)	1.674,00	465,00	- 1.209,00	-72%
Costo annuo medio complessivo (€)	127,65	27,61	- 100,04	-78%
Costo totale gestione annua	11.871,74	2.568,13	- 9.303,61	-78%

Il costo di energia si ridurrà di circa € 8.094,61 ovvero del 79% relativo all'intervento.

Il costo di manutenzione si ridurrà di circa € 1.209,00 ovvero del 72% relativo all'intervento.

Il risparmio annuo complessivo sulla gestione (energia e manutenzione) sarà indicativamente di **€ 9.303,61 all'anno.**

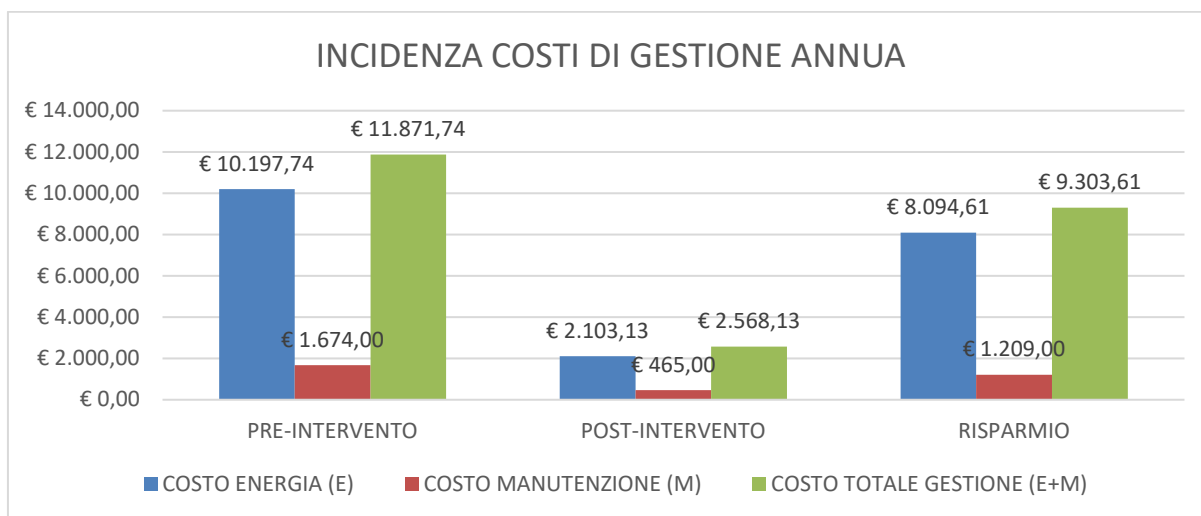
NOTA IMPORTANTE:

Lo specchietto sopra riportato è riferito ai consumi teorici della situazione corrente e post progetto di tutti gli impianti di proprietà comunale oggetto di intervento.

Gli importi sono stimati e quindi indicativi in quanto sono soggetti a variabili come il costo di energia, importi contratti di manutenzione, regolazione e conduzione impianti.



Si riportano nel seguito alcuni grafici esplicativi di quanto sopra documentato:



Nel grafico sotto riportato è evidente che l'intervento comporterà una notevole riduzione del costo di gestione a punto luce, eliminando le lampade maggiormente energivore e quindi onerose per la gestione:

