



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

illuminazione pubblica



UFFICIO
COORDINAMENTO
TRASVERSALE E
PROJECT FINANCING

REVISIONE	DESCR. REVISIONE	APPROVATO DA	REDATTO DA	SCALA	DATA
00	EMISSIONE	A. BATTISTINI	G. FORNACIARI		26.02.2026
TITOLO PROGETTO			NOME DOCUMENTO		
CONCESSIONE PLURIENNALE DEL SERVIZIO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE COMUNALE, DEL SERVIZIO SEMAFORICO E DEL SERVIZIO LUMINARIE			DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE		
PROGETTISTA			LEGALE RAPPRESENTANTE		
A. BATTISTINI			A. BATTISTINI AMMINISTRATORE DELEGATO		
COMUNE					CIG
COMUNE DI LODI (LO)					NUMERO ELABORATO PF.DDP
TIPO DOCUMENTO					NUMERO DI FOGLIO
ELABORATO DESCRITTIVO					-

INDICE

1. LINEE GUIDA GENERALI	1
2. NORMATIVA	1
3. CARATTERISTICHE GENERALI DEI MATERIALI	2
4. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE	3
4.1 OPERE EDILI.....	3
4.1.1 SCAVI PER NUOVI CAVIDOTTI INTERRATI.....	3
4.1.2 SCAVI IN PROSSIMITÀ DI AREE VERDI	4
4.1.3 PLINTI DI FONDAZIONE PER PALI.....	4
4.1.4 POZZETTI ROMPIRATTA E DI DERIVAZIONE	6
4.1.5 CHIUSINI.....	8
4.1.6 BASAMENTI PER LA POSA DI ARMADI STRADALI	8
4.1.7 MATERIALI DI RISULTA	8
4.2 PALI DI SOSTEGNO	8
4.2.1 POSIZIONAMENTO DEI SOSTEGNI	9
4.3 QUADRI ELETTRICI DI COMANDO	9
4.3.1 NOTE COSTRUTTIVE QUADRI ELETTRICI.....	11
4.4 CAVIDOTTI PER LA POSA DEI CAVI.....	12
4.4.1 POSIZIONAMENTO DEI CAVIDOTTI RISPETTO AD ALTRI SOTTOSERVIZI	13
4.5 LINEE ELETTRICHE.....	13
4.5.1 DORSALI.....	13
4.5.2 DERIVAZIONI.....	13
4.5.3 DERIVAZIONI DA DORSALI INTERRATE	14
4.5.4 DERIVAZIONI DA DORSALI AEREE	14
4.5.5 DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI.....	14
5. VERIFICHE E PROVE DI COLLAUDO	14
6. SORGENTI LUMINOSE	15
6.1 EFFICIENZA LUMINOSA E INDICE DI POSIZIONAMENTO CROMATICO DEI MODULI LED	15
6.2 FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO, TASSO DI GUASTO DEI MODULI LED E ALTRE INFORMAZIONI.....	16
6.3 INFORMAZIONI RELATIVE A INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE, RIMOZIONE	17
6.4 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	17
6.4.1 SCELTA E MESSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE	17
6.4.2 CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI.....	17
6.4.3 FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO E TASSO DI GUASTO DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....	20
6.4.4 SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	21
6.4.5 INFORMAZIONI RELATIVE A INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE, RIMOZIONE.....	21
7. GESTIONE DEI RIFIUTI ELETTRICI ED ELETTRONICI.....	21

1. LINEE GUIDA GENERALI

Il presente capitolato descrittivo e prestazionale, allegato al progetto proposto, fornisce indicazioni circa le caratteristiche tecniche e funzionali che dovrà assicurare l'opera costruita per la realizzazione degli impianti di pubblica illuminazione.

Gli standard prestazionali e le caratteristiche tecniche di base individuate nei successivi paragrafi sono dunque da intendersi come requisito minimo e cogente. L'esecuzione di tutte le opere, oggetto della presente proposta, sarà disciplinata da quanto contenuto nel capitolato e da tutte le norme, prescrizioni, e regolamenti tecnici nazionali ed europei relativi alle specifiche lavorazioni. In particolare, queste ultime dovranno essere realizzate a regola d'arte.

2. NORMATIVA

Di seguito vengono riportate le normative e raccomandazioni vigenti a cui l'opera e le lavorazioni previste dovranno essere conformi. Per la parte inerente agli impianti di pubblica illuminazione le normative di riferimento sono quelle elencate in tabella 1.

CODICE NORMA	DESCRIZIONE
CEI 34-148	Illuminazione generale - LED e moduli LED - Termini e definizioni
CEI 34-139	Apparecchi di illuminazione - Applicazione del codice IK della IEC 62262
CEI 34-141 IEC/TR 62778:2014	Applicazione della IEC 62471 alle sorgenti luminose e agli apparecchi di illuminazione per la valutazione del rischio da luce blu
CEI EN 62444:2014-11	Pressa cavo metrici per installazione elettriche
CEI EN 55015	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
CEI EN 60529 CEI EN 60529/A1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60598-2-3 CEI EN 60598-2-3/EC	Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
CEI EN 60598-2-5	Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
CEI EN 60838-2-2 CEI EN 60838-2-2/A1	Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari - Connettori per moduli LED
CEI EN 61000-3-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
CEI EN 61000-3-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle variazioni di tensioni, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A per fase e non soggette ad allacciamento su condizione
CEI EN 61347-1	Prescrizioni generali e di sicurezza
CEI EN 61347-2-13	Unità di alimentazione di lampada Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED
CEI EN 61547	Apparecchi per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC
CEI EN 62031 CEI EN 62031/A1	Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
CEI EN 62031/A2	Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
CEI EN 62262	Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)
CEI EN 62384 CEI EN 62384/A1	Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED - Prescrizioni di prestazione
CEI EN 62471	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada
CEI 64-19	Guida agli impianti di illuminazione esterna
UNI 10819	Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
UNI 11248	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI 13032-4:2015	Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED.

CODICE NORMA	DESCRIZIONE
UNI CEI EN ISO/IEC 17050-1	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 1: Requisiti generali.
UNI CEI EN ISO/IEC 17050-2	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 2: Documentazione di supporto
UNI EN 13032	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
UNI EN 13201-2	Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3	Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4	Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
2004/108/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE
2006/95/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
2009/125/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia
1194/2012	Modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature
Decreto Legislativo n.36 del 31 marzo 2023	«Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n.78, recante delega al Governi in materia di contratti pubblici»
D.P.R. 207 del 5 ottobre 2010 (per le parti in vigore)	Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»
Decreto 27 settembre 2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (CAM apparecchi)	Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica. (GU Serie Generale n. 244 del 18 ottobre 2017)
Decreto del 28 marzo 2018 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (CAM servizi)	Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica (G.U. Serie Generale n.98 del 28/04/2018)
Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152	Norme in materia ambientale
Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 aprile 2013	Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione" – revisione del 2013
L.R. N. 31 del 5 ottobre 2015	"Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso"

Tabella 1

3. CARATTERISTICHE GENERALI DEI MATERIALI

Tutte le apparecchiature, i componenti e in generale i materiali da utilizzare nell'esecuzione degli impianti relativi al progetto definitivo proposto dovranno:

- rispondere alle relative norme CEI e UNI di cui sopra;
- rispettare la Legge Regionale della Lombardia riguardante l'inquinamento luminoso e il risparmio energetico di cui sopra;
- adattarsi al contesto in cui saranno inseriti e all'area di insidenza (stradale, ciclopeditone, centro storico etc.);
- avere buone caratteristiche di resistenza alle diverse azioni meccaniche, corrosive e termiche;
- essere provvisti, per quei prodotti ammessi al Marchio, di marcatura CE (in conformità alle direttive 2004/108/CE) e marcatura IMQ o equivalente riconosciuto in ambito europeo);
- essere certificati dalla ditta costruttrice o, in caso contrario, essere sottoposti alla Direzione Lavori per l'approvazione (questo non esonera l'impresa appaltatrice dalle responsabilità che gli competono per la buona riuscita dell'opera);
- essere provvisti di documentazione ed eventuali manuali a corredo;

- essere scelti per le caratteristiche per le caratteristiche performanti tra quanto di meglio il mercato fornisce, tenendo in considerazione aspetti quali le caratteristiche del servizio, la manutenzione necessaria, la garanzia delle prestazioni nel tempo e la durata richieste;
- essere nuove e mai utilizzate.

4. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

In riferimento alle lavorazioni oggetto della presente proposta si precisa che esse dovranno essere eseguite secondo le prescrizioni di legge e a regola d'arte, affinché gli impianti rispondano a quanto prescritto nel presente capitolato ed agli elaborati di progetto.

4.1 OPERE EDILI

4.1.1 SCAVI PER NUOVI CAVIDOTTI INTERRATI

Prima di ogni operazione di scavo, al fine di progettare adeguatamente dimensioni e modalità di scavo, sarà necessario effettuare alcune operazioni preliminari quali la consultazione delle planimetrie di progetto, le indagini preliminari sulla natura del terreno e la determinazione di eventuali ostacoli nel sottosuolo (come manufatti o sottoservizi).

Gli scavi saranno eseguiti in trincea realizzata con spalle diritte a piombo e con fondo netto, pulito e perfettamente in piano, con una larghezza determinata dalla profondità di posa e dal diametro del cavidotto, al fine di consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con eventuali manicotti di giunzione e naturalmente una certa agilità di manovra del personale. In particolare, per l'illuminazione pubblica, utilizzando cavidotti di circa 10-12 cm di larghezza, saranno previsti scavi tra i 30 cm e i 40 cm di larghezza e profondità di circa 80 cm; profondità diverse potranno essere concordate con la D.L. in casi particolari.

Lo scavo potrà essere eseguito su marciapiedi, banchine stradali e simili.

In ogni caso occorrerà procedere in modo da prevenire o impedire scostamenti o franamenti e da assicurare la circolazione stradale, l'accesso alle abitazioni ed ai negozi nonché l'incolumità delle persone; per questo, se necessario, si dovrà prevedere la posa di opportuni ripari, recinzioni, passerelle ed appropriate segnalazioni diurne e notturne. In caso di impossibilità nel mantenimento di continuità del transito su strade e marciapiedi si dovrà richiedere l'intervento delle opportune Autorità per un'eventuale temporanea sospensione della viabilità.

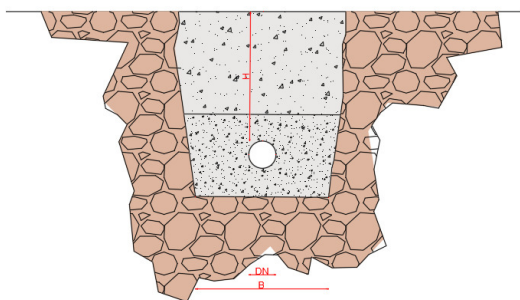
È implicito che in sede di esecuzione degli scavi si dovrà provvedere affinché il materiale di sterro accumulato non arrechi intralci al traffico e all'accesso alle proprietà pubbliche o private, e che eventuali corsi d'acqua di superficie non si riversino negli scavi eseguiti.

Il letto di posa dovrà essere accuratamente compattato in modo da permettere un'uniforme ripartizione dei carichi lungo il cavidotto. Il fondo della trincea dovrà essere costituito inoltre da materiale di riporto, normalmente sabbia o sabbia mista a ghiaia, in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto. Eseguita la posa delle tubazioni si procederà al re-interro con un primo strato di terra vagliata, di spessore idoneo a inglobare la "struttura", proseguendo con il materiale proveniente dagli stessi scavi, o altro materiale idoneo indicato dalla D.L.. Il riempimento della trincea dovrà essere eseguito a regola d'arte, al fine di permettere al cavidotto di reagire correttamente alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento sia dai carichi che gravano sullo scavo, con attenzione all'eliminazione dei materiali difficilmente comprimibili. L'ultimo strato di copertura sarà infine di asfalto con binder e tappetino d'usura. A lavoro ultimato le opere non dovranno dare luogo ad avvallamenti o cedimenti ed eventuale materiale di risulta dovrà essere smaltito come da normativa. In caso di scavo in zone verdi dovrà essere prevista la formazione di un cassonetto in calcestruzzo a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo dovrà essere superiormente lisciato in modo da impedire il ristagno d'acqua.

INDICAZIONI PER TIPO DI SCAVO IN TRINCEA STRETTA

 $\leq 3 \text{ DN}$

B

 $< H/2$ 

B=larghezza della trincea misurata dal livello superiore del tubo

DN: diametro nominale del tubo

H: altezza del riempimento misurata dal livello superiore del tubo

Tabella 2

Riassumendo, le fasi di realizzazione di un nuovo scavo su pavimentazione stradale per cavidotto interrato saranno:

- taglio del manto stradale per la sola larghezza di scavo (30-40cm) con mezzo meccanico idoneo;
- fresatura dell'asfalto con mezzo meccanico idoneo;
- asportazione del materiale per una profondità di circa 80 cm;
- realizzazione di sottofondazione in sabbia (gruppo A3) per uno spessore di circa 15 cm;
- posa del cavidotto e rinfilo del cavidotto fino a raggiungere la generatrice superiore del tubo, utilizzando lo stesso materiale impiegato per la costituzione del letto di posa (deve essere costipato solo lateralmente al cavidotto, e non sulla verticale dello stesso. In questo modo si evitano inutili sollecitazioni dinamiche al cavidotto);
- riempimento dello scavo con misto granulare stabilizzato avente granulometria assortita (da 0 a 30 mm), per uno spessore di circa 40 cm;
- posa di idoneo nastro segnalatore, da posizionare a 30 cm al di sotto del piano di campagna;
- realizzazione di magrone di sottofondazione in conglomerato cementizio con cemento 42,5 R con dosaggio 200 Kg/mc per uno spessore di circa 10 cm;
- posa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) con spessore di circa 10 cm;
- posa di conglomerato bituminoso con strato di usura per una larghezza pari a circa 60 cm e spessore 3 cm.

4.1.2 SCAVI IN PROSSIMITÀ DI AREE VERDI

L'Offerente considera il verde della città un elemento da tutelare in ogni fase dei lavori, l'albero non è un semplice oggetto ornamentale di secondaria importanza, al contrario concorre al benessere collettivo. Conseguentemente verrà prestata particolare attenzione alle lavorazioni che prevedono scavi in prossimità delle alberature.

L'area occupata dalla proiezione al suolo della chioma dell'albero è l'area radicale, ossia quella zona in cui vi è una forte presenza di radici superficiali. Ogni scavo nell'area radicale comporta un danno per la fisiologia e per la stabilità della pianta. Essa deve essere pertanto considerata come area di rispetto della pianta e del suolo. Gli scavi in prossimità verranno eseguiti con la tecnica di aspirazione a basso impatto tramite escavatori a risucchio. Gli scavi e le asportazioni di terreno che interessano l'area radicale non rimarranno aperti per più di una settimana, e le radici verranno coperte con geotessuto umido e protette dal gelo.

La posa di tubazioni verrà eseguita fuori dell'area radicale; in particolare le radici con diametro fino a 2 cm verranno tagliate in modo netto con seghetto o forbici affilati e disinfettati preparati fungistatici - cicatrizzanti quelle più grosse verranno sottopassate con le tubazioni; sull'area radicale non sono consentiti il passaggio di mezzi, il deposito di materiali, ricariche e abbassamenti di terreno. Una volta terminati i lavori di scavo le aree interessate dovranno essere ripristinate.

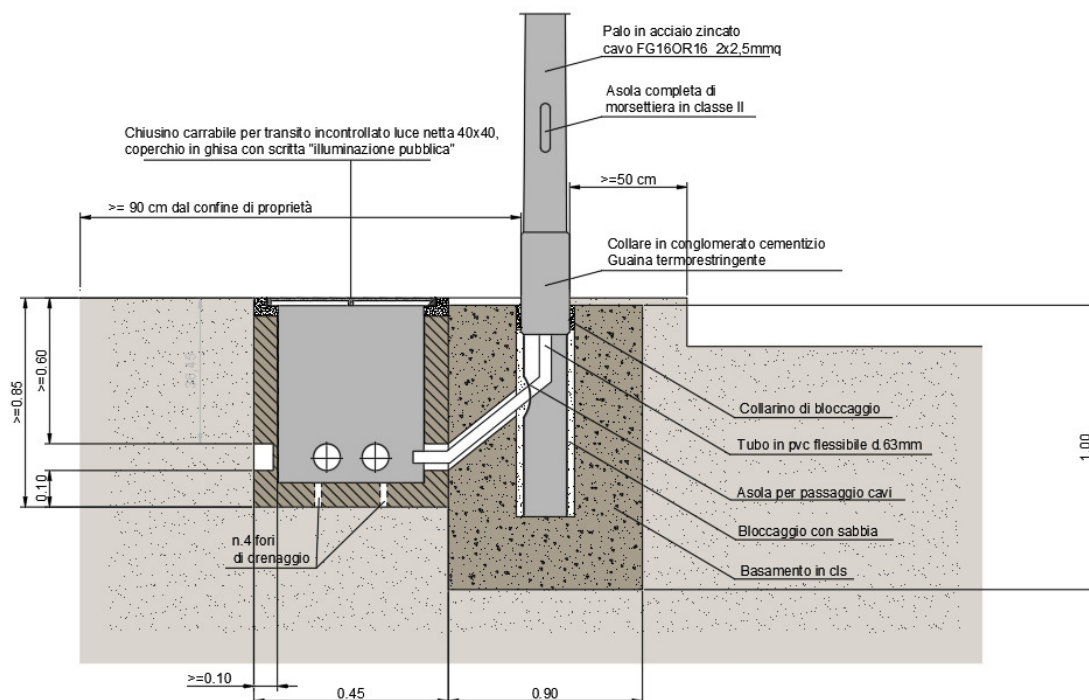
4.1.3 PLINTI DI FONDAZIONE PER PALI

I blocchi di fondazione sono costituiti da un plinto in conglomerato cementizio Rack 250 e un tubo in PVC di diametro idoneo al corretto incastro del palo nel blocco di fondazione. Le distanze minime tra il margine asfaltato e i punti luce sono: 0,60 m per le zone stradali delimitate da

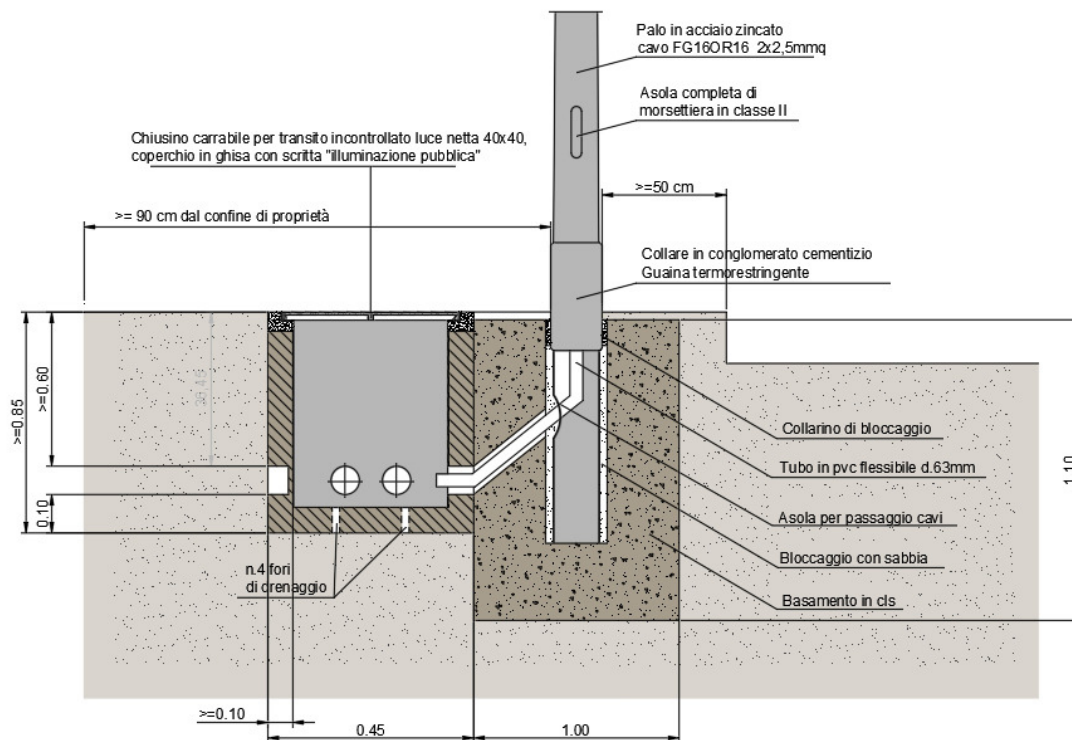
cordonetto e 1,50 m per le zone stradali con una banchina ai lati (fatte salve diverse disposizioni o deroghe impartite dall'Ente proprietario della strada). La posizione del sostegno sarà inoltre ottimizzata in base alla direttrice di marcia, alla necessità di creare una guida ottica, in particolare negli incroci, alla presenza di alberi a margine della strada, alla larghezza delle carreggiate e del marciapiede da illuminare e alla conformazione della banchina. Per le strade alberate, in particolare, il punto luce sarà sempre posizionato al centro dello spazio tra due alberi, con l'interdistanza di posa ottimizzata al fine di ridurre al minimo l'interferenza degli alberi con i punti luce.

I nuovi plinti di fondazione in calcestruzzo per pali di illuminazione pubblica saranno opportunamente dimensionati ai sensi della norma UNI UN 40, prendendo in considerazione sia l'altezza del palo che le azioni che possono generare sollecitazioni sul blocco (ad esempio l'azione del vento). Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni per la realizzazione in opera:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco, che non dovrà essere gettato contro terra ma entro casseri opportunamente costruiti;
- trasporto alla pubblica discarica di tutto il materiale proveniente dallo scavo;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato con la quantità ed il tipo di cemento indicato negli elaborati posti a base gara (Rack 250 o superiore);
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma o tubazione in calcestruzzo, di dimensioni leggermente superiori al diametro del palo stesso (normalmente 200 mm). Il foro centrale dovrà avere un fondello in cls di circa 20-25 cm;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubo corrugato doppia parete marchio IMQ d 63-mm per il passaggio dei cavi di raccordo con il pozzetto. La canalizzazione dovrà avere leggera pendenza verso il pozzetto;
- riempimento eventuale dello scavo con ghiaione naturale accuratamente costipato;
- spese per il conferimento a discarica del materiale inutilizzato.



Plinto di fondazione per pali di altezza fuori terra fino a 5.00 metri



Plinto di fondazione per pali di altezza fuori terra oltre a 5.00 metri

Il bloccaggio dei sostegni nel plinto di fondazione, ad avvenuta “piombatura” degli stessi, dovrà essere realizzato con sabbia di cava, opportunamente bagnata e costipata durante la fase di posa. Il riempimento in sabbia dovrà terminare ad una quota non inferiore a 10 cm dal livello superiore del plinto di fondazione. Il completamento dell’opera di bloccaggio del sostegno dovrà essere realizzato con un collare di calcestruzzo.

I blocchi di fondazione potranno anche essere del tipo prefabbricato in calcestruzzo armato vibrocompresso con pozzetto incorporato con fori di passaggio per l’ingresso delle tubazioni portacavo in PVC e polietilene. Detti fori devono essere posizionati in modo tale da essere in linea con lo scavo e la tubazione.

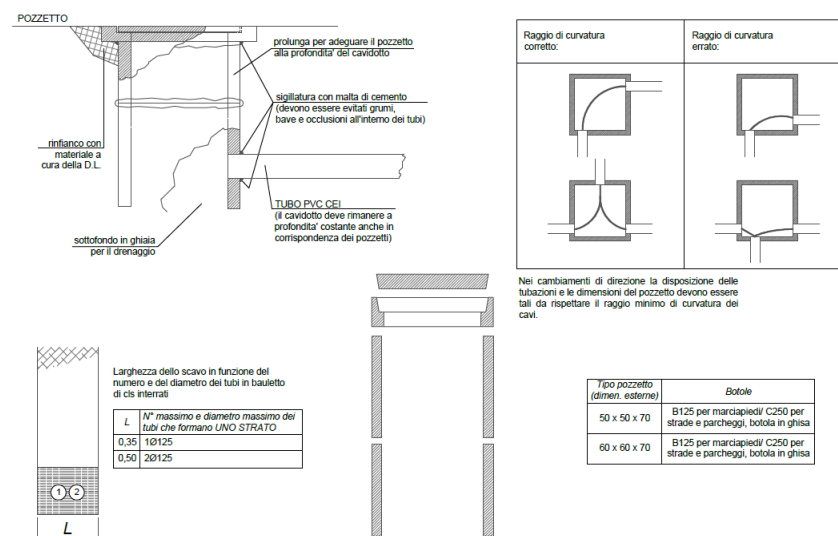
In ogni caso il progettista, su richiesta del Direttore Lavori, potrà fornire i calcoli dei plinti e l’indagine geologica atta a capire la portata del terreno.

4.1.4 POZZETTI ROMPITRATTA E DI DERIVAZIONE

I nuovi pozzetti da posare saranno di tipo prefabbricato, in calcestruzzo vibrato, luce netta minima di 40x40cm, di profondità idonea in base alla posizione del cavidotto. Saranno realizzati con un elemento a cassa, con fori di drenaggio e chiusino sferoidale in ghisa rimovibile. Dovranno inoltre avere la predisposizione per il collegamento con i cavidotti su tutti e quattro i lati, costituita da zone circolari con parete diaframmata a spessore ridotto.

PARTICOLARE 8

Particolari di scavi, reinteri e pozzetti per la posa di cavidotti



I dispositivi di chiusura dei pozzetti, delle dimensioni riportate negli elaborati progettuali, saranno in ghisa sferoidale di tipo carrabile, di classe di carico B125, C250, D400 in funzione delle condizioni di posa, conformi alla norma UNI EN 124:

- Classe A 15 (Carico di rottura kN 15): in zone esclusivamente pedonali, ciclistiche e superfici paragonabili quali spazi verdi;
- Classe B 125 (Carico di rottura kN 125): in marciapiedi, zone pedonali aperte occasionalmente al traffico, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli;
- Classe C 250 (Carico di rottura kN 250): in cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti;
- Classe D 400 (Carico di rottura kN 400): lungo vie di circolazione (strade provinciali e statali) e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- Classe E 600 (Carico di rottura kN 600): in aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

La scelta della classe di portata, da definire sulla base del sito di installazione, rimane a cura del progettista e la fabbricazione, la qualità e le prove della ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme ISO 1083.

La posa in opera dovrà essere eseguita su un fondo scavo solido e ben spianato; le pareti del manufatto dovranno essere perfettamente verticali e l'innalzamento, fino a raggiungere la quota di posa del chiusino, dovrà essere realizzato con prolunghe in cls ad incastro, poste in opera con malta di cemento. La botola dei pozzetti dovrà infatti essere posta a livello del suolo in modo da risultare scoperta ed accessibile, ma da non creare insidie di sorta.

I chiusini utilizzati per l'illuminazione pubblica dovranno inoltre essere dotati di apposita tenuta stagna per evitare infiltrazioni di acqua di deflusso e piovana nonché il riempimento dei pozzetti di residui trasportati dall'acqua.

Il distanziamento di massima sarà il seguente:

- in corrispondenza di ogni punto luce;
- ogni 30-35 m se in rettilineo;
- ogni 15 m se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

4.1.5 CHIUSINI

I dispositivi di chiusura dei pozzetti saranno generalmente in ghisa (salvo diverse disposizioni del Direttore dei lavori). In particolare:

- la superficie sulla quale poggia il coperchio nel suo quadro sarà liscia e sagomata in modo tale da consentire perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti, garantendo così la stabilità e la non emissione di rumore. A tal fine la Direzione Lavori si riserva di prescrivere l'adozione di speciali supporti elastici;
- il coperchio sarà allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza in altezza;
- il chiusino sarà provvisto di fori di aerazione e di sollevamento;
- il telaio sarà solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo.

Le superfici superiori in ghisa dei dispositivi di chiusura avranno una conformazione tale da renderle non sdruciolevoli e libere da acque di scorrimento.

Tutti i coperchi riporteranno in maniera chiara e durevole le seguenti marcature:

- EN124 (quale marcatura della norma UNI);
- Classe di carico;
- nome e/o marchio del fabbricante;
- marchio di un ente certificatore;
- marchiatura aggiuntiva "ILLUMINAZIONE PUBBLICA – IP".

Nel caso in cui i chiusini si trovassero in corrispondenza di pavimentazioni particolari in pietra – come porfido, lastricato, etc. – saranno costituiti da una struttura in acciaio a cornice avente spessore sufficiente a riempire il chiusino dello stesso materiale della pavimentazione, in modo da renderlo perfettamente omogeneo al contesto di installazione.

4.1.6 BASAMENTI PER LA POSA DI ARMADI STRADALI

Nel caso di realizzazione di nuovi basamenti per armadi stradali, questi dovranno essere realizzati in materiale cementizio del tipo Rack 250 o superiore. Questi elementi avranno forma regolare e dimensioni adeguate alla tipologia di armadio/armadi che dovranno essere installati. Il basamento sarà rialzato di circa 20 cm rispetto al piano di calpestio e al suo interno dovrà essere annegato il telaio per l'ancoraggio dell'armadio. In corrispondenza del basamento sarà necessario posare due pozzetti di ispezione, l'uno per l'ingresso dei cavi elettrici di alimentazione del quadro stesso, derivanti dalla distribuzione, e l'altro per l'uscita delle linee di alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica.



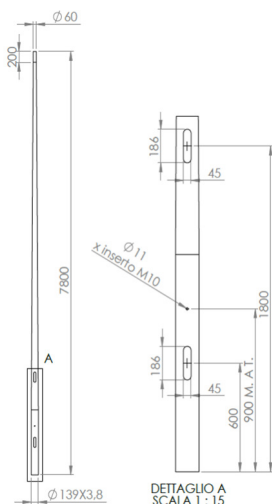
4.1.7 MATERIALI DI RISULTA

Tutti i materiali di risulta derivanti dalle lavorazioni saranno conferiti a discarica autorizzata (parti dei quadri elettrici non più utilizzate, apparecchi rimossi, pali sostituiti, cavi elettrici, materiali di scavo, etc.).

Per quanto riguarda il materiale inerte di scavo, considerabile come "rifiuto speciale", si potrà conferire a discarica autorizzata. Il conferimento sarà programmato con cadenze temporali adeguate agli spazi disponibili in cantiere. Entro i cantieri saranno pertanto previste delle zone di stoccaggio; le operazioni di prelievo e smaltimento saranno regolate da apposito contratto e da verbali di prelievo, che saranno comunque sottoposti alla Direzione dei Lavori.

4.2 PALI DI SOSTEGNO

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pali d'illuminazione (materiale, dimensioni, protezione dalla corrosione, ipotesi di carico, progetto e la sua verifica), si dovrà fare riferimento alla serie di norme UNI EN 40. In particolare, i punti 40-2 e 40-5 ne standardizzano le dimensioni, ma la determinazione delle caratteristiche di progetto sono comunque da contestualizzarsi in funzione del sito di installazione e di tutte le condizioni al contorno. Di seguito le caratteristiche principali dei sostegni che si prevede di impiegare.

SOSTEGNO CONICO**DIMENSIONI:**

- L_{min} : 3,5 m;
- L_{max} : 12 m;
- D_{top} : 60 cm;
- S_{min} : 3 mm per pali fino 5,5 m fuori terra e 4 mm per pali da 6,0 m fuori terra ed oltre.

MATERIALE:

- acciaio di alta qualità S 275 JOH (Fe430) conforme a Norme UNI EN 10219;
- zincatura a caldo in conformità alla norma UNI EN ISO 1461 sia interna che esterna al palo.

CARATTERISTICHE

- marcatura "CE";
- fasciatura bituminosa della parte inferiore, con spessore 4mm e lunghezza 500 mm;
- guaina termorestringente da posizionare nel punto di incastro del palo per prevenire la corrosione. Essa sarà in polietilene (lunghezza di 45 cm) con caratteristiche conformi alla norma UNI EN 10025 o alla UNI EN 10219;
- foro passacavi avente dimensioni 80x220 mm;
- finestrella per morsettiera di derivazione con dimensioni 46x186mm;
- portella a filo palo, completa di chiusura antivandalo;
- attacco testa-palo o a sbraccio (come da progetto illuminotecnico);
- supporto di messa a terra saldato a palo;
- codice univoco identificativo del costruttore del palo.

Tabella 3**4.2.1 POSIZIONAMENTO DEI SOSTEGNI**

I pali dovranno essere opportunamente distanziati dai limiti della carreggiata o, in alternativa, protetti con barriere di sicurezza, al fine di garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

L'uso di opportune barriere di sicurezza o distanziamenti è regolamentato da appositi Decreti Ministeriali (DM 3 giugno 1998; DM 18 febbraio 1992 n. 223; DM 15 ottobre 1996, DM 21 giugno 2004).

Per quanto riguarda invece l'altezza minima dal piano della carreggiata degli apparecchi di illuminazione, nonché la sporgenza dei sostegni rispetto alla stessa carreggiata, valgono le disposizioni del Codice della strada.

Per consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo da lasciare un passaggio di almeno 90 cm, secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, art. 8.2.1., salvo dimensioni inferiori già esistenti all'atto del progetto.

4.3 QUADRI ELETTRICI DI COMANDO

I quadri elettrici per l'alimentazione dei circuiti d'illuminazione pubblica per impiego in ambito stradale dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) e CEI EN 61439-2 (CEI 17-114).

I quadri in progetto saranno costruiti in fabbrica e marcati internamente in modo chiaro ed indelebile con apposita targhetta identificativa adesiva resistente agli agenti atmosferici riportante il logo del Comune, la matricola o il codice identificativo, l'anno di fabbricazione, la denominazione del modello, il nome o marchio del costruttore, marcatura CE, il grado di protezione IP ed il segno grafico del doppio isolamento. Le targhetta dovranno avere anche codifica QR code.

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

- dichiarazione di conformità;
- rapporto di prova;
- schema elettrico unifilare e funzionale completo di siglatura conduttori e morsetti;
- caratteristiche tecniche componenti;
- manuali di uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- targa di avviso munita di catenella, riportante la scritta "lavori in corso – non effettuare manovre".

Per eventuali quadri esistenti e aventi carpenteria o parti metalliche considerate "masse" e pertanto in classe di isolamento I, la protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata installando, a monte dell'impianto, un interruttore differenziale (di tipo selettivo o con tempo e corrente di intervento regolabili), tale da non intervenire, in caso di guasto verso massa di un utilizzatore,

contemporaneamente agli interruttori differenziali “istantanei” eventualmente posti a protezione delle singole linee. In alternativa all'interruttore differenziale ritardato o selettivo sarà utilizzato un interruttore magnetotermico ed una linea con cavo multipolare con guaina in un circuito a doppio isolamento di modo da realizzare un impianto in classe di isolamento II. Per la protezione delle linee di questi quadri si dovrà prevedere l'impiego di interruttori automatici magnetotermici quadripolari o bipolari con differenziale di tipo istantaneo 0,03A AC. Tali interruttori magnetotermici differenziali saranno scelti in modo che:

- il potere di corto circuito nominale sia pari almeno alla massima corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione garantendo il corretto coordinamento con le protezioni;
- sia assicurata la protezione dei cavi in bassa tensione dal sovraccarico e dal corto circuito;
- l'alimentazione delle lampade non produca, per effetto delle correnti di avviamento, scatti intempestivi.

Di seguito le caratteristiche principali dei nuovi quadri previsti:

CARATTERISTICHE QUADRI ELETTRICI



DIMENSIONI MASSIME (mm):

- H 1.300
- L 720
- P 220

CARATTERISTICHE:

- contiene le protezioni di tutte le linee sottese;
- ha spazio sufficiente al contenimento delle protezioni da installarsi per eventuali ampliamenti (ca. 15%);
- contiene il **concentratore per il telecontrollo** da quadro / punto-punto dei punti luce;
- è dotato di orologio astronomico e di interruttore crepuscolare;
- l'**involucro in vetroresina** avrà le seguenti caratteristiche: grado di protezione esterno IP 65, grado di protezione contro impatti meccanici IK 10, tensione nominale di isolamento 500 V, resistenza al calore anormale e al fuoco: 750 °C, classe di isolamento II;
- il vano sarà fornito di **pannelli “controporta”** in materiale isolante e autoestinguente e avranno fissaggi isolati e di facile rimozione;
- idoneo per installazione su basamento in calcestruzzo
- morsettiera di interfaccia tra gli interruttori di alimentazione e le partenze delle linee IP allineata ai dispositivi di protezione installati su barra DIN. Al di sotto ci sarà uno spazio minimo di 150 mm, idoneo per effettuare agevolmente la connessione dei cavi dei relativi circuiti (sezione massima 4×25 mm²);
- l'armadio è munito di porta frontale, dello stesso materiale e caratteristiche meccaniche dell'involucro, che garantisce un angolo minimo di apertura pari a 120° per favorire le operazioni di manutenzione.

CERTIFICAZIONI:

- i componenti sono dotati di marchio di qualità (laddove esistente).

Tabella 4

I quadri saranno posti entro contenitore (armadio) in vetroresina, a doppio o triplo vano di dimensioni esterne e colore RAL da definire con la DL. All'interno dovranno essere suddivise:

- la parte dedicata all'alloggiamento del contatore di energia;
- la parte (o le parti) dedicata all'alloggiamento dell'interruttore generale del quadro, ai dispositivi elettrici di manovra, protezione, allaccio alla rete e linee di partenza e, se previste, le apparecchiature di telecontrollo e Smart City.

Nel caso in cui i pali d'illuminazione sorreggano anche linee aeree, per quanto riguarda la stabilità del palo e delle sue fondazioni, sarà necessario osservare anche quanto prescritto dalla norma CEI 11-4.

Gli sbracci, ove previsti, saranno di tipo sfilabile. Il montaggio degli sbracci sui sostegni dovrà avvenire esclusivamente secondo le modalità prescritte dalla ditta costruttrice o richieste dalla Direzione Lavori o referente aziendale.

Sarà compito della DL verificare e approvare tutti i pali prima dell'installazione e autorizzare una eventuale differente tipologia.

Il fissaggio dei singoli pali nel plinto di fondazione dovrà essere eseguito, dopo l'accurato controllo della verticalità, con sabbia di cava, opportunamente bagnata e costipata durante la posa, e collarino di bloccaggio, in malta di cemento liscio nella parte in vista.

I nuovi pali saranno zincati e, qualora lo prevedesse il progetto, anche verniciati con colore a scelta dell'Amministrazione. Entrambe queste lavorazioni saranno realizzate e certificate direttamente dalla casa costruttrice.

Per i pali esistenti allo stato di fatto, qualora fosse necessario prevederne la riverniciatura, questa dovrà essere eseguita previa pulitura esterna, stesura di una mano di antiruggine e due mani di vernice a smalto alla nitro cellulosa o in vernice alluminata, con colore indicato dalla DL o dall'Amministrazione.

4.3.1 NOTE COSTRUTTIVE QUADRI ELETTRICI

Il quadro sarà dotato di un interruttore astronomico per la gestione dei carichi elettrici tra l'orario di tramonto e alba, calcolati in funzione dell'area geografica impostata. Sarà poi presente anche un interruttore crepuscolare installato su guida DIN del tipo a sonda esterna, con cavo di collegamento di lunghezza minima 50 m e realizzato in bassissima tensione: max 50 V. Il dispositivo prevedrà la taratura dei lux di intervento con una scala di riferimento visibile e di facile consultazione. Il collegamento tra l'interruttore generale e la morsettiera di distribuzione sarà realizzato in cavo unipolare tipo FG17 450/750 V di sezione minima 10 mm².

La distribuzione elettrica interna al quadro sarà realizzata mediante un cablaggio da morsettiera, adeguatamente protetta contro i contatti accidentali mediante una barriera in materiale isolante. Il cablaggio verso ogni singolo interruttore prevedrà il passaggio nei TA per ogni fase. Il cablaggio dell'interruttore generale sarà tale da permettere l'installazione a monte di n. 3 TA toroidali per la misura dell'energia. A valle dell'interruttore generale si dovrà prevedere la collocazione di 4 TA, di cui uno per la misura della corrente di dispersione omopolare (I1, I2, I3 +N) ed i restanti per ogni fase. Le derivazioni dalla morsettiera agli interruttori dei circuiti IP saranno realizzate con cavi unipolari di tipo FG17 450/750 V di sezione minima 4 mm² per le fasi e per il neutro.

La connessione con le linee esterne sarà realizzata per mezzo di una morsettiera di interfaccia compatibile per l'allacciamento di cavi di sezione 2,5 mm². Le morsettiere saranno allineate sullo stesso piano di installazione degli interruttori di protezione in modo da garantirne un accesso agevole in fase di installazione e/o manutenzione.

L'armadio inoltre alloggerà una barra in rame nudo per le connessioni all'impianto di terra, posta nella parte inferiore del vano "utenza IP" o lateralmente (in posizione idonea a non interferire con la morsettiera). Tale barra sarà utilizzata per la connessione alla rete di terra in caso di impianti in classe 1 e/o come riferimento per le misure di isolamento degli impianti.

Sulla facciata interna della porta sarà alloggiato un contenitore a tasca per i disegni e gli schemi elettrici.

Gli armadi saranno dotati di chiusura a chiave e copia di tutte le chiavi saranno consegnate al Concedente.

Tutti i quadri saranno soggetti alle prove prescritte dalla normativa in materia e saranno corredati dalla relativa documentazione. Ogni quadro, in particolare dovrà soddisfare i requisiti e le verifiche riguardanti:

- costruzione e identificazione del quadro: si dovrà installare una targa con i dati del quadro (nome e marchio del costruttore; sigla di identificazione del tipo del quadro; tensione di funzionamento; grado di protezione; corrente nominale; corrente di tenuta al cortocircuito) e tutti i componenti interni dovranno essere numerati;
- limiti di sovratemperatura;
- grado di protezione: dichiarato dal costruttore dell'involucro: non dovrà essere inferiore a IP44 e comunque adeguato all'ambiente di installazione;
- efficienza del circuito di protezione;
- cablaggio conforme alla regola dell'arte;
- collaudo elettrico.

Gli interruttori automatici di sezionamento e protezione in scatola isolante avranno di norma le seguenti caratteristiche:

- attacchi anteriori o posteriori a seconda delle esigenze costruttive;

- taratura dello sganciatore magnetico regolabile con continuità su tutte le fasi, neutro compreso;
- potere di interruzione simmetrico sufficiente a garantire il corretto coordinamento delle protezioni e comunque non inferiore a 15 kA a 400 V;
- prestazioni elettromagnetiche tali da consentire la protezione dal corto circuito e dalle sovracorrenti dei conduttori protetti.

Nel caso in cui gli interruttori siano corredati di relè differenziale anch'esso dovrà essere regolabile sia per quanto riguarda la corrente di intervento differenziale I_d che per quanto riguarda il tempo di intervento.

Gli interruttori automatici modulari dovranno essere del tipo adatto per montaggio a scatto su profilato DIN 46.277/3 e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- dimensioni normalizzate (modulo = 17,5 mm);
- potere di interruzione sufficiente a garantire il corretto coordinamento delle protezioni e comunque non inferiore a 6 kA a 400 V e 4,5 kA a 220 V.

Nel caso in cui gli interruttori siano corredati di relè differenziale anch'esso dovrà essere modulare per montaggio sullo stesso profilato DIN.

4.4 CAVIDOTTI PER LA POSA DEI CAVI

Le nuove distribuzioni saranno posate in tubi porta conduttori interrati. Essi dovranno essere esclusivamente in polietilene (PE) a doppia parete, completamente riciclabili, flessibili, aventi parete esterna corrugata e parete interna liscia ottenute per coestrusione continua, per la protezione interrata di cavi elettrici B.T. e M.T. (bassa e media tensione) e telefonici. I tubi dovranno essere rispondenti alla norma CEI EN 61386-1-24 con classificazione di prodotto serie N e resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N e dovranno inoltre essere in materiale riciclato e con un contenuto di materia prima secondaria pari ad almeno il 70% in peso. Resta escluso l'impiego delle tubazioni flessibili di tipo leggero.

I vari tratti di tubo dovranno essere uniti tra loro con collari o flange, al fine di evitare discontinuità nella loro superficie interna e il diametro interno dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si predisporranno adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate. Il distanziamento fra i pozzetti verrà stabilito in funzione della natura e della grandezza dei cavi da infilare.

In sintesi, il cavidotto dovrà:

- essere formato da polietilene ad alta densità;
- essere corrugato flessibile a doppia parete, liscio all'interno per consentire un corretto infilaggio dei cavi e corrugato all'esterno;
- essere marchiato IMQ;
- avere resistenza chimica a sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, acqua e infiammabili;
- essere dotato di cavetto interno (tirafilo) in acciaio zincato;
- avere colore rosso, grigio o blu;
- avere resistenza allo schiacciamento ≥ 450 N con deformazione max diametro esterno pari al 5% (EN 50086-2-4/A1 – CEI 23-46/V1);
- avere resistenza agli urti di 5 kg a -5 °C;
- avere diametri nominali $\geq$ di 125 mm per la posa delle linee della dorsale di alimentazione, e di 90 mm per la posa della linea di derivazione dai pozzetti ai punti luce.

La scelta delle lunghezze e delle dimensioni dovrà essere tale da assicurare in ogni caso l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi.

Il coefficiente di riempimento dei tubi non dovrà superare lo 0,5.

Il raggio minimo di curvatura indicato dalla maggior parte dei costruttori di cavi in gomma è di 4D (dove D è il diametro esterno massimo del cavo) per i cavi in gomma FG16OR16; nei cambiamenti di direzione, pertanto, la disposizione delle tubazioni e le dimensioni dei pozzetti dovranno essere adeguati.

4.4.1 POSIZIONAMENTO DEI CAVIDOTTI RISPETTO AD ALTRI SOTTOSERVIZI

I cavidotti utilizzati per la posa di condutture elettriche non dovranno essere posati in prossimità di altri sottoservizi che producono calore, fumi o vapori che potrebbero risultare dannosi per le condutture stesse, a meno che non siano opportunamente protette.

È quindi previsto un distanziamento minimo tra le condutture, come prescritto dalla legislazione vigente, rispetto alle tubazioni o condotti di altri sottoservizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc..

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni di massima, non esaustive, sui distanziamenti da tenere, posto che in ogni caso tali parametri dovranno essere concordati con la D.L.:

- almeno 0,3 m da linee elettriche in cavo di MT;
- almeno 0,5 m da fognatura;
- almeno 0,3 m da cavidotti telefonici;
- almeno 1,5 m da metanodotto in attraversamento;
- da metanodotto in parallelismo: distanza pari o superiore alla profondità del metanodotto.

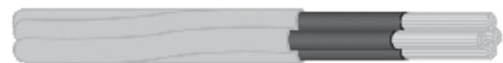
Se non fosse possibile rispettare le distanze di sicurezza previste negli incroci si renderà necessario collocare la condotta del metano entro un tubo di protezione.

4.5 LINEE ELETTRICHE

I cavi previsti in progetto saranno provvisti di marcatura CE e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 (CPR) e alla norma EN 50575, armonizzata per il Regolamento CPR nella Com. 2016/C 209/03. Sono inoltre costruiti secondo le norme CEI 20-13, CEI 20-11, tabella CEI-UNEL 35375, tabella CEI-UNEL 35376, non propaganti l'incendio (CEI 20-22 II), non propaganti la fiamma (CEI 20-35) e a ridotta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37 I), provvisti di marchio IMQ.

4.5.1 DORSALI

I cavi per linee interrate saranno del tipo FG16OR16 - 0,6/1 kV o equivalente CPR con conduttore a corda flessibile rotonda di classe 5 in rame ricotto, unipolare per energia, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco. Tutte le parti di dorsale interessate da interventi in progetto saranno realizzate in formazione trifase con neutro. Le linee elettriche di alimentazione saranno quindi realizzate a doppio isolamento, con le sezioni adeguate in funzione dei carichi elettrici (6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm²) sulle dorsali di alimentazione. In particolare, la scelta della sezione dei cavi sarà fatta in base alle tensioni di esercizio, alla caduta di tensione massima ammessa, alle correnti di impiego e al tipo di posa ed alla portata così come previsto dalle tabelle CEI-UNEL 35026.



Per le linee aeree si dovrà prevedere l'utilizzo di cavi precordati, autoportanti ad elica visibile, isolati e posti sotto guaina di polietilene reticolato, tipo RE4E4X 0.6/1 kV, rispondenti alle norme CEI 20 - 31 e 20 - 35. Le gole, i tiranti, le selle di appoggio e sostegno dei conduttori dovranno essere del tipo autorizzato e certificato dal Ministero (o come quelle riportate nei disegni di specifica). È proibito l'uso di cordine in acciaio a cui fascettare il cavo.

4.5.2 DERIVAZIONI

Per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno utilizzati cavi tripolari o bipolari con sezione di 2,5 mm². I punti luce saranno collegati alle tre fasi della linea di alimentazione in modo

sequenziale, in modo da mantenere il carico il più possibile equilibrato e per mantenere la caduta di tensione nei limiti progettuali. Il collegamento delle apparecchiature alle linee di distribuzione dovrà essere tale da consentire il massimo grado di equilibrio tra le tre fasi delle linee principali.



4.5.3 DERIVAZIONI DA DORSALI INTERRATE

La derivazione dalla dorsale di alimentazione interrata potrà essere effettuata alternativamente:

- all'interno del pozzetto con giunzioni in gel. Esse saranno sempre create nel rispetto delle norme CEI 20-23, 64-8, al fine di consentire grado di protezione IP 68, resistenza all'acqua e classe isolamento II;
- all'interno del palo in corrispondenza della portella.

Le giunzioni in gel, in particolare, saranno costituite ognuna da un involucro di materiale plastico isolante pre-riempito con gel polimerico reticolato con isolamento primario, all'interno del quale saranno contenuti i morsetti di derivazione. Il materiale utilizzato sarà autoestinguente e non propagante la fiamma per cavi con temperatura d'esercizio di 90°C. I conduttori all'interno del giunto saranno riaccessibili anche dopo lunghi periodi di esercizio. Poiché la derivazione avviene rimuovendo localmente l'isolante, infine, si sottolinea che con tale sistema è possibile effettuare la giunzione senza interrompere il cavo dorsale con conseguenti minori dispersioni.

Le giunzioni all'interno del palo, invece, saranno effettuate ognuna con una morsettiera incassata all'interno del palo, del tipo a doppio isolamento, bipolare e/o quadripolare, completa di fusibile e avente le seguenti caratteristiche:

- sezione da 1,5 a 6 mm² per feritoia palo 38x132 mm, e sezione da 1,5 a 16 mm² per feritoie da 45x186 mm;
- corrente nominale massima 30 A o 63 A (in funzione delle taglie);
- tensione nominale 450V;
- portafusibile sezionabile per fusibile idoneo in funzione della tipologia considerata e delle caratteristiche tecniche necessarie;
- materiale in resina poliammidica autoestinguente Certificazione IMQ;
- contenitore in classe II secondo CEI 64-8/4;
- grado di protezione sul perimetro coperchio IP43, in zona ingresso cavi IP23B (secondo CEI EN 60529), IK 08;
- morsetti stampati a caldo in ottone OT 58 (UNI 5705) con viti di serraggio conduttori in acciaio inox AISI 304 (taglio cacciavite).

La salita all'asola dei cavi di derivazione sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro, escludendo le restanti due fasi (nel caso esistano).

4.5.4 DERIVAZIONI DA DORSALI AEREE

La derivazione da dorsale aerea viene effettuata direttamente dal cavo precordato autoportante. Le giunzioni dovranno avvenire tramite morsetti a perforazione di isolante e mantenere il sistema in classe II di isolamento; per questa ragione saranno utilizzati elementi termorestringenti volti a ricostruire la guaina esterna del cavo in derivazione per il tratto strettamente necessario.

In alcuni casi potrebbe risultare necessario l'impiego di cassette di derivazione per linee aeree, che dovranno essere in resina termoplastica poliammidica rinforzata con fibre di vetro con buone caratteristiche meccaniche e termiche, buone prestazioni elettriche, buona resistenza agli agenti chimici e grado di protezione minimo IP55. All'ingresso e all'uscita dei cavi dalla cassetta di derivazione è previsto l'utilizzo di passacavi in PVC a rottura prestabilita. Le morsettiere che saranno alloggiate all'interno della cassetta dovranno avere caratteristiche isolanti adeguate al sistema elettrico classe II. Anche in questo caso è previsto l'impiego di fusibile di protezione.

4.5.5 DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI

I cavi interrati dovranno osservare particolari prescrizioni e distanze minime di rispetto nel rispetto della normativa vigente.

È quindi previsto un distanziamento minimo rispetto ad altri cavi o alle tubazioni o condotti di altri sottoservizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc.

5. VERIFICHE E PROVE DI COLLAUDO

Sarà compito del Direttore dei Lavori accertarsi che quantità e qualità dei materiali forniti corrispondano a quanto descritto dal progetto e che le pere vengano eseguite a regola d'arte e nel rispetto della normativa vigente.

In particolare, sarà necessario:

- verificare che la quantità e la qualità dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti siano corrispondenti alla progettazione;
- effettuare verifiche e prove per accertare:
 - lo stato di isolamento dei circuiti;
 - la continuità elettrica dei circuiti;
 - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
 - l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
 - l'efficienza delle connessioni di terra;
- testare il funzionamento di tutte le apparecchiature installate per accertarsi che il loro funzionamento avvenga in modo regolare;
- verificare la programmazione delle varie apparecchiature di Telecontrollo e dei Quadri Elettrici;
- verifica della funzionalità del software operativo.

Le verifiche dovranno comunque essere effettuate da personale esperto. Le modalità delle prove e delle verifiche preliminari saranno stabilite dal Direttore dei Lavori e/o dal Collaudatore e di essa verrà redatto un regolare verbale da allegare agli atti.

Per ogni altra prova strumentale, azione di verifica tecnica e/o di collaudo necessaria sugli impianti, siano questi di nuova realizzazione che preesistenti, si rimanda alle prescrizioni Normative vigenti in materia ed alle norme di buona tecnica.

6. SORGENTI LUMINOSE

Tutti gli apparecchi illuminanti di progetto e tutte le sorgenti luminose, saranno rispondenti alle prescrizioni del DM 27/09/2017 "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica".

Si prendono qui in considerazione le sole sorgenti led, in quanto non si prevede l'utilizzo di altre sorgenti.

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne, inoltre, possederanno le seguenti caratteristiche:

- elevata efficienza luminosa;
- elevata affidabilità;
- lunga durata di funzionamento;
- compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre, nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano saranno utilizzate sorgenti che, in relazione al luogo di installazione, tengano conto di adeguati:

- tonalità della luce (temperatura di colore);
- indice di resa cromatica.

6.1 EFFICIENZA LUMINOSA E INDICE DI POSIZIONAMENTO CROMATICO DEI MODULI LED

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

EFFICIENZA LUMINOSA DEL MODULO LED COMPLETO DI SISTEMA OTTICO (IL SISTEMA OTTICO È PARTE INTEGRANTE DEL MODULO LED) [LM/W]	EFFICIENZA LUMINOSA DEL MODULO LED SENZA SISTEMA OTTICO (IL SISTEMA OTTICO NON FA PARTE DEL MODULO LED) [LM/W]
≥ 95	≥ 110

Tabella 5

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

- una variazione massima di cromaticità pari a $\Delta u'v' \leq 0,0048$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un'ellisse di MacAdam a 5-step sul diagramma CIE 1931.

6.2 FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO, TASSO DI GUASTO DEI MODULI LED E ALTRE INFORMAZIONI

Al paragrafo 4.2.3.10 dei CAM apparecchi relativo alle forniture di apparecchi illuminanti per illuminazione pubblica, si evince che per ottimizzare i costi di manutenzione i moduli led utilizzati nei prodotti debbano presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., le seguenti caratteristiche alla temperatura di funzionamento T_p e alla corrente tipica di alimentazione:

FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	TASSO DI GUASTO
L_{80} Per 60.000 h di funzionamento	B_{10} Per 60.000 h di funzionamento

Tabella 6

in cui:

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

Nel caso in cui la fornitura e la posa di Moduli led sia separata da una contestuale fornitura del relativo apparecchio di illuminazione (ricablaggio), risulta necessario fornire anche le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali (riferimento EN 62031): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di T_c (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, classificazione per rischio fotobiologico (se diverso da GR0 o GR1) ed eventuale distanza di soglia secondo le specifiche del IEC TR 62778;
- temperatura del modulo T_p ($^{\circ}C$), ovvero temperatura al punto T_p cui sono riferite tutte le prestazioni del modulo led;
- punto di misurazione ovvero posizione ove misurare la temperatura T_p nominale sulla superficie dei moduli led;
- flusso luminoso nominale emesso dal modulo led (lm) in riferimento alla temperatura del modulo T_p ($^{\circ}C$) e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- efficienza luminosa (lm/W) iniziale del modulo led alla temperatura T_p ($^{\circ}C$) e alla temperatura T_c ($^{\circ}C$);
- campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
- fattore di potenza o $\cos\phi$ per ogni valore di corrente previsto;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h;
- indice di resa cromatica (R_a);
- nei casi in cui sia fornito insieme al modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico (v. criterio 4.1.3.13);
- se i moduli sono dotati di ottica, rilievi fotometrici, sotto forma di documento elettronico (file standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- se i moduli sono dotati di ottica, rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN 13032 (più le eventuali parti seconde applicabili) emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità dell'offerente che il rapporto di prova si riferisce a un campione tipico della fornitura e/o che indica le tolleranze

di costruzione o di fornitura (da non confondere con l'incertezza di misura) per tutti i parametri considerati.

6.3 INFORMAZIONI RELATIVE A INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE, RIMOZIONE

Ogni sorgente led fornita e installata rispetterà le prescrizioni contenute:

- nel Regolamento 1194/2012 UE, tabella 5 più Tabelle 1 e 2 e s. m. e i. (per sistemi led direzionali);
- nella norma EN 62717.
- Si dovranno fornire inoltre i seguenti documenti:
- istruzioni per installazione ed uso corretti;
- istruzioni di manutenzione per assicurare che il modulo led conservi, per quanto possibile, le sue caratteristiche iniziali per tutta la durata di vita;
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.

6.4 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

6.4.1 SCELTA E MESSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Gli apparecchi di illuminazione per esterni risponderanno innanzitutto ai seguenti requisiti di carattere generale:

- buon controllo del flusso luminoso sia ai fini del conseguimento di un adeguato rendimento che della prevenzione dell'abbagliamento;
- grado di protezione adeguato alla sicurezza d'impiego anche in condizioni atmosferiche sfavorevoli dovute al funzionamento continuato alle intemperie;
- lampade e relative apparecchiature di alimentazione costruite e assemblate in modo tale da permetterne l'agevole sostituzione, viste le difficili condizioni in cui avviene la manutenzione (altezze notevoli e presenza di traffico);
- buon funzionamento garantito e buona durata delle lampade e delle apparecchiature di alimentazione;
- soddisfacimento delle concomitanti esigenze di costo, durata ed estetica.

La progettazione e la costruzione degli stessi, inoltre, saranno regolate da processi certificati dall'applicazione di un sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2008. Nel caso di apparecchi di illuminazione a servizio di aree stradali o similari si farà riferimento, poi, nella scelta dei requisiti di illuminazione, alla norma UNI 11248 per la classificazione illuminotecnica della strada servita e alla norma UNI EN 13201-2 per i requisiti fotometrici.

6.4.2 CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI

Tutti gli apparecchi illuminanti di progetto saranno rispondenti alle prescrizioni della LR 15/2007 e dei CAM apparecchi e corredate dalla dichiarazione di conformità alla LR 15/2007 e dalle raccomandazioni di uso corretto da parte del produttore.

Gli apparecchi di illuminazione ed i relativi componenti saranno inoltre provvisti, laddove possibile, di:

- marcatura CE, in conformità alle direttive 2004/108/CE;
- marcatura IMQ o equivalente (riconosciuto in ambito europeo).

I componenti non provvisti dei marchi IMQ o equivalente potranno essere utilizzati unicamente qualora sul mercato non sia reperibile un prodotto analogo marchiato e previo tutte le verifiche necessarie ed opportune.

Le schede tecniche dei corpi illuminanti saranno complete di rapporti fotometrici redatti in conformità alla Norma UNI EN 13032, per quanto applicabile.

Le componenti elettriche degli apparecchi di illuminazione dovranno essere conformi alle norme CEI EN 60598, EN 61000, EN 55015, EN 61547 ed EN 62384. In ottemperanza alla norma CEI EN 60598-1, in particolare, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, ed essere forniti completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento ed essere a marchio IMQ. Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche tecniche minime da rispettare in funzione dell'apparecchio di illuminazione e della tipologia di installazione, come indicato dai CAM apparecchi e nei documenti a base gara.



CARATTERISTICA TECNICA	STRADALE (PAR 4.2.4.2)	GRANDI AREE, ROTATORIE E PARCHEGGI (PAR 4.2.4.3)	AREE PEDONALI E CICLABILI (PAR 4.2.4.4)	AREE VERDI (PAR 4.2.4.)	CENTRI STORICI	ALTRI IMPIEGHI
IP vano ottico	IP66	IP65	IP65	IP65	IP55	IP55
IP vano cablaggi	IP65	IP65	IP65	IP65	IP43	IP55
categoria di intensità luminosa	≥ G*3	≥ G*3	≥ G*3	≥ G*4	≥ G*2	-
resistenza agli urti – vano ottico	IK07	IK07	IK08	IK08	-	-
resistenza alle sovratensioni	6kV	6kV	6kV	6kV	6kV	6kV

Tabella 7

La struttura portante e il corpo dell'apparecchio di illuminazione saranno realizzati in lega di alluminio ottenuto mediante imbutitura, pressofusione o stampaggio. Le singole parti costituenti l'apparecchio illuminante saranno sufficientemente robuste o adeguatamente rinforzate in modo da non poter essere deformate o danneggiate durante l'uso "normale" e in modo da garantire un accoppiamento fra loro inalterabile nel tempo.

Tutti gli apparecchi impiegati saranno resistenti alla corrosione e anche l'applicazione su di essi di eventuali protettivi superficiali non ne comprometterà tale caratteristica.

Le parti fisse saranno saldamente vincolate alla struttura portante e asportabili solo intenzionalmente mediante idonei utensili.

Il vano contenente il gruppo di alimentazione sarà facilmente apribile.

I singoli componenti degli apparecchi non presenteranno difetti di lavorazione, in particolare non ci saranno bave di fusione, spigoli vivi, parti taglienti o imperfezioni simili che possano essere pregiudizievoli alla sicurezza dell'operatore e di terzi.

Le parti mobili saranno saldamente incernierate alla struttura portante e/o alle parti fisse, manterranno una posizione stabile durante gli interventi e saranno dotate di idonei sistemi di sicurezza che ne impediscano la caduta anche per causa di errate manovre dell'operatore.

Gli apparecchi saranno provvisti di un dispositivo di ancoraggio del cavo di alimentazione fissato alla struttura dell'apparecchio illuminante, tale che lo stesso non comporti sforzi di trazione nel collegamento al morsetto.

Riassumendo gli apparecchi presenteranno caratteristiche di durata e stabilità dal punto di vista elettrico, termico, meccanico, funzionale ed estetico, in condizioni normali d'esercizio e di adeguata manutenzione. Saranno inoltre di facile installazione e facilmente accessibili per le verifiche, con elevata possibilità di ricambio dei componenti.

Il cavo di alimentazione alla rete elettrica, invece, nel suo percorso interno all'apparecchio di illuminazione, sarà posato e vincolato secondo uno schema tale da garantire la classe II d'isolamento, il rispetto del raggio di curvatura minimo del cavo (60mm) ed il contatto accidentale dei terminali con parti metalliche.

Gli apparecchi, poi, saranno dotati di alimentatore dimmerabile, del tipo stand alone installato su piastra removibile, oppure di nodo per il telecomando punto-punto. Gli apparecchi saranno programmati dal Concessionario, secondo le proprie esigenze, con l'attrezzatura (hardware e software) data dal fornitore e con operazioni rapide e semplici.

Gli alimentatori avranno, in ogni caso, le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE MINIME ALIMENTATORI ELETTRONICI	
Classe di isolamento	II
Grado di protezione IP	≥ IP20
Tensione nominale	220-240 V 50hz
Range di tensione	195-260 V
Protezione termica	SI
Life-time	≥ 100.000 h
Rendimento	≥ 90%
Fattore di potenza	≥ 0,9

CARATTERISTICHE MINIME ALIMENTATORI ELETTRONICI

Corrente led nominale	Max 700 mA
Tolleranza corrente led	+/- 5%
Temperatura di funzionamento	-20° ≤ +55° C
Marcatura	CE e IMQ o equivalente europeo

Tabella 8

Ogni apparecchio esporrà infine, in modo chiaro e indelebile, in posizione ben visibile, le seguenti informazioni:

- marchio del costruttore;
- tensione nominale;
- segno grafico d'appartenenza alla Classe di isolamento;
- anno e lotto di fabbricazione;
- grado di protezione IP riferito al vano ausiliari e al gruppo ottico;
- frequenza nominale;
- corrente di alimentazione gruppo led;
- Marchio CE;
- Marchio IMQ o equivalente;

e saranno indicate, in un foglio allegato all'imballo, le seguenti informazioni:

- le istruzioni di montaggio;
- la posizione di funzionamento;
- il valore della coppia di serraggio da applicare al sistema di fissaggio;
- la massa dell'apparecchio;
- le dimensioni d'ingombro.
- Per quanto riguarda la documentazione a corredo dell'apparecchio, essa comprenderà la misurazione fotometrica effettuata secondo le norme in vigore e certificata da ente terzo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat". Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:
 - temperatura ambiente durante la misurazione;
 - tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
 - norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
 - identificazione del laboratorio di misura;
 - specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
 - nome del responsabile tecnico di laboratorio;
 - corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
 - tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione;
 - questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi saranno inoltre corredati da documentazione riportante:

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

Gli apparecchi di illuminazione, così come installati, dovranno garantire infine che il flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore rispetti i limiti indicati nella tabella che segue, nel rispetto dei CAM apparecchi al paragrafo 4.2.3.9:

	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
illuminazione stradale	U1	U1	U1	U1
illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi	U1	U2	U2	U3
illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo- pedonali e illuminazione di aree verdi	U1	U2	U3	U4
illuminazione di centro storico con apparecchi artistici	U2	U3	U4	U5

Tabella 9

In cui:

- LZ1: zone di protezione
- Zone protette e zone di rispetto come definite e previste dalla normativa vigente. Sono ad esempio aree dove l'ambiente naturale potrebbe essere seriamente danneggiato da qualsiasi tipo di luce artificiale ovvero aree nei dintorni di osservatori astronomici nazionali in cui l'attività di ricerca potrebbe essere compromessa dalla luce artificiale notturna. Queste zone devono essere preferibilmente non illuminate da luce artificiale o comunque la luce artificiale deve essere utilizzata solo per motivi legati alla sicurezza.
- LZ2: zone a basso contributo luminoso
- Aree rurali o comunque dove le attività umane si possono adattare a un livello luminoso dell'ambiente circostante basso. (Aree non comprese nella LZ1 e non comprese nelle Zone A, B o C del PRG).
- LZ3: zone mediamente urbanizzate
- Aree urbanizzate dove le attività umane sono adattate a un livello luminoso dell'ambiente circostante medio, con una bassa presenza di sorgenti luminose non funzionali o non pubbliche. (Aree comprese nelle Zone C del PRG).
- LZ4: zone densamente urbanizzate
- Aree urbanizzate dove le attività umane sono adattate a un livello luminoso dell'ambiente generalmente alto, con una presenza di sorgenti luminose non funzionali o non pubbliche. (Aree comprese nelle Zone A e B del PRG).

La categoria di illuminazione zenitale (U) di ciascun apparecchio di illuminazione è definita sulla base del valore più alto tra quelli dei parametri UH e UL come nel seguito indicati:

	U1 (LM)	U2 (LM)	U3 (LM)	U4 (LM)	U5 (LM)
UH	≤40	≤120	≤200	≤300	≤500
UL	≤40	≤100	≤150	≤200	≤250

Tabella 10

Per la definizione degli angoli solidi sopra riportati viene utilizzata invece la seguente classificazione:

- **UL (Up Low):** questa zona comprende gli angoli steradiani fra 90° e 100° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce a larga parte dell'inquinamento luminoso, in assenza di ostacoli e se osservata da grandi distanze;
- **UH (Up High):** questa zona comprende gli angoli steradiani fra 100° e 180° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce all'inquinamento luminoso sopra le città.

Nel caso in cui la Legge Regionale prescriva valori ancor più restrittivi di flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore, questi costituiranno i limiti da rispettare in integrazione ai precedenti.

6.4.3 FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO E TASSO DI GUASTO DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Per ottimizzare i costi di manutenzione, gli apparecchi di illuminazione a led dovranno presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s.m.i., alla temperatura di funzionamento T_p e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	TASSO DI GUASTO
L_{80} Per 70.000 h di funzionamento	B_{10} Per 70.000 h di funzionamento

Tabella 11

in cui:

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

6.4.4 SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Tutti i corpi illuminanti forniti saranno dotati di dispositivo di regolazione del flusso luminoso del tipo "stand-alone" programmabile e dimmerabile a più livelli e con orari diversi, con calcolo della mezzanotte virtuale oppure di nodo di telecontrollo punto-punto. Questo consentirà la regolazione del flusso luminoso in modo personalizzabile a seconda delle esigenze, come riportato nel progetto. Tali dispositivi saranno integrati nell'apparecchio e funzioneranno in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione.

6.4.5 INFORMAZIONI RELATIVE A INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE, RIMOZIONE

Il Concessionario dovrà provvedere all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

7. GESTIONE DEI RIFIUTI ELETTRICI ED ELETTRONICI

Nell'esecuzione dei lavori, così come anche nella gestione del servizio, particolare importanza, a livello ambientale, è rivestita dalla produzione dei rifiuti e si opera, pertanto, utilizzando prodotti che possano essere reimpiegati o che, a fine vita, possano essere facilmente scomposti in elementi da destinare alle diverse forme di riciclaggio; a questo proposito, si specifica che il personale opera la separazione dei prodotti già sul luogo dell'intervento, separando per tipologia i materiali ricavati.

L'Offerente opera la propria gestione dei rifiuti secondo le direttive del D.L 152/06, affidandosi per lo più a soggetti terzi, rigorosamente autorizzati e, nel caso in cui debbano occuparsi di plastica, vetro e lampade, anche aderenti ai consorzi di riciclo come "Ecolamp". In alcuni casi, tuttavia, l'Offerente provvede in prima persona al trasporto dei propri rifiuti, selezionando impianti collocati in prossimità delle proprie sedi o del luogo di produzione del rifiuto, così da ridurre al minimo il consumo di carburante impiegato nel trasporto. Al fine di gestire autonomamente i rifiuti, l'Offerente è iscritto:

- all'Albo Gestori Ambientali, secondo D.Lgs. 152/2006 art. 212 comma 8, con codice BO010368 per il trasporto in conto proprio sia di rifiuti professionali pericolosi che non.;
- al sistema di gestione RAEE, secondo D.M. 8 Marzo 2010 n. 65,
- al sistema Sistri, seppur non attivo, con codice pratica TEL_FC_90932.

Di seguito si riporta infine, per completezza, l'elenco delle categorie di rifiuti producibili dalla gestione del servizio:

15.01.___	Imballaggi (compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata)
15.02.___	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi
16.02.___	Scarti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche
17.02.___	Legno, vetro
17.04.___	Metalli (incluse le loro leghe)
20.01.21*	Tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio

Tabella 12

Si garantisce quindi la raccolta, il trasporto, il trattamento adeguato, il recupero e lo smaltimento ambientalmente compatibile delle sorgenti luminose, classificate come RAEE professionali secondo quanto previsto dalla normativa vigente.