

# COMUNE di CASOLE D'ELSA

Progetto preliminare di riqualificazione ed efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione degli abitati del comune di Casole d'Elsa (SI)

Committenza: Amministrazione comunale di Casole d'Elsa

ELABORATO

**2**

11001

Relazione tecnica

ELENCO ELABORATI:

	Rev.	Data
1 Relazione generale e quadro economico	5	15/10/2011
2 Relazione tecnica	5	15/10/2011
3 Classificazione delle strade	5	15/10/2011
4 Censimento impianti	5	15/10/2011
5 Computo metrico estimativo	5	15/10/2011
6 Elenco prezzi unitari	5	15/10/2011
7 Cartografia generale	5	15/10/2011
8 Planimetria Casole paese	5	15/10/2011
9 Planimetria Zona Orli	5	15/10/2011
10 Planimetria Zona Il Piano	5	15/10/2011
11 Planimetria Zona Corsina	5	15/10/2011
12 Planimetria Zona Il Merlo	5	15/10/2011
13 Planimetria Zona Cavallano	5	15/10/2011
14 Planimetria Zona Pievescola	5	15/10/2011
15 Planimetria Zona Mensano	5	15/10/2011
16 Planimetria Zona Monteguidi	5	15/10/2011
17 Planimetria Zona Lucciana	5	15/10/2011
18 Schema quadro elettrico (Tipico)	5	15/10/2011
19 Layout rete di controllo	5	15/10/2011

IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Stefano Sgherri

Timbro e firma



Studio d'Ingegneria Associato Dott. Ingg. Roberto e Stefano Sgherri  
Via Piave n°48, 58100 Grosseto Tel.0564/411322, Fax.0564/426421

**SOMMARIO**

1	Introduzione .....	1
2	Elenco degli elaborati.....	1
3	Normative di riferimento.....	1
4	Descrizione della tecnologia proposta .....	2
4.1	Tecnologia LED .....	2
4.2	Telecontrollo e sistema di regolazione del flusso luminoso .....	3
4.3	Caratteristiche tecniche delle sorgenti luminose.....	4
5	Caratteristiche degli impianti .....	4
6	Classificazione delle strade .....	5
7	Interventi previsti .....	5
7.1	Sostituzione punti luce .....	5
7.2	Quadri elettrici .....	6
7.3	Interventi di manutenzione ed adeguamento impiantistico.....	8
8	Protezione contro le sovracorrenti .....	8
9	Protezione dai contatti diretti e indiretti.....	9
10	Conduttori .....	9
10.1	Connessioni elettriche .....	9
10.2	Colori distintivi dei cavi.....	9
10.3	Sezioni minime e cadute di tensione ammesse .....	9
10.4	Sezione minima dei conduttori di neutro .....	10
11	Condutture elettriche.....	10
11.1	Condizioni Ambientali e di posa.....	10
11.2	Raggi di curvatura dei cavi .....	11
11.3	- Cavi in tubo o condotto.....	11
11.4	Protezione contro le sollecitazioni meccaniche esterne .....	11
11.5	Incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati .....	11
11.6	Parallelismi fra i cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati.....	12
12	Impianto di terra .....	12
12.1	dispersore .....	12
12.2	conduttori di terra .....	12
12.3	Conduttore di protezione.....	13
12.4	collegamenti equipotenziali .....	13
13	Qualità dei materiali .....	13
13.1	Grado di protezione dei componenti .....	14

## 1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato descrive gli interventi tecnici proposti nell'ambito del progetto preliminare per la riqualificazione e l'efficientamento energetico degli impianti di pubblica illuminazione, di seguito impianti, del Comune di Casole d'Elsa (SI).

Gli interventi consisteranno principalmente nelle attività di installazione di apparati a LED e sostituzione dei quadri elettrici non a norma al fine di conseguire i seguenti obiettivi:

- adeguamento strutturale e messa in sicurezza degli impianti
- sostituzione delle apparecchiature obsolete e/o danneggiate
- miglioramento dell'efficienza luminosa
- riduzione dei consumi e dei costi di esercizio e gestione degli impianti
- riduzione del flusso disperso e dell'inquinamento luminoso
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

## 2 ELENCO DEGLI ELABORATI

Il presente progetto preliminare si compone dei seguenti elaborati:

ELABORATO	DESCRIZIONE
1	RELAZIONE GENERALE E QUADRO ECONOMICO
2	RELAZIONE TECNICA
3	CLASSIFICAZIONE STRADE
4	CENSIMENTO IMPIANTI
5	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
6	ELENCO PREZZI UNITARI
7	CARTOGRAFIA GENERALE
8	PLANIMETRIA CASOLE PAESE
9	PLANIMETRIA ZONA ORLI ED IL PIANO
10	PLANIMETRIA ZONA ORLI II
11	PLANIMETRIA ZONA CORSINA
12	PLANIMETRIA ZONA IL MERLO
13	PLANIMETRIA ZONA CAVALLANO
14	PLANIMETRIA ZONA PIEVESCOLA
15	PLANIMETRIA ZONA MENSANO
16	PLANIMETRIA ZONA MONTEGUIDI
17	PLANIMETRIA ZONA LUCCIANA
18	SCHEMA QUADRO ELETTRICO (TIPICO)
19	LAYOUT RETE DI CONTROLLO

## 3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo le vigenti leggi, norme e decreti, a titolo non esclusivo:

- D.P.R. N.547 del 27/4/1955 (Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro)
- LEGGE N.186 del 1/3/1968 (Regola d'arte)
- DM 37/08 del 22/01/2008 (Norme per la sicurezza degli impianti)

- DM 6792/01 del 05/11/2001 e s.m.i. (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade)
- Dlgs.285/92 del 30/04/1992 e s.m.i. (Nuovo codice della strada)
- Dlgs.81/08 del 09/04/2008 (Sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro)
- D.L. 494/96 (Sicurezza nei cantieri)

Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) tra le quali citiamo:

- NORMA CEI 0-2 (Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici)
- NORMA CEI 11-1 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme Generali)
- NORMA CEI 11-8 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Impianti di Terra)
- NORMA CEI 11-17 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in Cavo)
- NORMA CEI 17-5 (Interruttori automatici)
- NORMA CEI 17-13 (Quadri B.T.)
- NORMA CEI 23-51 (Quadri per uso civile o assimilabile)
- NORMA CEI 20-19 (Cavi isolati con gomma)
- NORMA CEI 20-20 (Cavi isolati con PVC)
- NORMA CEI 20-22 (Cavi non propaganti l'incendio)
- NORMA CEI 20-38 (Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi)
- NORMA CEI 23-3 (Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti)
- NORMA CEI 23-8 (Tubi protettivi rigidi in PVC e loro accessori)
- NORMA CEI 23-14 (Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori)
- NORMA CEI 23-18 (Interruttori differenziali per usi domestici e similari)
- NORMA CEI 23-25 (Tubi per installazioni elettriche)
- NORMA CEI 64-7 (Impianti elettrici di illuminazione pubblica)
- NORMA CEI 64-8 (Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione)
- NORMA CEI 70-1 (Gradi di protezione degli involucri)

Norme dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI) tra le quali citiamo:

- NORMA UNI 11248 (Selezione delle categorie illuminotecniche)
- NORMA UNI EN 13201-2 (Parte 2 Requisiti prestazionali)
- NORMA UNI EN 13201-3 (Parte 3 Calcolo delle prestazioni)
- NORMA UNI EN 13201-4 (Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche)

## **4 DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA PROPOSTA**

Il progetto per la riqualificazione e l'efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione prevede la sostituzione dei punti luce attualmente installati con apparecchi illuminanti composti da sorgenti luminose a LED ed ottiche cut-off oltre alla sostituzione dei quadri elettrici esistenti con nuovi quadri dotati di sistema di telecontrollo.

L'impiego della tecnologia LED, l'installazione di sistemi di telecontrollo all'interno dei quadri elettrici oltre all'eventuale installazione di sistemi di telecontrollo punto –punto delle sorgenti luminose è finalizzato al conseguimento dei vantaggi di seguito descritti.

### **4.1 Tecnologia LED**

La tecnologia proposta si basa sull'impiego di LED, sorgente luminosa compatta in grado di essere applicata alle diverse esigenze di installazione. Il LED è assimilabile ad una sorgente puntiforme, pertanto utilizzando ottiche opportunamente realizzate è possibile collimare i fasci luminosi dei

singoli LED concentrando l'intero flusso luminoso sulla sede stradale o comunque sull'oggetto da illuminare riducendo al minimo la percentuale di flusso disperso.

La possibilità di generare luce bianca consente un'elevata resa cromatica che rende ottimale la percezione dei colori da parte dell'occhio umano in condizioni notturne (visione scotopica), consentendo così un'illuminazione più sicura per tutti gli utenti della strada. Durante la visione notturna infatti la sensibilità dell'occhio si sposta su frequenze tendenti al campo del blu, spettro principale di emissione dei LED. Le lampade al sodio presentano uno spettro di emissione centrato nella banda del rosso, quindi al di fuori del picco di sensibilità dell'occhio umano. La luce bianca, unitamente alla possibilità di collimare i fasci luminosi mediante opportune ottiche, consente inoltre una migliore visione in condizioni di nebbia o pioggia intensa.

La tecnologia LED, mediante i nuovi alimentatori elettronici e l'impiego della tecnologia a diodi, consente un'agevole ed affidabile regolazione del flusso luminoso al fine di ridurre la potenza nelle ore notturne con minori esigenze illuminotecniche, pur mantenendo uniforme l'illuminazione.

L'impiego di alimentatori elettronici consente inoltre di ridurre le perdite di alimentazione di circa il 20%.

I LED sono caratterizzati da una vita utile più lunga (fino a 120.000 ore) rispetto alle lampade tradizionali (8.000 ore per le lampade ai vapori di sodio, 5.000 ore per le lampade ai vapori di mercurio). Inoltre

L'impiego di LED con ottiche "Full cut off" consente di indirizzare il fascio luminoso esclusivamente verso il basso, minimizzando l'inquinamento luminoso in osservanza con la legislazione vigente.

La tecnologia LED ha impatto ambientale nullo rispetto alle tipologie tradizionali di lampade non contenendo sostanze tossiche o nocive quali gas o vapori di mercurio o sodio. Il LED non ha emissione di radiazione termica ed ultravioletta nello spettro della luce visibile.

I vantaggi conseguibili con l'impiego della tecnologia LED si possono pertanto riassumere nei seguenti punti:

I vantaggi conseguibili attraverso gli interventi proposti possono riassumersi nel seguente prospetto:

Caratteristiche	Vantaggi
Maggior efficienza lumen/watt	Riduzione dei consumi
Impiego di micro ottiche con riduzione del flusso disperso	Riduzione della potenza installata
Alimentazione mediante alimentatori elettronici	Riduzione delle perdite
Regolazione punto punto del flusso luminoso	Riduzione dei costi di esercizio
Vita media più lunga	Contenimento dei costi di gestione
Riduzione dell'inquinamento luminoso	Rispetto dell'ambiente e della normativa
Migliore confort visivo e migliore resa cromatica	Maggiore sicurezza
Riduzione delle emissioni di CO2 immesse nell'atmosfera	Rispetto dell'ambiente
Assenza di mercurio/sodio, ecc.	Rispetto dell'ambiente

#### 4.2 Telecontrollo e sistema di regolazione del flusso luminoso

Il progetto propone l'installazione all'interno di ciascun quadro elettrico di dispositivi a logica distribuita per la gestione dell'accensione/spengimento dei circuiti luce al fine di consentire una più uniforme gestione dell'illuminazione. Il telecontrollo dovrà inoltre acquisire gli stati degli interruttori di protezione ed effettuare il rilancio degli allarmi per garantire il ripristino di eventuali guasti / anomalie in tempi rapidi.

Nell'ambito dell'intervento si prevede inoltre l'implementazione di un sistema di controllo punto punto dei singoli punti luce composto da una centralina di telecontrollo in ciascun quadro e da

alimentatori elettronici dotati di sistema elettronico per il controllo del flusso su ciascun punto luce e di un sistema di comunicazione ad onde convogliate.

La comunicazione tra la centralina ed i singoli punti luce sarà basata sulla tecnologia ad onde convogliate, che sfrutta le linee elettriche esistenti senza cavi aggiuntivi nell'impianto, consentendo di comunicare con ogni singolo punto luce al fine di monitorarne il funzionamento in ogni sua parte e di definire scenari di illuminazione specifici.

La tecnologia proposta consentirà di ricevere allarmi di eventuali guasti, registrare il consumo energetico e tutti i parametri critici di durata e affidabilità del sistema a LED.

La centralina di telecontrollo, installata nel quadro di comando, effettuerà il monitoraggio 24 ore al giorno di ciascun punto luce alimentato da ql quadro stesso, con la possibilità di essere gestita da remoto.

#### 4.3 Caratteristiche tecniche delle sorgenti luminose

Gli apparecchi di illuminazione utilizzati quali armature stradali, lanterne, proiettori ed altre apparecchiature di arredo urbano, dovranno avere caratteristiche architettoniche armonizzate con i luoghi di installazione, con particolare attenzione ai centri storici. In ogni caso le soluzioni proposte dovranno essere preventivamente approvate dall'Amministrazione Comunale.

La geometria dei corpi illuminanti dovrà essere idonea alle caratteristiche strutturali dei sostegni. Qualora i sostegni non risultassero idonei a sostenere i nuovi corpi illuminanti sarà onere dell'Appaltatore provvedere alla sostituzione del sostegno stesso a proprie spese.

Relativamente agli aspetti tecnologici di seguito si elencano le caratteristiche tecniche minime richieste:

- efficienza luminosa minima: 110 lm/W a 350 mA max
- temperatura colore: 2700°K - 3300 °K, con CRI min=75
- temperatura ambiente di funzionamento: da -40 °C a +50 °C
- temperatura di giunzione massima prevista alle condizione di utilizzo effettive paria a +80 °C
- Sorgente luminosa: LED
- corpo in alluminio pressofuso
- viteria acciaio INOX
- classe isolamento II
- grado protezione IP67
- valvola anticondensa

## 5 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

Tutti gli impianti sono alimentati dalla rete Enel con forniture in bassa tensione. Di seguito si riassumono le caratteristiche del punto di connessione validi per tutti gli impianti

Categoria del sistema .....	I°
Sistema di messa a terra .....	TT
Tipo di fornitura .....	MONOFASE/TRIFASE 220/380 V
Stato del neutro .....	distribuito
Corrente di corto circuito alla fornitura (pot disp. <16kW) .....	6 kA
Corrente di corto circuito alla fornitura (pot disp. >17kW) .....	16 kA
Max caduta di tensione ammessa fine linea .....	5%

Gli impianti oggetto dell' intervento, sono classificati di tipo B ai sensi della Norma CEI 64-7: *"Impianto in derivazione con tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua, esclusi gli impianti di gruppo A (bassissima tensione)"*.

L'obiettivo prefissato per la progettazione degli impianto è il rispetto dei requisiti di qualità e quantità d'illuminazione stradale, in conformità a quanto richiesto dalle normative di legge e<sub>4</sub>

indicato dalla Norma UNI 11248, nonché di tutte prescrizioni impiantistiche come da Norma CEI 64-7.

La scelta dei corpi illuminanti dovrà tenere conto della limitazione dell'inquinamento luminoso, come richiesto dalla Legge regionale n. 39 del 24 febbraio 2005, e dell'indice di abbagliamento e disturbo derivante dalla visibilità delle sorgenti luminose.

## 6 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

Al fine di eseguire il dimensionamento degli apparecchi illuminanti per le strade oggetto dell'intervento, in relazione alla Norma CEI 64-7 ed UNI 11248, dovrà essere fatto riferimento alla classificazione delle strade ai sensi del D.Lgs 30-4-92 n.285 e s.m. e i..

La classificazione suddetta è specificata nell'Elaborato 3 "Classificazione delle strade".

## 7 INTERVENTI PREVISTI

Il progetto prevede la realizzazione dei seguenti interventi finalizzati all'efficientamento ed alla messa in sicurezza degli impianti:

- sostituzione di armature esistenti con nuove armature a LED
- sostituzione dei quadri elettrici non a norma (cattive condizioni di conservazione delle carpenterie e/o delle apparecchiature di protezione in essi contenute, apparecchiature vetuste ed obsolete) al fine di garantire la messa in sicurezza degli impianti
- sostituzione delle morsettiere e delle scatole di derivazione non più idonee.
- sostituzione di linee aeree con linee interrato
- verifica e realizzazione di nuovi giunti di collegamento al fine di ridurre le eventuali dispersioni ed eliminare i malfunzionamenti ed i relativi disservizi.

### 7.1 SOSTITUZIONE PUNTI LUCE

Per la quasi totalità dei punti luce di cui alla seguente tabella, si propone la sostituzione con sorgenti a LED che garantiscono un sicuro miglioramento dell'efficienza luminosa nei confronti delle sorgenti a vapori di mercurio e al contempo, grazie allo sviluppo avanzato delle micro ottiche applicate alle sorgenti luminose puntiformi, riducono sensibilmente il flusso luminoso disperso aumentando così il grado di efficientamento generale dell'intervento riducendo altresì il flusso "debilitante" che disturba la percezione visiva notturna. La riduzione del flusso luminoso disperso consente così di ridurre la potenza installata anche in luogo delle lampade a vapori di sodio ad alta pressione e fluorescente che rappresentano tuttavia delle sorgenti luminose ad alta efficienza.

La seguente tabella riporta le sostituzioni previste:

Quantità	STATO ATTUALE			STATO MODIFICATO	
	Tipologia attuale	Potenza unitaria (W)	% sul totale	Tipologia modificata	Consumo unitario (W)
8	FLC 14	14	0,77%	FLC	14
149	FLC 18	18	14,29%	FLC	18
86	FLC 24	24	8,25%	FLC	24
6	FLC 40	40	0,58%	FLC	40
16	INC 60	60	1,53%	FLC/EL	13
84	SON 70	70	8,05%	LED	60
2	HQI 70	70	0,19%	LED	60
10	SAP 100	100	0,96%	LED	80

Quantità	STATO ATTUALE			STATO MODIFICATO	
	Tipologia attuale	Potenza unitaria (W)	% sul totale	Tipologia modificata	Consumo unitario (W)
224	SON 100	100	21,48%	LED	80
26	SON 110	110	2,49%	LED	80
9	SON 125	125	0,86%	LED	100
77	HPL 125	125	7,38%	LED	80
197	SON 150	150	18,89%	LED	100
6	JM 150	150	0,58%	LED	80
4	ML 160	160	0,38%	LED	100
7	SON 250	250	0,67%	LED	125
14	SAP 250	250	1,34%	LED	125
32	HPL 250	250	3,07%	LED	125
2	HQI 250	250	0,19%	LED	100
1	NAV-T 400	400	0,10%	LED	100

## 7.2 QUADRI ELETTRICI

Dai sopralluoghi e dai rilievi tecnici effettuati i quadri risultano prevalentemente fatiscenti, fatta eccezione per quelli di recente realizzazione relativi a nuove urbanizzazioni o recentemente sostituiti.

Nella maggior parte dei casi è stato riscontrato:

- componentistica vetusta ed obsoleta che non garantisce più la sicurezza dell'intervento
- mancanza di protezione contro i contatti diretti
- mancanza di protezione automatica differenziale
- precaria protezione dai contatti diretti e grado di protezione (IPXX) non più idoneo al luogo d'installazione
- cablaggio ed assemblaggio dei componenti non ordinato con conseguente pericolo di incidente o corto circuito.

In particolare, i quadri elettrici da riqualificare sono quelli che alimentano gli impianti elencati nella tabella seguente.

### Elenco dei quadri elettrici da riqualificare

Num. Progr.	Codice Utenza	Denominazione Quadri	Ubicazione Quadro	Potenza Quadro [kW]
1	468 780 721	Monteguidi	Via Primavera, 14	9
2	417 902 660	Monteguidi Parcheggio Pubblico	Casottino parcheggio	6,6
3	468 778 394	Pievescola Via Provinciale	Accanto Bar n°43	8
4	418 485 922	Pievescola Zona Industriale	Traversa ditta 2G Impianti	6,6
5	401 405 607	Pievescola Loc. Via della Suvera		3,5
6	417 105 115	Pievescola Loc. Via delle Ginestre	Via Ginestre	3

Num. Progr.	Codice Utenza	Denominazione Quadri	Ubicazione Quadro	Potenza Quadro [kW]
7	468 776 766	Pievescola Loc. Maggiano		0,5
8	468 776 093	Pievescola Loc. Marmoraia		0,5
9	419 264 261	Pievescola Loc. Molino d'Elsa	Muro chiesa	3,3
10	468 776 359	Pievescola Loc. Quegna		0,5
11	468 776 901	Pievescola Loc. San Chimento		0,5
12	468 776 456	Pievescola Loc. San Scorgiano		0,5
13	468 775 557	Pievescola Loc. La Senese		1,5
14	468 283 352	Casole	Via Dietro Le Mura + Via Dietro Le Mura (sottoquadro)	20
15	419 488 119	Casole	Loc. Poggio ai Bimbi	25
16	468 323 346	Casole Via Delle Vigne	Via delle Vigne 2	10
17	468 792 346	Casole	Via delle Querce (inizio sx)	8
18	406 624 421	Casole	Via 4 Novembre (deposito acqua)	17
19	468 780 071	Mensano	Scalette P.za della Cisterna	13
20	418 344 997	Zona Industriale Il Piano	Davanti IDRO EFFE	18
21	486 786 591	Cavallano Loc. Cavallano 6	Loc Cavallano 6 (sala da ballo)	4
22	416 974 314	Cavallano Fraz. Il Poggio	Via Poggio	11
23	486 786 052	Cavallano Loc. Il Merlo	Vicino ristorante 8/A	2
24	417 901 639	Cavallano Loc. La Pergola	Presso casa vacanze	6,6
25	468 787 351	Frazione Lucciana	Parcheggio (sotto scala)	7
26	402 021 608	Orli	via Monnecchi	5
27	468 792 346	Orli	Via Mugnaini	5
28	468 789 973	Fraz. Corsina Via Belvedere	Via Belvedere	3
29	416 774 145	Fraz. Corsina Via Salvini	Via Salvini	4

I nuovi quadri dovranno essere realizzati con carpenteria stradale in vetroresina con grado di protezione idoneo al luogo d'installazione, comunque non inferiore a IP44, di dimensioni adeguate a contenere il contatore Enel ed i dispositivi di comando e protezione necessari per l'alimentazione dei rispettivi circuiti. I quadri dovranno consentire di separare i vari circuiti al fine di limitare il disagio in caso di disservizio di uno di essi. I quadri dovranno essere dotati di crepuscolare e orologio.

I quadri dovranno essere realizzati secondo lo schema tipico allegato alla presente progettazione, ed

in particolare dovranno essere composti da:

- interruttore magneto termico differenziale generale quadro
- interruttore magneto termico generale ausiliari
- interruttore magneto termico e contattore per ciascun circuito luce
- crepuscolare
- orologio
- commutatore AUT/MAN per bypass crepuscolare e forzatura accensione impianto
- contatti ausiliari agli interruttori per la segnalazione, ad apparati di raccolta dati e telecontrollo, dell'avvenuto intervento dei dispositivi di protezione
- sistema di telecontrollo per la gestione dell'accensione /spegnimento dei circuiti luce ed acquisizione/trasmissione allarmi (scattato relè interruttori di protezione)
- scaricatori di sovratensione.

### 7.3 INTERVENTI DI MANUTENZIONE ED ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO

Nell'ambito degli interventi è prevista la sostituzione delle scatole di derivazione in prossimità dei punti luce a parete e delle morsettiere dei pali che non risultano più idonee (precaria protezione dai contatti diretti e grado di protezione IPXX non più idoneo al luogo d'installazione, cablaggio non ordinato con conseguente pericolo di incidente o corto circuito).

E' inoltre previsto il ripristino dei fissaggi delle mensole e dei sostegni delle lanterne che non garantiscono la necessaria sicurezza di ancoraggio.

## 8 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Le linee dorsali dovranno essere protette dalle sovracorrenti con interruttori automatici magnetotermici di portata adeguata a preservare i conduttori, delle linee dorsali, da fenomeni di sovraccarichi e cortocircuiti. Per questo si è tenuto conto della lunghezza, modalità di posa e tipo di carico caratteristico di ogni conduttura.

I dispositivi di protezione dovranno soddisfare le seguenti condizioni:

a)  $I_B \leq I_N < I_Z$

b)  $I_f \leq 1,45 I_Z$

c)  $\int_0^{t_i} i^2 dt \leq K^2 S^2$

d) il potere di interruzione del dispositivo di protezione deve essere maggiore della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;

Dove:

$I_B$  = corrente di assorbimento del circuito utilizzatore

$I_N$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_Z$  = portata massima del cavo

$I_f$  = corrente di funzionamento dell'interruttore

L'art.435.1 della CEI 64-8, afferma che se sono soddisfatte le condizioni d) e b) sopracitate è anche soddisfatta la condizione c) per un corto circuito in fondo alla linea.

I calcoli di dimensionamento e verifica dei conduttori dovranno essere eseguiti in conformità alla NORMA IEC 364-5-523, inserendo opportuni coefficienti di riduzione della portata in funzione di:

- Tipo di posa (in tubo sotto traccia- tubo interrato);
- Temperatura ambiente (20° per posa interrata);
- N° altri circuiti adiacenti (quelli del caso escludendo i conduttori percorsi da una  $I_b < 30\% I_Z$ );

Per i circuiti luce non è tuttavia previsto il rischio di sovraccarico.

## 9 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione dai contatti indiretti dovrà essere realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, garantita dall'impiego di interruttori differenziali con sensibilità regolabile e utilizzo di materiali in Classe II (doppio isolamento) in conformità all'art.413.2 della Norma CEI 64-8 e riarmo automatico per le linee di pubblica illuminazione.

L'impianto di terra coordinato con l'interruttore differenziale a monte favorisce la protezione dai contatti indiretti anche in caso di eventi particolari che possano portare i conduttori a contatto con i sostegni (incidenti stradali).

I sistemi in questione sono di tipo TT e come tali debbono veder soddisfatta la seguente relazione:  $R_a \leq 50/I_a$ , ciò vuol dire che la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse deve avere un valore minore o pari al rapporto tra le tensione di contatto limite nei luoghi ordinari 50 V, e la corrente di intervento massima delle protezioni.

La protezione dai contatti diretti è assicurata dal grado di protezione delle apparecchiature che dovranno essere adeguate all'ambiente d'installazione.

## 10 CONDUTTORI

I cavi utilizzati devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07.

E' stato previsto precisamente l'utilizzo di cavi:

- FG7R per la posa entro tubi, delle linee dorsali.
- FG7OR per i cablaggi degli apparecchi d'illuminazione.
- N07V-K per il conduttore di terra.

### 10.1 CONNESSIONI ELETTRICHE

Le connessioni dovranno essere realizzate sempre in modo da consentire un'agevole manutenzione, individuazione dei circuiti, serraggio sicuro e protetto da azioni meccaniche e infiltrazioni causate da eventi atmosferici nonché facilitare la ricerca dei guasti.

### 10.2 COLORI DISTINTIVI DEI CAVI

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

### 10.3 SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Le sezioni dei conduttori sono state calcolate in funzione della potenza impegnata, nota o presunta, e della lunghezza dei circuiti al fine di contenere le cadute di tensione entro il 5% della tensione nominale del circuito. Inoltre le sezioni minime non devono essere inferiori ai valori dati nella tab.52E della Norma CEI 64-8

Tab.52E

CONDUTTORE		MATERIALE		SEZIONE MINIMA	
Condutture fisse	Cavi	Circuito di potenza	Cu Al	1,5 16 (Nota 1)	
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	0,5 (Nota 2)	
	Conduttori nudi	Circuito di potenza	Cu Al	10 16 (Nota 4)	
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando	Cu	4 (Nota 4)	
Condutture mobili con cavi flessibili (con e senza guaina)		Circuito di potenza	Cu	Come specificato nella corrispondente Norma CEI	
		Circuiti di segnalazione e ausiliari di comando		0,75 (Nota 3)	
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75	

In particolare le sezioni minime non devono essere inferiori alle seguenti:

- cablaggi interni ai quadri 1,5 mmq;
- cablaggi interni ai pali d'illuminazione 2,5 mmq;
- linee illuminazione stradale 6 mmq.

#### 10.4 SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La sezione del conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mmq in rame e 25 mmq in alluminio.

Qualora nei circuiti polifase i conduttori di fase abbiano sezione maggiore di 16 mmq in rame e 25 mmq in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione ridotta, con un minimo di 16 mmq in rame e 25 mmq in alluminio, se la corrente massima che si prevede possa percorrere il conduttore, comprese le eventuali armoniche, durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.

In ogni caso il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni di cui al par.8 .

## 11 CONDUTTURE ELETTRICHE

Tutte le condutture saranno costituite da tubi in pvc corrugato doppia parete interrate ad una profondità minima di 50 cm.

### 11.1 CONDIZIONI AMBIENTALI E DI POSA

Per le modalità di posa si fa riferimento alla norma CEI 11-17 fig. 1.2.06.

Le condotte devono essere realizzate in maniera tale da garantire la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare ulteriori scavi, permettendo inoltre una riserva di spazio sufficiente per eventuali potenziamenti dell'impianto.

## 11.2 RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi.

Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme particolari o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori ai seguenti:

- cavi senza alcun rivestimento metallico,  $12D$

N.B:  $D$  è il diametro esterno del cavo.

Nel caso di cavi senza alcun rivestimento metallico, il raggio minimo di curvatura sopra indicato vale per conduttori di classe 1 e 2 (definita secondo la norma CEI 20-29); per cavi con conduttori di classe 5 e 6 (sempre secondo la norma CEI 20-29) tale raggio può essere ridotto del 25%.

Nel caso di posa in condizioni favorevoli, i raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà per curvatura finale eseguita su sede sagomata e con temperatura non inferiore ai  $15^{\circ}\text{C}$  salvo diversa indicazione del fabbricante.

## 11.3 - CAVI IN TUBO O CONDOTTO

Il numero, la posizione e la forma delle curve di un tubo devono consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio del cavo o dei cavi. Il diametro nominale interno del tubo deve essere maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio dei cavi.

Cavi appartenenti a sistemi in corrente alternata installati in tubi metallici devono essere raggruppati in modo che i conduttori di tutte le fasi (e del neutro eventuale) dello stesso circuito siano infatti nel medesimo tubo.

I tubi devono essere distanziati in modo da consentire l'installazione e l'accessibilità agli accessori.

Il raggio di curvatura dei tubi e dei condotti deve essere tale da soddisfare le prescrizioni per la curvatura dei cavi 11.2.

Inoltre la curvatura dei tubi deve essere tale che il diametro interno di questi non diminuisca oltre il 10%.

## 11.4 PROTEZIONE CONTRO LE SOLLECITAZIONI MECCANICHE ESTERNE

Per le condotte interrate i tubi devono essere in polietilene corrugato a doppia parete (lisce internamente, corrugate esternamente) costruiti secondo le Norme CEI 23-46 tipo N con marchio IMQ e marcatura CE. La resistenza allo schiacciamento deve essere di:

- 450N variazione diametro pari al 5%

- 750 N variazione diametro pari al 10%

La posa dei tubi sotto terra dovrà avvenire in scavo di profondità minima 50cm su strato di cm 5 di sabbia e ricopertura con terreno fine di risulta.

La segnalazione dello scavo dovrà essere effettuata con nastro monocolore posato nello scavo a non meno di 20 cm al di sopra dei cavi.

Qualora il percorso risulti soggetto a forti opere meccaniche per passaggio di automezzi pesanti, dovranno essere prese le precauzioni del caso per evitare schiacciamenti della canalizzazione.

## 11.5 INCROCI FRA CAVI DI ENERGIA E TUBAZIONI METALLICHE, INTERRATI

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, o simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse.

Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0.50 m. tale distanza può essere ridotta fino a un minimo di 0.30 m, quando una delle strutture di incrocio è

contenuta in manufatto di protezione non metallico<sup>1</sup>, prolungato per almeno 0.30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 m di larghezza ad essa periferica.

## 11.6 PARALLELISMI FRA I CAVI DI ENERGIA E TUBAZIONI METALLICHE, INTERRATI

Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile tra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0.30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0.50m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0.30 e 0.50 m, ma si interpongano fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

## 12 IMPIANTO DI TERRA

Tutte le parti metalliche, normalmente non in tensione, di apparecchi elettrici (masse) saranno collegate all'impianto di terra esistente per mezzo di conduttori di protezione. Le masse estranee dovranno essere collegate alle masse o direttamente al dispersore mediante conduttori equipotenziali.

L'impianto di terra deve essere dimensionato e realizzato in modo da soddisfare i requisiti contenute nelle Norme CEI 64-8 con particolare riferimento alla protezione delle persone dai contatti indiretti dovuti ai guasti dell'impianto elettrico.

Gli interventi di progetto prevedono la sostituzione dei punti luce esistenti con apparecchi illuminanti con isolamento in classe II. Le masse estranee, rappresentate dai sostegni metallici, saranno collegate a terra per mezzo di un collegamento equipotenziale in corrispondenza dell'apposito punto di connessione posto alla base del palo. Tale collegamento ha la mera funzione di garantire la messa a terra del sostegno in caso di danneggiamento del palo e della morsettiera con eventuale messa in tensione delle parti metalliche, ma non ha alcun fine nei confronti della protezione dai contatti indiretti (impianto in classe II) ne' tanto meno dalle scariche atmosferiche (impianto autoprotetto).

### 12.1 DISPERSORE

Il dispersore, posto in corrispondenza del quadro elettrico di fornitura, sarà costituito da palina a croce collegata a mezzo di treccia di rame rivestita in pvc da 16 mmq infilata nella canalizzazione interrata, che dovrà essere opportunamente collegato alle morsettiere dei pali ed ai pali stessi dove previsto.

### 12.2 CONDUTTORI DI TERRA

Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, interconnette il dispersore al collettore di terra.

---

<sup>1</sup> I manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato si considerano non metallici; come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare possono essere utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.

Per i conduttori si fa riferimento, per le sezioni minime, alla Tab. 54A della norma CEI 64-8, verificandone la validità con il calcolo del dimensionamento termico come da norma CEI 11-8.

Tabella 54A

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Come da tabella 54F	16 mmq rame 16 mmq ferro zincato*
Non protetti contro la corrosione	25 mmq rame 50 mmq ferro zincato*	
* zincatura secondo norma CEI 7-6 oppure rivestimento equivalente		

### 12.3 CONDUTTORE DI PROTEZIONE

I conduttori di protezione, partendo dalle morsettiere, collegano l'impianto di terra con tutte le masse dell'apparecchiatura.

La sezione dei conduttori di protezione deve essere scelta in accordo alle norma CEI 64-8, tenendo conto che la sezione del conduttore di terra non deve essere inferiore a quella necessaria per il conduttore di protezione dell'impianto avente la sezione maggiore.

Per gli impianti si fa riferimento alla tabella 54F della norma CEI 64-8 riportata di seguito:

Tabella 54F

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mmq)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S <sub>p</sub> (mmq)
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S < 35	16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

### 12.4 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali principali collegano il dispersore con tutte le "masse estranee" esistenti nell'impianto e in particolare i pali di sostegno dove previsto.

La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali deve essere non inferiore alla metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> ed un massimo di 25 mm<sup>2</sup>.

## 13 QUALITÀ DEI MATERIALI

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute alla umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative Norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

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

Resta convenuto e tassativo che tutti i componenti elettrici installati dovranno recare il marchio di qualità.

In particolare i componenti elettrici devono essere scelti secondo quanto indicato all'art. 133 della Norma CEI 64-8.

### 13.1 GRADO DI PROTEZIONE DEI COMPONENTI

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere il seguente:

- installazione interrata o in pozzetto IP57;
- installazione a meno di 3 m dal suolo IP44;
- installazione superiore a 3 m dal suolo IP43;
- vano portalampada IP54.