



linee guida per le scelte progettuali

Piano Regolatore di Illuminazione: Comune di Rovereto



indice

indice.....	2
relazione di sintesi Linee guida per le scelte progettuali	3
simboli e acronimi	4
classificazione illuminotecnica della viabilità	5
aree/zone omogenee.....	7
scelte tecniche progettuali	9
filosofia e metodologia di intervento generali.....	9
filosofia e metodologia di intervento particolari.....	10
edifici o elementi di rilevanza storica e/o socio-culturale	10
zone di rilevanza ambientale	10
indicazioni e regole per elementi omogenei nel centro storico	11
elementi luminosi di arredo urbano	11
insegne luminose.....	11
vetrine degli esercizi commerciali.....	12
parchi e giardini privati.....	12
zone private definite inquinanti.....	12
il progetto illuminotecnico	13
Progetto nel centro storico	15
Linee guida per la progettazione degli impianti	16
allegato tecnico.....	17



relazione di sintesi

Linee guida per le scelte progettuali

La presente relazione tecnica costituisce un elaborato che descrive le linee guida che un tecnico deve seguire per la realizzazione di impianti di illuminazione (nuovi o rifacimenti) sia pubblici che privati nel comune di Rovereto.

Fondamentalmente si tratta di dare indicazioni sulla metodologia di analisi e sviluppo delle proposte di soluzioni tecnico/impiantistiche per gli interventi di adeguamento necessari dal punto di vista illuminotecnico ed impiantistico. È un documento che illustra per ogni tipologico analizzato e non conforme alla L.P. 16/2007 una soluzione conforme, in linea con le scelte strategiche di tipo di apparecchio e sorgente luminosa per zone omogenee. In particolare:

- a) individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento secondo la tavola ET026 o i principi generali;
- b) individuazione delle aree/zone omogenee;
- c) individuazione delle scelte tecniche, progettuali, illuminotecniche ed elettrotecniche da adottarsi per ciascuna area/ambito stradale omogeneo individuato e per le altre tipologie di ambiti illuminati (es. piste ciclabili, parcheggi, piazze, parchi, impianti sportivi);
- d) il progetto illuminotecnico.

In questo elaborato vengono identificate filosofie ed indirizzi di carattere generale. Secondo il regolamento di attuazione alla L.P. 16/07 si hanno le seguenti prescrizioni:

V) Prescrizioni generali

- 1) Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici o privati, e gli adeguamenti o rifacimenti di impianti di illuminazione esterna esistenti, che interessano il territorio provinciale, eccetto quelli previsti nel punto VIII, devono essere realizzati in conformità alle disposizioni della l.p. n.16/2007 e del presente Piano provinciale, mediante redazione del progetto illuminotecnico secondo quanto previsto dall'Allegato A (Soluzione conforme) o dall'Allegato B (Soluzione calcolata) e rispettando i limiti riportati nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento). Gli impianti autorizzati ai sensi degli articoli 2 e 4 del regolamento di attuazione della l.p. n.16/2007 dovranno essere obbligatoriamente corredati di progetto elettrico redatto da un professionista abilitato ai sensi della normativa vigente.
- 2) Tutti i bandi per gli incarichi professionali, capitolati d'appalto e di manutenzione degli impianti ed apparecchi di illuminazione esterna, pubblici e privati, devono essere conformi alla l.p. n.16/2007 ed al presente Piano provinciale.
- 3) Per gli impianti di illuminazione esistenti, individuati nel Piano regolatore di illuminazione comunale (P.R.I.C.) come fortemente inquinanti, fatte salve le prestazioni di sicurezza richieste dalle vigenti norme, è richiesta, entro 3 anni dall'entrata in vigore del P.R.I.C., la revisione con adeguamento al presente Piano provinciale (rispetto dei limiti di cui all'Allegato D (Normative e parametri di riferimento)) calcolati mediante l'applicazione di quanto previsto nell'Allegato A (Soluzione conforme) o nell'Allegato B (Soluzione calcolata).
- 4) Gli impianti di illuminazione esistenti non conformi al presente Piano provinciale e non compresi tra quelli di cui al precedente comma 3, dovranno essere adeguati secondo i criteri riportati nel seguente punto IX.

Le zone definite di interesse storico – artistico potranno prevedere una documentazione integrativa (rendering ..) per rappresentare in modo adeguato l'illuminazione di ambiti, per i quali valgono logiche che stanno tra l'illuminazione meramente funzionale e quella monumentale.

simboli e acronimi

- Z: codice zona omogenea
- F: codice Frazione
- V: codice Via
- K: codice composizione
- NS: numero punti luce PL
- PL: punti luce intesi come punti di alimentazione (un PL può avere più apparecchi)
- zona A: **Centro Storico**: parti del territorio comunale interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale (zone di pregio);
- zona B: **Completamento**: residenziale, parti del territorio comunale interessate dalla presenza totale o parziale di edificazione non interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale, ma comunque giudicate di importanza strategica; nel caso particolare si intendono le viabilità principali, gli assi principali di ingresso ed attraversamento urbano che costituiscono ambiti strategici in senso generale;
- zona C: **Espansione**: parti del territorio comunale edificate interessate dalla presenza totale o parziale di edificazione non interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale, non considerate zone di pregio o strategiche;
- zona D: **Produttiva**: parti del territorio comunale destinate all'insediamento di attività produttive;
- zona E: **Agricola**: uso del soprasuolo per fini agricoli, parti del territorio comunale destinate all'attività agricola;
- zona F: **Infrastrutture Pubbliche**: infrastrutture ed impianti di interesse pubblico, parti del territorio comunale destinate ad impianti ed attrezzature di interesse generale (campi sportivi, zone espositive ...)
- zona G: **Aree di rispetto**: fasce cosiddette di "rispetto" dove vige il vincolo di inedificabilità: viabilità di grande scorrimento in genere non in presenza di edificazioni;
- zona H: **Salvaguardia Ambientale**: aree di salvaguardia ambientale, paesaggistica, paesistica e naturalistica (parchi e zone verdi);
- zona I: **Istruzione**: area di istruzione: scuole.

classificazione illuminotecnica della viabilità

La classificazione illuminotecnica della viabilità, identifica la luminanza di riferimento secondo quanto illustrato nella relazione ER005, in particolare si ricerca nella tavola grafica ET026 la categoria di riferimento indicata per la zona di intervento, qualora la zona non fosse identificata nella tavola grafica (nuove viabilità, lottizzazioni ...), si applicano i principi generali previsti nella relazione ET005 e qui riportati:

TIPO VIABILITÀ	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Assi Principali	ME3b – CE3
Assi Secondari	ME4b – CE4
Quartiere – Locali	ME5 – CE5
Principali o Secondarie di montagna	ME5 – CE5
Pedonali, ciclabili, parchi ... in zona A o B	CE4 – S2
Pedonali, ciclabili, parchi ... in genere	CE5 – S3
Figura 1: classificazione illuminotecnica generale della viabilità	

Una volta determinata la categoria illuminotecnica di riferimento, il progettista dovrà ricavare la categoria illuminotecnica di progetto atualizzando il riferimento generale (categoria illuminotecnica di riferimento) al caso particolare oggetto di intervento, secondo le modalità previste dalla normativa vigente in materia; oggi il riferimento italiano è la UNI 11248/2012: "Illuminazione stradale, Selezione delle categorie illuminotecniche" par.7: "Analisi dei rischi", ma si può utilizzare anche la EN13201-1, valutando i parametri di influenza (vedi Figura 2 e Figura 3).

Le norme UNI EN 13201 parti 2-3-4, una volta determinata la categoria illuminotecnica di progetto individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada; in particolare:

- identificano, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale;
- forniscono prescrizioni (griglie) per gli algoritmi di calcolo (UNI EN 13201-3);
- forniscono prescrizioni per le misurazioni in loco trattate (UNI EN 13201-4).

Le norme si applicano agli impianti di illuminazione fissi, progettati per offrire all'utilizzatore delle zone pubbliche, adibite alla circolazione, buone condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità, con l'intento di garantire sia la sicurezza ed il buon smaltimento del traffico sia la sicurezza pubblica, per quanto questi parametri possano dipendere dalle condizioni di illuminazione della strada.

Si individuano le categorie illuminotecniche di un impianto mediante i seguenti passi:

- 1) Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento (già identificata nel P.R.I.C.);
- 2) Definizione della categoria illuminotecnica di progetto (secondo parametri sopra descritti);
- 3) Definizione categorie illuminotecniche di esercizio (lo stesso impianto potrebbe avere più configurazioni nell'arco dell'utilizzo giornaliero e/o stagionale):
 - a) in base alle considerazioni esposte nel punto 7 (analisi dei rischi) e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche di esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

prospetto 2 **Parametri di influenza (se rilevanti) considerati per le categorie illuminotecniche di riferimento di cui al prospetto 1**

Tipo di strada	Parametro di influenza												
	Flusso di traffico	Complessità del campo visivo	Zona di conflitto	Dispositivi rallentatori	Indice di rischio di aggressione	Pendenza media	Indice del livello luminoso dell'ambiente	Pedoni					
A ₁	Massimo	Elevata	-	-	-	-	-	-					
A ₂		Normale	Assente										
B													
C		-	Assente	Assenti	Normale								
D													
E		Normale											
F		-	-	-		<= 2%	Ambiente urbano	Non ammessi					
Piste ciclabili													

Figura 2: parametri di influenza per classificazione illuminotecnica della viabilità

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza**

Parametro di influenza		Variazione categoria illuminotecnica	Non si applica a
Compito visivo normale		-1	A ₁
Condizioni non conflittuali			
Flusso di traffico <50% rispetto al massimo			
Flusso di traffico <25% rispetto al massimo		-2	-
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1	
Colore della luce	con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 si può ridurre la categoria illuminotecnica	-1 ^{*)}	
	con indice di resa dei colori minore di 30 si deve incrementare la categoria illuminotecnica	1	
Pericolo di aggressione		1	
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso			
Prossimità di passaggi pedonali			
Prossimità di dispositivi rallentatori			

*) In relazione a esigenze di visione periferica verificate nell'analisi dei rischi.

*) In relazione a esigenze di visione periferica verificate nell'analisi dei rischi.

Figura 3: indicazioni informative per classificazione illuminotecnica della viabilità

aree/zone omogenee

Le aree/zone omogenee identificano ambiti del territorio dove si presuppone l'utilizzo di un sistema illuminante adeguato; il sistema illuminante dovrà essere di tipologia determinata (artistico, tecnico, stradale ...) ed utilizzare una sorgente luminosa determinata (sodio alta pressione, alogenuri metallici, LED ...).

Le zone omogenee sono rappresentate nell'elaborato grafico ET027.

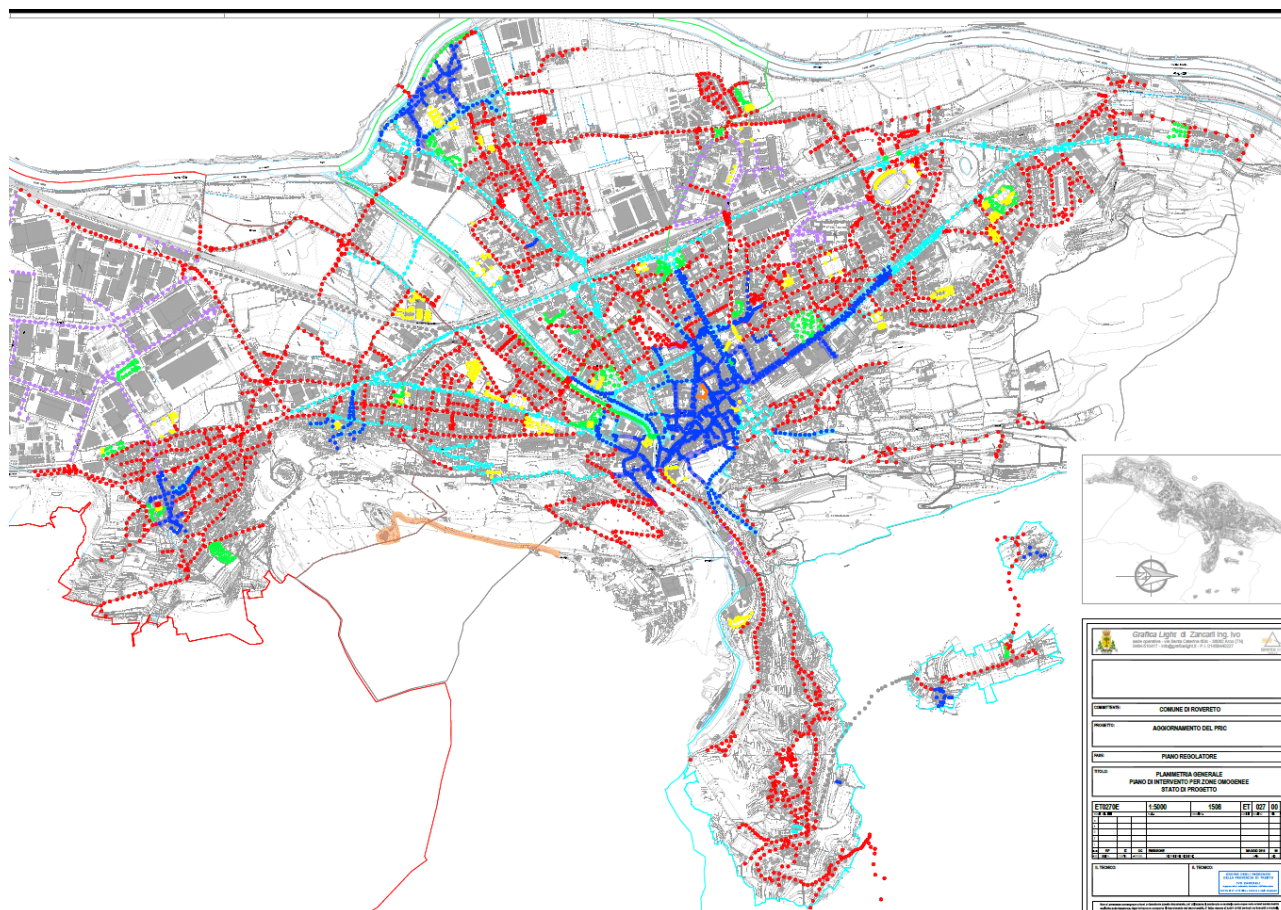


Figura 4: aree/zone illuminotecniche omogenee

Un apparecchio di pregio identifica una zona A, in genere tali apparecchi vengono utilizzati nel centro storico; si può verificare il caso che sul territorio siano presenti apparecchi di pregio di tipo artistico anche in una zona esterna al centro storico (definito nel PRG), per cui, per mantenere tali apparecchi sul territorio, si possono presentare zone illuminotecniche A anche all'esterno del centro storico.

Nel caso di zone non espressamente presentate nella tavola ET027 (Figura 4) vale il principio generale dell'ambito contestuale:

- centro storico;
- zona di completamento di importanza strategica;
- zona di espansione;
- zona produttiva;
- zona agricola;
- infrastrutture pubbliche ...



LEGENDA ZONE	
SIMBOLO	DESCRIZIONE
	ZONA A1 ZONA A2 A - CENTRO STORICO
	B - COMPLETAMENTO: RESIDENZIALE CITTADINO - ZONE DI PREGIO ESCLUSO IL CENTRO STORICO
	C - ESPANSIONE: RESIDENZIALE SPARSO
	D - PRODUTTIVA
	F - INFRASTRUTTURE PUBBLICHE
	G - AREE DI RISPETTO: VIABILITA' IN GENERE
	H - SALVAGUARDIA AMBIENTALE: PARCHI E ZONE VERDI
	I - AREE DI ISTRUZIONE: SCUOLE
	VIA MIRAVALLE - LAVORI IN FASE DI REALIZZAZIONE

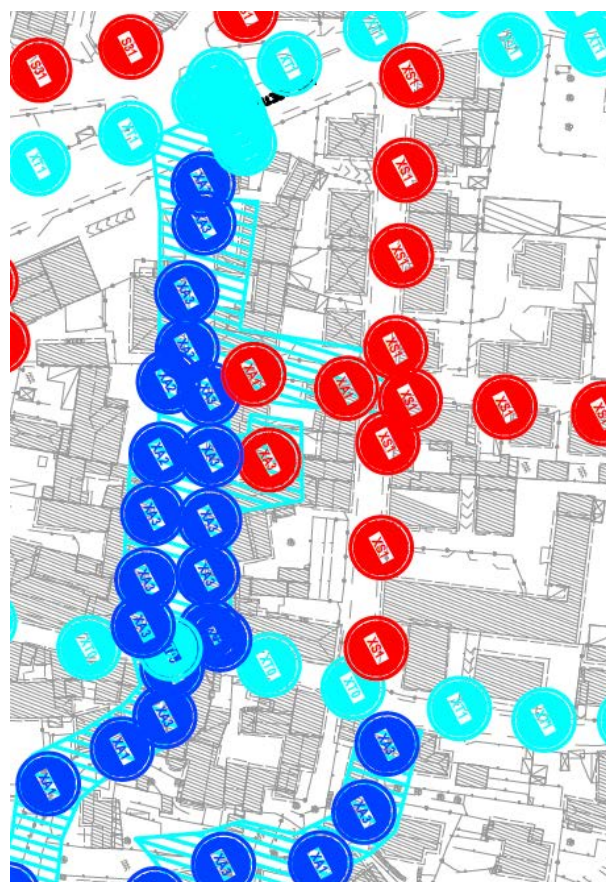


Figura 5: zone illuminotecniche omogenee - dettaglio

scelte tecniche progettuali

filosofia e metodologia di intervento generali

In generale tutti gli interventi proposti tenderanno ad essere conservativi nella tipologia esistente ed assegnare tipologie di apparecchio e sorgente luminosa in base alla "zona illuminotecnica" identificata; in mancanza di riferimenti specifici si assumeranno le zone indicate nel PRG (nuovi impianti). Salvo diversamente indicato nelle tavole obiettivo (ET028 e ET029) il principio di base sarà:

Rovereto					
Zona	Descrizione	Dettaglio	Tipo Sorgente	Tipo Apparecchio	Garanzia
A1	Centro Storico	parti del territorio comunale interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale (zone di pregio - a confort elevato)	bianca (LED) 2200°K	Artistico classe A	10 anni su parti meccaniche e 5 su parti elettroniche, sorgenti
A2		parti del territorio comunale interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale (zone di pregio)	bianca (LED) 3000°K	Artistico classe A	
B	Completamento: Residenziale Cittadino	residenziale, parti del territorio comunale interessate dalla presenza totale o parziale di edificazione non interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale, ma comunque giudicate di pregio	bianca (LED) 3000°K	Tecnico classe A	
C	Espansione: Residenziale sparso	parti del territorio comunale edificate interessate dalla presenza totale o parziale di edificazione non interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale, non considerate zone di pregio	bianca (LED) 3000/4000°K	Stradale classe A	
D	Produttiva	parti del territorio comunale destinate all'insediamento di attività produttive	bianca (LED) 3000/4000°K	Stradale classe A	
E	Agricola	uso del soprasuolo per fini agricoli, parti del territorio comunale destinate all'attività agricola	bianca (LED) 3000/4000°K	Stradale classe A	
F	Infrastrutture Pubbliche	infrastrutture ed impianti di interesse pubblico, parti del territorio comunale destinate ad impianti ed attrezzature di interesse generale	bianca (LED) 3000°K	Tecnico classe A	
G	Aree di rispetto	fasce cosiddette di "rispetto" dove vige il vincolo di inedificabilità: viabilità principale in genere	bianca (LED) 3000/4000°K	Stradale classe A	
H	Salvaguardia Ambientale	aree di salvaguardia ambientale, paesaggistica, paesistica e naturalistica (parchi e zone verdi)	bianca (LED) 3000°K	Tecnico classe A	
I	Istruzione	area di istruzione: scuole	bianca (LED) 3000°K	Tecnico classe A	

Figura 6: linee guida generali

Gli impianti oggetto di intervento dovranno essere progettati secondo la legislazione e normativa corrente, in particolare seguire la seguente metodologia:

1. Identificare i parametri illuminotecnici di riferimento secondo la classificazione riportata nella tavola ET026, per zone non identificate o codificate si utilizzano i principi base descritti in precedenza;
2. Identificare tipologia apparecchio e sorgente luminosa secondo le planimetrie obiettivo ET028 e ET029, per zone non identificate o codificate si utilizzano i principi base descritti in precedenza;
3. Redazione del progetto secondo normativa e legislazione vigente, in particolare con riferimento all'allegato A o B del Regolamento di attuazione alla L.P.16/07;
4. Dichiarazione di conformità del progetto ed installazione secondo modelli predisposti dal comune.

Per impianti che riguardano illuminazioni di accentuo o facciate di edifici storici, può essere richiesta documentazione integrativa (rendering, simulazioni ...) a seconda dell'entità ed importanza dell'intervento.

filosofia e metodologia di intervento particolari

Per garantire l'aspetto armonico dell'illuminazione nel centro storico di Rovereto, si impone di riservare una particolare attenzione a quelli che si possono definire elementi tematici rilevanti. Essi sono costituiti dagli elementi storici ed ambientali (si intendono qui gli edifici o elementi di rilevanza storica e/o socio-culturale e le zone di rilevanza ambientale), unitamente a quelli che verranno ad esso aggiunti nel futuro o che ad esso si possano rapportare per importanza.

edifici o elementi di rilevanza storica e/o socio-culturale

Riguardo a questo elemento tematico, l'idea chiave del "concept" è usare una luce dinamica che faccia variare il livello luminoso (ovvero intensità, illuminamento, luminanza ecc.) secondo le ore della notte, i giorni della settimana, le stagioni. Questa variazione deve essere soprattutto correlata alla presenza delle persone, in modo che i valori massimi si abbiano nei momenti di massimo affollamento e, viceversa, i minimi quando l'affollamento è minimo. Si suggerisce inoltre al progettista di considerare anche una variazione del colore della luce, intendendo con ciò sempre tonalità di bianco di differenti temperature di colore, scoraggiandolo comunque ad usare tonalità fredde ed alti livelli luminosi (il limite massimo comunque resta $0,8\text{cd/m}^2$).

Il Piano non ritiene elegante usare colori RGB ma, in ossequio alla libertà progettuale, non esclude a priori alcuna soluzione, né fissa limiti numerici ai parametri illuminotecnici e alle temperature di colore.

Il progettista è comunque tenuto a descrivere con molta precisione, sia nella relazione sia con elaborati grafici fotorealistici e con simulazioni illuminotecniche, tempi e modi della variazione dinamica della luce, chiarendo il ritmo temporale che vuole dare alle accensioni, quali apparecchi sono interessati da ciascuna di esse, nonché estendendo alla configurazione relativa a ogni accensione.

zone di rilevanza ambientale

Se da un lato il Piano suggerisce di migliorare gli elementi di rilevanza ambientale (parchi, giardini ecc.) mediante un'opportuna illuminazione, dall'altro raccomanda ai progettisti una particolare attenzione nel considerare il benessere delle piante, della fauna e di quanto complessivamente costituisce il vero patrimonio naturale delle zone prese in considerazione.

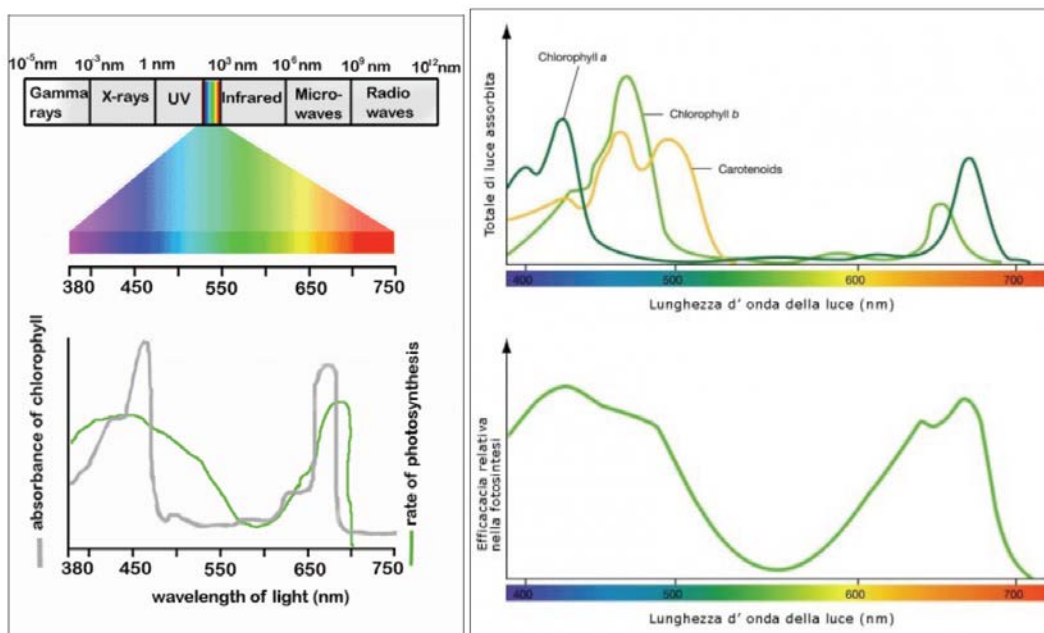


Figura 7: quote di luce assorbite dalla flora (clorofilla e fotosintesi) in base alla lunghezza d'onda

Il grafico sopra esprime l'efficacia nella fotosintesi della flora in base alle lunghezze d'onda: luce vicina all'infrarosso ed ultravioletto sollecitano la fotosintesi e quindi fanno "lavorare" le piante.

Il Piano propone di considerare anche in questo caso un'illuminazione dinamica, che abbia logica simile a quella applicata agli edifici ma che consideri, più che l'effetto scenografico, i ritmi vitali della flora e della fauna.

Il progettista è poi tenuto a considerare con grande attenzione lo spettro delle lampade che ha intenzione di usare, per porlo in relazione ai principali assorbimenti delle piante (vedi Figura 7). Si ricorda infatti che non è opportuna un'illuminazione notturna della pianta con luce che stimola la fotosintesi: un'illuminazione notturna a circa 560nm sarebbe sicuramente meno invasiva.

indicazioni e regole per elementi omogenei nel centro storico

Per garantire l'aspetto omogeneo dell'illuminazione nel centro storico, si impongono alcune attenzioni che riguardano soprattutto quelli che si possono definire elementi omogenei (per esempio: elementi luminosi di arredo urbano, insegne luminose, vetrine, portici e/o terrazze privati ecc.) la cui illuminazione potrebbe rendere inefficaci le logiche e le idee sopra descritte. I suddetti elementi, oltre a rispettare ogni normativa e Legge vigente, dovranno corrispondere alle regole e ai limiti numerici di parametri misurabili (dimensioni, illuminamento, colore ecc.). Essi dovranno essere dichiarati dal progettista con apposito atto, e supportati dalla documentazione tecnica e dai disegni esplicativi del caso.

elementi luminosi di arredo urbano

Gli elementi di arredo urbano, come panchine, totem segnaletici, ringhiere ecc. possono essere dotati di illuminazione funzionale e decorativa purché non prevalente rispetto all'oggetto di arredo. Gli elementi devono inoltre rispondere alla temporizzazioni opportune (spegnimento dopo le 23.00). Sono esenti da detta temporizzazione quei casi in cui è possibile dimostrare che l'illuminazione ha scopo funzionale o di sicurezza come, per esempio, può essere considerata quella di segna-passo oppure corrimano luminosi su scale, rampe ecc., per i quali è tuttavia consigliato l'uso di un sensore di presenza attivo dopo il suddetto orario limite.

insegne luminose

Le insegne luminose o illuminate possono porsi in antitesi con l'armonia ricercata dal piano. Per questo, oltre a quanto già fissato a questo proposito dal regolamento edilizio comunale e dal regolamento di attuazione alla L.P.16/07 (punto VI.4), nel territorio del centro storico le insegne devono essere adeguate al contesto. Sono



vietate, in tutto il centro storico, nuove insegne luminose colorate realizzate con tubi al “neon”, tubi fluorescenti a catodo freddo, streep LED e quanto altro si possa assimilare.

vetrine degli esercizi commerciali

Le vetrine costituiscono un elemento di confine tra l'ambiente privato e quello pubblico. Se su quanto avviene nel primo ambiente il Piano non ha alcuna giurisdizione, il secondo è indubbiamente di sua competenza. Si impone pertanto al privato di mantenere la luce all'interno del suo ambito per non produrre luce intrusiva e conseguente aumento dell'inquinamento luminoso.

Per le nuove vetrine deve essere descritto il sistema di illuminazione della vetrina presentando il progetto illuminotecnico che la riguarda.

parchi e giardini privati

Nel centro storico, a difesa dell'aspetto notturno del centro storico e del diritto al buio dei vicini, il piano suggerisce di evitare la fuoriuscita dai confini di luce prodotta dalla illuminazione pertinente: essa si deve infatti considerare luce intrusiva. Tutti i parchi e giardini privati (salvo diverse indicazioni particolari) devono essere dimensionati con la categoria S3 (7,5 lux). Tutti gli impianti privati, sia di illuminazione esterna che insegne, dovranno essere ugualmente soggetti ad approvazione mediante la stessa metodologia degli impianti pubblici.

zone private definite inquinanti

Nelle zone private valutate inquinanti l'amministrazione dovrà esercitare un'azione correttiva che potrà prevedere interventi di sostituzione o semplicemente profili particolari di utilizzo (spegnere parti di impianto non necessari alla sicurezza). Per tale azione sarà richiesta la compilazione da parte di tecnico abilitato del modulo relativo alla conformità del “progetto” riferito al rilievo della situazione esistente ed eventuale progetto di intervento.

il progetto illuminotecnico

In termini generali un progetto di "illuminazione pubblica" deve essere esaustivo nella documentazione alla legislazione vigente (D.L. 12 Arile 2006, n.163, art.93 e s.m.i.), deve essere adeguato all'importanza dell'intervento ed essere comprensibile all'ente preposto per l'approvazione. Il progetto illuminotecnico riguarda la sola componente illuminotecnica e non considera gli aspetti funzionale di un progetto generale (scavi, reinterri, cavidotti, distribuzione primaria/secondaria, quadri elettrici ...). La L.P.16/07 nel suo regolamento di attuazione definisce il progetto illuminotecnico nell'allegato A e B che riportiamo:

Allegato A - Soluzione conforme

A.1. Generalità

In termini generali la soluzione conforme prevede:

- utilizzo di fonti luminose rivolte verso il basso che presentano un'intensità luminosa non superiore a 0,49 candele per 1.000 lumen, per angoli α maggiori o uguali a 90 gradi;
- livelli di luminanza o illuminamento conformi all'indice illuminotecnico, nei limiti dei valori previsti dalle norme vigenti;
- utilizzo di lampade ad alta efficienza;
- limitazione temporale dell'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico all'effettiva necessità;
- divieto di utilizzo di fari o fasci luminosi, fissi o semoventi, rivolti verso l'alto, fatti salvi motivi di interesse pubblico o casi previsti da norme vigenti.

A.2. Modalità operative per la redazione del progetto illuminotecnico – soluzione conforme

I parametri illuminotecnici riportati nelle varie norme sono principalmente luminanze, valori di uniformità ed abbagliamento (nel caso di traffico veicolare) o illuminamenti e valori di uniformità (nel caso di traffico pedonale). Per tali parametri si dovrà tener conto anche delle tolleranze di fabbricazione ed installazione di tutti i componenti dell'impianto e delle incertezze sulla conoscenza delle caratteristiche fotometriche del manto stradale. Le caratteristiche del manto dovranno essere comunicate dal committente o misurate; in mancanza di dati oggettivi si può assumere il tipo C2/07.

Il progetto deve considerare tutti i compiti visivi presenti: ad esempio nel caso di strada urbana con traffico veicolare, pista ciclabile e marciapiede si dovranno considerare i 3 compiti visivi distinti con i 3 valori di riferimento corrispondenti (luminanze ed illuminamento).

Le modalità operative per la redazione del progetto illuminotecnico che adotta la soluzione conforme sono le seguenti:

- 1) Il progettista definisce le norme di riferimento; i valori di progetto che intende ottenere per i vari compiti visivi determinati. Tali valori potrebbero coincidere con i valori minimi di norma o essere modificati in base all'analisi del rischio o altre considerazioni per cui il professionista è ritenuto responsabile. La classificazione del compito visivo comporta la determinazione dei parametri illuminotecnici di progetto, che possono essere:
 - a) L_m in cd/m^2 (luminanza minima media mantenuta)
 - b) E_m in lux.(illuminamento orizzontale medio mantenuto)
 - c) E_{min} in lux.(illuminamento orizzontale minimo mantenuto);
 - d) $E_{sc,min}$ in lux.(illuminamento semicilindrico minimo mantenuto);
 - e) $E_{v,min}$ in lux.(illuminamento verticale minimo mantenuto);
 - f) U_0 (Uniformità globale minima di luminanza;
 - g) U_l (Uniformità longitudinale minima di luminanza);
 - h) TI in % (Incremento di soglia massimo);

- i) SR (Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni).
- 2) Il progettista determina le aree efficaci con i corrispondenti illuminamenti (punto 1.b) per i vari compiti visivi.
- 3) Il progettista definisce e calcola il coefficiente di manutenzione secondo le norme vigenti (CIE 154:2003) in funzione del grado di inquinamento, intervallo di manutenzione, tipo di protezione, tipo di lampada-alimentazione ed ore di esercizio annue.
- 4) Il progettista verifica il rispetto di altre norme, leggi sulla posizione degli apparecchi di illuminazione ed eventuali sostegni:
 - a) distanze di rispetto (marciapiede);
 - b) altezze minime bordo carreggiata o su carreggiata (CEI 64/7);
 - c) interferenza con linee aeree.
- 5) Il progettista considera gli elementi che potrebbero influire negativamente sui risultati illuminotecnici che si intendono perseguire:
 - a) presenza schermature dovute ad alberi, balconi, pensiline ...;
 - b) effetti di disturbo a terzi: finestre, lucernari, ecc.. In caso di presenza di superfici finestrate di edifici ad uso abitativo, si dovranno evitare valori di illuminamento sulle stesse superiori al limite indicato nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento).
- 6) Il progettista richiede alle case costruttrici, importatrici e fornitrici, la documentazione tecnica che attesti la classe A del prodotto installato (come definita nell'Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione) e da allegare al progetto).
- 7) Il progettista calcola l'efficienza dell'impianto η espressa in [kWh anno/m²] per produrre 100 lux di illuminamento efficace.
- 8) Il progettista compila il **MODELLO A**.

Allegato B - Soluzione calcolata

B.1. Generalità

In termini generali la soluzione calcolata prevede:

- utilizzo di fonti luminose rivolte verso il basso mediante la scelta degli apparecchi ammessi previsti dall'Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione);
- livelli di luminanza o illuminamento conformi all'indice illuminotecnico, nei limiti dei valori previsti dalle norme vigenti;
- utilizzo di lampade ad alta efficienza;
- limitazione temporale dell'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico all'effettiva necessità;
- divieto di utilizzo di fari o fasci luminosi, fissi o semoventi, rivolti verso l'alto, fatti salvi motivi di interesse pubblico o casi previsti da norme vigenti.

B.2. Modalità operative

I parametri illuminotecnici riportati nelle varie norme sono principalmente luminanze, valori di uniformità ed abbagliamento (nel caso di traffico veicolare) o illuminamenti e valori di uniformità (nel caso di traffico pedonale). Per tali parametri si dovrà tener conto anche delle tolleranze di fabbricazione ed installazione di tutti i componenti dell'impianto e delle incertezze sulla conoscenza delle caratteristiche fotometriche del manto stradale. Le caratteristiche del manto dovranno essere comunicate dal committente o misurate; in mancanza di dati oggettivi si può assumere il tipo C2/07.

Il progetto deve considerare tutti i compiti visivi presenti: ad esempio nel caso di strada urbana con traffico veicolare, pista ciclabile e marciapiede si dovranno considerare i 3 compiti visivi distinti con i 3 valori di riferimento corrispondenti (luminanze ed illuminamento).

Le modalità operative per la redazione del progetto illuminotecnico che adotta la soluzione calcolata sono le seguenti:

fase 3: piano di intervento	c) linee guida progettuali	14
-----------------------------	----------------------------	----



- 1) Il progettista definisce le norme di riferimento; i valori di progetto che intende ottenere per i vari compiti visivi determinati. Tali valori potrebbero coincidere con i valori minimi di norma o essere modificati in base all'analisi del rischio o altre considerazioni per cui il professionista è ritenuto responsabile.
- 2) La classificazione del compito visivo comporta la determinazione dei parametri illuminotecnici di progetto:
 - a) L_m in cd/m^2 (luminanza minima media mantenuta)
 - b) E_m in lux (illuminamento orizzontale medio mantenuto)
 - c) E_{min} in lux (illuminamento orizzontale minimo mantenuto);
 - d) $E_{sc,min}$ in lux (illuminamento semicilindrico minimo mantenuto);
 - e) $E_{v,min}$ in lux (illuminamento verticale minimo mantenuto);
 - f) U_0 (Uniformità globale minima di luminanza;
 - g) U_l (Uniformità longitudinale minima di luminanza);
 - h) TI in % (Incremento di soglia massimo);
 - i) SR (Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni).
- 3) Il progettista determina le aree efficaci con i corrispondenti illuminamenti (punto 1.b) per i vari compiti visivi.
- 4) Il progettista definisce e calcola il coefficiente di manutenzione secondo le norme vigenti (CIE 154:2003) in funzione del grado di inquinamento, intervallo di manutenzione, tipo di protezione, tipo di lampada-alimentazione ed ore di esercizio annue.
- 5) Il progettista verifica il rispetto di altre norme, leggi sulla posizione degli apparecchi di illuminazione ed eventuali sostegni:
 - a) distanze di rispetto (marciapiede);
 - b) altezze minime bordo carreggiata o su carreggiata (CEI 64/7);
 - c) interferenza con linee aeree.
- 6) Il progettista considera gli elementi che potrebbero influire negativamente sui risultati illuminotecnici che si intendono perseguire:
 - a) presenza schermature dovute ad alberi, balconi, pensiline, ecc.;
 - b) effetti di disturbo a terzi: finestre, lucernari, ecc.. In caso di presenza di superfici finestrate di edifici ad uso abitativo, si dovranno evitare valori di illuminamento sulle stesse superiori al limite indicato nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento);
- 7) Il progettista richiede alle case costruttrici, importatrici e fornitrici, la documentazione tecnica che attesti le caratteristiche fotometriche del prodotto installato (da allegare al progetto).
- 8) Il progettista calcola l'illuminamento medio disperso su un piano stabilito (secondo l'Allegato D (Normative e parametri di riferimento)) ed il parametro di riferimento K_{ILL} .
- 9) Il progettista calcola l'efficienza dell'impianto η espressa in $[kWh \text{ anno}/m^2]$ per produrre 100 lux di illuminamento efficace.
- 10) Il progettista compila il **MODELLO B**.

Progetto nel centro storico

L'omogenea metodologia di presentazione dei progetti illuminotecnici, che riguardano il centro storico, ha come scopo quello di aiutare il progettista nella preparazione dei documenti e gli Enti preposti nella valutazione ed eventuale comparazione dei progetti. Il Piano intende tra l'altro rivalutare la progettazione illuminotecnica ridandole dignità. Per questo si richiede ai progettisti un giusto impegno. Oltre ai documenti da presentare secondo la legislazione vigente (D.L. 12 Aprile 2006, n.163, art.93), ed il progetto illuminotecnico secondo L.P.16/07, la documentazione necessaria all'approvazione del progetto in centro storico, è pertanto sostanzialmente diversa da una semplice dichiarazione di conformità alle norme, ma anche da un sintetico calcolo illuminotecnico eseguito da software.

I documenti da presentare vengono suddivisi in 3 livelli di successivi approfondimenti tecnici: "Preliminare e concept", "Definitivo" ed "Esecutivo". In tempi successivi alla presentazione, e precedenti all'approvazione o meno del progetto esecutivo, qualora i documenti presentati non convincessero completamente l'Ente preposto all'approvazione, al progettista potranno essere richiesti eventuali approfondimenti e, nei casi più importanti (riguardanti illuminazione di elementi di rilievo storico, artistico ed ambientale), anche prove sul campo.



Linee guida per la progettazione degli impianti

Per quanto riguarda gli aspetti prettamente tecnici (distribuzione elettrica, grado di isolamento, tipologia di cavi da utilizzare ...) il piano ritiene di allegare un capitolato tipo che sarà facilmente aggiornabile con le esigenze tecniche e lo sviluppo tecnologico.

L'unico elemento significativo che è legato al profilo di utilizzo ed al conseguente risparmio energetico (stimato nei costi-benefici) riguarda il sistema di comando e controllo degli apparecchi di illuminazione. Si ritiene necessario un sistema di comando e controllo in grado di gestire il singolo apparecchio sia in termini di on/off/dimmerazione che in termini di "check-up". Attualmente il sistema così detto punto-punto ad onde convogliate o radio può essere considerato idoneo; lo sviluppo tecnologico potrebbe portare comunque altre possibilità.



allegato tecnico

Art. 01 - 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 maggior precisazione di quelle già indicate negli articoli della Parte Amministrativa.

Art. 02 - Consegna - Tracciamenti - Ordine di esecuzione dei lavori

Dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, l'Appaltatore dovrà eseguire a proprie spese, secondo le norme che saranno impartite dalla Direzione Lavori, i tracciamenti necessari per la posa dei conduttori, dei pali, degli apparecchi di illuminazione e delle apparecchiature oggetto dell'appalto.

L'Appaltatore sarà tenuto a correggere ed a rifare a proprie spese quanto, in seguito ad alterazioni od arbitrarie variazioni di tracciato, la Direzione Lavori ritenesse inaccettabile. In merito all'ordine di esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni della Direzione Lavori senza che per ciò possa pretendere compensi straordinari, sollevare eccezioni od invocare tali prescrizioni a scarico di proprie responsabilità.

Non potrà richiedere indennizzi o compensi neppure per le eventuali parziali sospensioni che, per ragioni tecniche od organizzative, gli venissero ordinate.

Art. 03 - Materiali e provviste

I materiali che l'Appaltatore impiegherà nei lavori oggetto dell'appalto dovranno presentare caratteristiche conformi a quanto stabilito dalle leggi e ai regolamenti ufficiali vigenti in materia o, in mancanza di tali leggi e regolamenti, dalle "Norme" di uno degli Enti Normatori di un paese della Comunità Europea, dei Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) e dal presente Capitolato; in ogni caso essi dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio. In particolare gli impianti di illuminazione dovranno soddisfare le richieste della Legge Provinciale 3 ottobre 2007 n° 16, (Risparmio energetico e inquinamento luminoso) e relativo regolamento di attuazione.

L'Appaltatore potrà provvedere all'approvvigionamento dei materiali da fornitori di propria convenienza, salvo eventuali diverse prescrizioni indicate nei Capitolato o dalla Direzione Lavori, purché i materiali stessi corrispondano ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore notificherà però in tempo utile la provenienza dei materiali stessi alla Direzione Lavori, la quale avrà la facoltà di escludere le provenienze che non ritenesse di proprio gradimento. Tutti i materiali dovranno, in ogni caso, essere sottoposti, prima dei loro impiego, all'esame della Direzione Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili, come previsto all'articolo 15 del Capitolato Generale d'Appalto approvato con Decreto del Ministero dei LL.PP. 19/04/2000 n° 145.

Il personale della Direzione Lavori è autorizzato ad effettuare in qualsiasi momento gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove e controlli. Se la Direzione Lavori, a proprio esclusivo giudizio, rifiuterà il consenso per l'impiego di qualche partita di materiale già approvvigionata dall'Appaltatore, quest'ultimo dovrà allontanare subito dal cantiere la partita scartata e provvedere alla sua sostituzione con altra di gradimento della Direzione Lavori, nei più breve tempo possibile e senza avanzare pretese e compensi od indennizzi. La Direzione Lavori provvederà direttamente, a spese dell'Appaltatore, alla rimozione di tali partite qualora lo stesso non vi abbia provveduto in tempo utile.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione lavori non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per la buona riuscita degli impianti.

Art. 04 - Norme per la misurazione e la contabilizzazione dei lavori

Tutte le opere comprese nell'appalto saranno compensate a corpo/misura. In nessun caso e per nessun motivo la Direzione Lavori tollererà per le singole opere dimensioni o portate inferiori a quelle prescritte e, qualora se ne riscontrassero, esse saranno motivo di rifacimento. In via subordinata, a proprio giudizio, la Direzione Lavori potrà accettare le opere stesse, detraendo il relativo importo dalla liquidazione finale.

Art. 05 - Cavidotti - Pozzetti - Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno

a) 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 rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno minimo di 100 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad una 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 dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, 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 dai tecnici comunali. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dai termine del getto di calcestruzzo;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

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 della Ditta appaltatrice dei lavori, 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.

Il re-interro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

b) 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:

fase 3: piano di intervento	c) linee guida progettuali	18
-----------------------------	----------------------------	----

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, 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 lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50 x 50cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

È consentito in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

c) Pozzetto prefabbricato interrato

È previsto l'impiego di pozzetti (o prolunghe) 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.

Con il prezzo a corpo sono compensati, oltre allo scavo, anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico.

d) Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nel disegno allegato. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- 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 del diametro esterno di 100 mm 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 in pietra eventualmente rimosso.

È consentito l'utilizzo di blocchi prefabbricati con pozzetto di derivazione opportunamente dimensionato.

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.

e) Pali di sostegno (escluse le torri-faro)

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40. È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNRUNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85. Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno allegato "particolari". In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere installata una

guaina termo-restringente protettiva o un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura. Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UN16900/71.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare dei Direttori dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

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 (1968).

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 diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od 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 nei disegni "particolari".

Art. 16 - Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia. Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²: cavo 1 x a FG7R-0,6/1 kV;
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²: cavo 1 x a FG7R-0,6/1 kV;
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²: cavo 2 x 2,5 FG7OR-0,6/1 kV.

È consentito l'uso di cavi multipolari FG7OR 4 x (3 fasi + neutro) opportunamente dimensionato.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione Lavori.



Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di $2,5 \text{ mm}^2$. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di $2,5 \text{ mm}^2$.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro). La fornitura e la posa in opera del nastro adesivo di distinzione si intendono compensate con il prezzo a corpo. I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante (vedi art. 17). Nella formulazione del prezzo a corpo è stato tenuto conto, tra l'altro, anche degli oneri dovuti all'uso dei mezzi d'opera e delle attrezzature.

Art. 17 - Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti I

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di $2,5 \text{ mm}^2$, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II tipo "La Conchiglia" SGVP collocata nell'alloggiamento di cui all'art. 16 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 collocato nell'asola di un palo secondo indicazione dei Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare. 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; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica $\sim 10 \text{ kV/mm}$; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. Il prezzo a corpo compensa la fornitura e posa di tale guaina.

Art. 18 - Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione II

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- apparecchi per illuminazione stradale: dovranno essere di tipo "chiuso" (con coppa o rifrattore)
 - o vano ottico = IP54
 - o vano ausiliari = IP23
- proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65
- proiettori sommersi = IP68

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti" proiettori per illuminazione"
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti" apparecchi per illuminazione stradale"

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento. Tali apparecchi devono essere provati

secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente
- 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi)
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.

Per gli apparecchi a LED le schede tecniche dei prodotti dovranno riportare:

- Potenza assorbita comprese le perdite di alimentazione;
- Flusso emesso dalla sorgente;
- Rendimento della sorgente (lm/w);
- Rendimento dell'apparecchio (in alternativa si fornisce il flusso effettivo emesso dall'apparecchio);
- Temperatura di colore della sorgente;
- Tipologia di comando e controllo (stand alone, centralizzato onde convogliate, radio ...);
- Garanzie di funzionamento (ore) dell'intero complesso (non solo dei LED).

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 34-21.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla Legge Provinciale n. 16/07.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla L.P. 16/07 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.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato 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 paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

Gli apparecchi di illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

La rispondenza alla Legge Provinciale 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 (soluzione conforme), progettista/installatore (soluzione calcolata).



Art. 19 - Torri-faro a piattaforma mobile

Requisiti meccanici della piattaforma mobile

Deve essere previsto un gruppo di sollevamento con riduttore azionato da un motore di potenza adeguata al carico totale della corona mobile, tenuto conto di una velocità di spostamento non inferiore a 0,05 m/s. Conformemente agli art. 173 e 174 del DPR 547 del 27 aprile 1955 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" il motore dovrà essere provvisto di freno elettromagnetico in grado di arrestare il movimento della corona in caso di improvvisa mancanza di forza motrice. Inoltre, a garanzia di una maggiore sicurezza, il gruppo di riduzione dovrà essere costituito da un riduttore a vite senza fine-ruota elicoidale del tipo irreversibile. L'accoppiamento tra riduttore e tamburo avvolgi-fune dovrà avvenire a mezzo di ruote dentate. Il gruppo di sollevamento sarà comandato a distanza a mezzo di pulsantiera volante con connettore di continuità. Il gruppo di sollevamento sarà completato di un opportuno quadro elettrico che dovrà contenere tutte le apparecchiature di manovra e di protezione necessarie al buon funzionamento del gruppo stesso.

Il gruppo di sollevamento ed il quadro elettrico dovranno essere incorporati all'interno dello stelo ed essere accessibili a mezzo di sportello con chiusura azionabile unicamente a mezzo di chiave speciale, oppure essere applicati su apposito carretto asportabile ed ancorabile allo stelo medesimo. Il sistema di sollevamento dovrà essere del tipo a fune; in conseguenza, conformemente agli art. 177 e 179 del DPR 547, già citato, le funi dovranno avere resistenza a rottura tale da garantire un coefficiente di sicurezza di almeno 6, se avvolte con un unico strato sul tamburo, e di almeno 10, se avvolte su più strati. Le funi dovranno essere in acciaio ad elevata resistenza, zincate e ritratte, con anima metallica, a formazione "antigiro" e messe in opera previo opportuno ingrassamento.

Lo smontaggio per le verifiche periodiche dovrà poter essere effettuato in modo semplice e rapido. Il fissaggio sul tamburo od alla corona dovrà avvenire tramite staffatura, sono da escludersi i sistemi a cavallotti che potrebbero creare tensioni anormali nei punti di serraggio. La ditta installatrice dovrà esibire i certificati di prove a rottura delle funi rilasciati dal costruttore o da un laboratorio di prove ufficiale.

La piattaforma mobile e la parte fissa dovranno avere forma tale da inserirsi armoniosamente nell'ambiente, presentare ridotta presa all'azione del vento ed essere resistenti all'azione ed all'aggressività degli agenti atmosferici. Sono richieste strutture in alluminio anodizzato, prive di saldature e con la bulloneria di assemblaggio in acciaio inossidabile. La piattaforma mobile dovrà disporre di attacchi per gli apparecchi di illuminazione e dovrà essere prevista l'aggiunta di ulteriori apparecchi fino al massimo carico consentito anche in tempi successivi al primo montaggio. La piattaforma mobile dovrà essere in condizione di scendere anche in presenza di vento, neve e ghiaccio ed essere dotata quindi di dispositivi che evitino rotazioni, attorcigliamento di funi e ai cavi elettrici, scarrucolamento, centraggio imperfetto.

I sostegni per torri-faro dovranno essere in acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado 8 o migliore secondo Norma CNR-UNI 7070/82 poligonali o tubolari saldati longitudinalmente e dovranno essere protetti da zincatura a caldo per immersione secondo Norma CEI 7-6. Per la facilità di trasporto potranno essere divisi in due o tre tronchi da unirsi a piè d'opera senza saldature. La loro forma e dimensioni dovranno inserirsi armoniosamente nell'ambiente. Nella parte inferiore dovranno essere provvisti di adatta apertura per introduzione del sistema di sollevamento. I cavi elettrici dovranno essere protetti da opportuno tubo o canalina fissata all'interno dello stelo.

L'impresa installatrice dovrà presentare i calcoli di resistenza dello stelo in conformità ai D.M. 12-2-1982 (ex CNR-UNI 10012-67) ed alle Norme CNR-UNI 10011-85, fornendo le caratteristiche di sollecitazione (sforzo normale, momento flettente, sforzo di taglio e momento torcente) nella sezione di incastro al basamento. In funzione delle sollecitazioni di cui sopra il basamento dovrà essere opportunamente calcolato e dimensionato. Nei riguardi dei carichi e sovraccarichi si dovrà tenere conto del D.M. n. 18407 del 03.10.1978 che definisce le Norme Tecniche di cui all'art. 1 della Legge 64 del 02.02.1974.

Requisiti elettrici ed ottici delle Torri-faro

fase 3: piano di intervento	c) linee guida progettuali	23
-----------------------------	----------------------------	----



I proiettori dovranno essere del tipo asimmetrico oppure a doppia asimmetria e ad alto rendimento, dovranno altresì essere conformi alla Norma CEI 34-21 del 1° Novembre 1987 e 34-30 del 1° Luglio 1986. Il grado di protezione interna dovrà essere pari ad IP 55 sia per il gruppo ottico che per gli alloggiamenti degli ausiliari elettrici. L'orientamento dei proiettori dovrà essere tale da produrre un'intensità massima nell'emisfero superiore (cioè con $\gamma > 90^\circ$) di 0,49 cd per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso. Ciò in genere si ottiene con inclinazione tale da rendere parallelo al terreno il vetro di protezione piano del proiettore.

I cavi elettrici dovranno essere del tipo multipolare flessibile in guaina antiabrasiva e della sezione adatta al carico massimo alimentabile. Le torri-faro dovranno essere protette contro le scariche atmosferiche secondo la Norma CEI 81-1 ed. 01.10.1984 fascicolo 687. Nel caso di impiego di proiettori di Classe I (nell'ipotesi che non siano disponibili apparecchi di Classe II) l'impianto elettrico dovrà essere dotato di protezione contro i contatti indiretti tramite la messa a terra di protezione e pertanto l'impianto di terra dovrà essere conforme alla Norma CEI 64-8 del Giugno 1987 oltre che alla già citata Norma CEI 81-1.

La protezione dovrà avvenire tramite opportune apparecchiature di interruzione automatica del circuito coordinate con il suddetto impianto di terra secondo la Norma CEI 64-8.

Il prezzo a corpo è comprensivo di tutte le opere atte a consentire la messa in opera ed in servizio delle torri-faro, compreso trasporto a piè d'opera, innalzamento, orientamento dei proiettori e messa in tensione degli apparecchi di illuminazione.

Art. 20- Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

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 del formato approssimativo di: larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI 70-1). 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 nel disegno "particolari". 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 teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3 fascicolo 252.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un sistema di accensione automatico orologio astronomico o interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento $10 + 2$ Lux, carico massimo alimentare 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 fascicolo 1000 ed. Giugno/1987 capitolo VI sezioni 1 e 3 e s.m.. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

Il sistema di comando e controllo dovrà essere di tipo punto – punto con attuatore sull'apparecchio e centralina ubicata nel quadro elettrico; il sistema di comando e controllo dovrà dialogare con ogni singolo punto luce utilizzando un sistema ad onde convogliate o altro (radio, wi-fi ...). Il regolatore centralizzato può essere utilizzato qualora si garantisca comunque una dimmerazione almeno superiore al 40% (utilizzo 60%).



Il prezzo a corpo compensa la fornitura, il trasporto, la mano d'opera, il collaudo e la messa in servizio dei componenti e delle apparecchiature.

Art. 21 - Impianto di Terra - Dispersori

L'impianto non prevede, come già detto, la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini occorre realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm², i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo N07 VK.

La linea dorsale sarà collegata al Dispersore Unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm² di tipo N07 VK, protetto con tubazione nei tratti discendenti. Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle Norme CEI 81-1/1 984, 64-8/1987 e 11-8/1989.

I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro. Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.