



REGIONE
PIEMONTE



COMUNE DI VALCHIUSA
Città Metropolitana di Torino

Lavori di realizzazione di marciapiede in Loc. Trausella

Interventi per la salvaguardia, la valorizzazione e la promozione del territorio comunale, finanziato dal fondo per la valorizzazione e la promozione delle aree territoriali svantaggiate confinanti con le regioni a statuto speciale - Annualità 2021

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI

A4

Relazione CAM

Luglio 2025

PROGETTO:

arch. Danilo Marco

via Conte Francesetti 23, Loranzè (TO)

tel: 0125 538354 - 349 5351924

posta elettronica: danilo@danilomarco.it

PEC: danilogiuseppe.marco@archiworldpec.it

Premessa	2
Parte 1. CAM STRADE	3
SPECIFICHE TECNICHE PER L’AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE STRADALI	3
2.2.1 <i>Sostenibilità ambientale dell’opera</i>	3
Punti 2.2.2., 2.2.3, 2.2.4,.....	3
2.2.5 <i>Piano di manutenzione dell’opera</i>	4
Punti 2.2.6., 2.2.7, 2.2.8.....	4
SPECIFICHE TECNICHE PER I MATERIALI DA COSTRUZIONE	4
2.3.1 <i>Circolarità dei prodotti da costruzione</i>	4
2.3.2 <i>Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati</i>	4
2.3.3 <i>Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso</i>	5
2.3.4 <i>Acciaio</i>	5
2.3.5 <i>Prodotti di legno o a base legno</i>	6
2.3.9 <i>Tubazioni in materiale plastico</i>	6
SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI RELATIVE AL CANTIERE	7
2.4.1 <i>Prestazioni ambientali del cantiere</i>	7
2.4.2 <i>Demolizione selettiva, recupero e riciclo</i>	10
2.4.3 <i>Conservazione dello strato superficiale del terreno</i>	11
2.4.4 <i>Rinterri e riempimenti</i>	11
Parte 2. CAM ILLUMINAZIONE PUBBLICA	12
1. Premessa	12
2. SORGENTI LUMINOSE	12
2.1 Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli led	12
2.2 Fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto dei moduli led	13
2.3 Rendimento degli alimentatori per moduli led	13
3. APPARECCHI ILLUMINANTI	13
Apparecchi per illuminazione stradale.....	13
3.1 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione	13
3.2 Flusso luminoso emesso direttamente dall’apparecchio di illuminazione verso l’emisfero superiore	14
3.3 Fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto per apparecchi di illuminazione a led	16
3.4 Sistema di regolazione del flusso luminoso -sistema adattivo	16
4. PROGETTAZIONE DI IMPIANTI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA	17
4.1 Prestazione energetica dell’impianto	17
4.2 Sistema di regolazione del flusso luminoso	17

Premessa

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

I CAM sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e sono adottati con Decreto del Ministro.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie alle previsioni contenute nel Codice dei contratti. Infatti, l'articolo 57 comma 2 del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, prevede l'obbligo di applicazione, per l'intero valore dell'importo della gara, delle "specifiche tecniche" e delle "clausole contrattuali", contenute nei criteri ambientali minimi (CAM). Lo stesso comma prevede che si debba tener conto dei CAM anche per la definizione dei "criteri di aggiudicazione dell'appalto" di cui all'art. 108, commi 4 e 5, del Codice.

Con riferimento ai lavori in oggetto, le normative da considerare sono:

- Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali (CAM Strade). Adottati con D.M. 5 agosto 2024;
- 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 - pdf (adottati DM 27 settembre 2017 - pdf

La presente relazione verte sulla verifica dei Criteri Ambientali Minimi per l'esecuzione dei lavori di costruzione di un marciapiede con impianto di illuminazione pubblica in loc. Trausella del comune di Valchiusa.

Nei capitoli successivi per ciascuno dei criteri ambientali minimi contemplati dal Decreto, si riportano: una breve descrizione del/dei requisito/i, le motivazioni di eventuale inapplicabilità del criterio, la contestuale verifica prestazionale/prescrittiva, l'eventuale miglioramento prestazionale previsto in progetto e l'elenco della documentazione specifica allegata a supporto del singolo criterio ambientale.

Parte 1. CAM STRADE

La presente relazione si articola nelle seguenti specifiche tecniche, in ottemperanza a quanto riportato dal DM 5 agosto 2024, in riferimento al progetto in oggetto:

- specifiche tecniche per l'affidamento del servizio di progettazione di infrastrutture stradali;
- specifiche tecniche per i prodotti da costruzione;
- specifiche tecniche relative al cantiere;

e, come stabilito dal Decreto, fornisce le indicazioni sui criteri per l'affidamento dei lavori da parte della Stazione Appaltante.

SPECIFICHE TECNICHE PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE STRADALI

2.2.1 Sostenibilità ambientale dell'opera

Criterio

Il progetto di nuova costruzione di strade, di adeguamento e ampliamento e di manutenzione straordinaria delle strade esistenti, prevede sistemi atti a ridurre l'inquinamento dell'aria, delle acque superficiali e di falda e del suolo dovuto al traffico. Tali sistemi possono includere:

- fasce verdi destinate a mitigare gli impatti indotti dal traffico veicolare e a protezione delle eventuali aree agricole limitrofe all'infrastruttura;
- canalizzazioni in cui collocare tutte le reti tecnologiche previste, per una corretta gestione dello spazio nel sottosuolo;
- drenaggi delle acque di dilavamento (materiali permeabili o sistemi di drenaggio quali trincee o canali filtranti, stagni o zona umide) prevedendo gli opportuni sistemi di depurazione delle acque ed evitando il sovraccarico della rete scolante e fognaria.

Verifica

Nel progetto di realizzazione del marciapiede è prevista una fascia verde piantumata ad arbusti che separa la sede stradale dal percorso pedonale.

Sono previste canalizzazioni per la rete raccolta acque, linea elettrica, linea Telecom, cavidotto libero per futuri utilizzi.

Le acque di dilavamento non sovraccaricheranno la rete fognaria, in quanto saranno immesse in corso d'acqua superficiale.

Punti 2.2.2., 2.2.3, 2.2.4,

I criteri

- 2.2.2 Efficienza funzionale e durata della pavimentazione;
- 2.2.3 Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso
- 2.2.4 Emissione acustica delle pavimentazioni

non si applicano al progetto in esame, in quanto l'intervento non prevede il rifacimento della pavimentazione stradale, se non per piccoli ripristini funzionali alla realizzazione del marciapiede.

2.2.5 Piano di manutenzione dell'opera

Criterio

Il progetto esecutivo include un piano di manutenzione dell'opera che indichi il livello di degrado delle caratteristiche strutturali e funzionali della pavimentazione a cui vengono attivate le opere manutentive preventive degli strati superficiali che siano alternative al rifacimento.

Verifica

Il progetto esecutivo comprende l'elaborato A6 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti.

Punti 2.2.6., 2.2.7, 2.2.8

I criteri

2.2.6 Disassemblaggio e fine vita

2.2.7 Rapporto sullo stato dell'ambiente

2.2.8 Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero

non si applicano al progetto in esame, in quanto l'intervento non riguarda la nuova costruzione di strade o rifacimento della pavimentazione.

SPECIFICHE TECNICHE PER I MATERIALI DA COSTRUZIONE

2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione

Il criterio è prescritto nel caso di progetti di nuova costruzione di strade e dunque non si applica al caso in oggetto.

2.3.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

Utilizzo

Strutture, plinti pali illuminazione, sottofondo marciapiede

Criterio

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati hanno un contenuto di materia recuperata riciclata, o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua, intesa come acqua efficace e acqua di assorbimento. Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

Verifica

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza o una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.

2.3.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso

Utilizzo

Cordoli e cubetti autobloccanti

Criterio

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo hanno un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Verifica

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza o una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.

2.3.4 Acciaio

Utilizzo

Armature strutture in c.a.

Criterio

Per gli usi strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Verifica

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa.

2.3.5 Prodotti di legno o a base legno

Utilizzo

Staccionata.

Criterio

Tutti i prodotti di legno o a base legno utilizzati nel progetto, se costituiti da materie prime vergini, devono provenire da foreste gestite in maniera sostenibile.

Verifica

Per la prova di origine sostenibile o responsabile, una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantisca il controllo della «catena di custodia», quale quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC);

Per quanto riguarda le certificazioni FSC o PEFC, tali certificazioni, in presenza o meno di etichetta sul prodotto, devono essere supportate, in fase di consegna, da un documento di vendita o di trasporto riportante la dichiarazione di certificazione, con apposito codice di certificazione dell'offerente, in relazione ai prodotti oggetto della fornitura. Nel caso in cui l'offerente sia un soggetto diverso dal fabbricante del prodotto finito, ossia che l'offerente sia, ad esempio, una impresa di costruzioni oppure un distributore/rivenditore, non certificato per la catena di custodia (CoC), come prova della certificazione del prodotto offerto devono essere presentati i seguenti documenti del fabbricante: copia dei certificati in corso di validità e l'offerta del prodotto finito con specifico riferimento al C.I.G. (Codice Identificativo Gara), al codice del prodotto in gara e alla denominazione del prodotto offerto.

Punti 2.3.6., 2.3.7, 2.3.8, 2.3.10

I criteri

2.3.6 Murature in pietrame e miste

2.3.7 Sistemi di drenaggio lineare

2.3.8 Tubazioni in Gres ceramico

2.3.10 Barriere antirumore

non si applicano al progetto in esame, in quanto l'intervento non prevede l'utilizzo dei suddetti materiali.

2.3.9 Tubazioni in materiale plastico

Utilizzo

Cavidotti, condotte di raccolta acque

Criterio

Le tubazioni in materiale plastico sono prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 20% sul peso del prodotto. Il presente criterio non è applicabile alle condutture, tubazioni e canalizzazioni elettriche rientranti nella Direttiva Bassa Tensione

2014/35/UE.

Verifica

La dimostrazione del rispetto del requisito deve avvenire attraverso una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di certificazione di prodotti e servizi.

SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI RELATIVE AL CANTIERE

2.4.1 Prestazioni ambientali del cantiere

Possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante

Si ritiene che possibili criticità siano rappresentate dall'emissione di rumore e dal rischio di sversamento di oli e liquidi inquinanti nell'ambiente.

L'impresa appaltatrice è obbligata ad utilizzare mezzi in perfetto stato di manutenzione. Non sarà permesso l'utilizzo in cantiere di mezzi che, a giudizio della D.L. appaiono rumorosi o in cattivo stato di conservazione.

Nel caso di sversamenti accidentali, dovrà essere immediatamente data informazione alla stazione appaltante ed alla DL per pianificare le misure di bonifica

Misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere

Nell'area di cantiere l'aspetto di maggiore interesse è costituito dal torrente Chiusella. Non sono previsti interventi diretti sulle sponde; è previsto il ripristino e l'inerbimento dell'area al di sopra dell'argine, interessata dai lavori.

Rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive

Nell'area da destinare a parcheggio presso il torrente Chiusella sono presenti delle piante di poligono del Giappone (*Reynoutria japonica*) e di Robinia pseudoacacia che verranno estirpate, avendo cura di effettuare un completo eradicamento

Protezione delle specie arboree e arbustive autoctone.

Non sono stati rilevati in cantiere esemplari di specie arboree o arbustive autoctone di interesse

Disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone

I depositi di materiali saranno posti in zone non interessate dalla presenza di preesistenze arboree ed arbustive autoctone

Definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti.

Conformemente alla normativa CAM, i motori termici delle macchine operatrici saranno di fase IV

Misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni

I mezzi e le attrezzature utilizzate dovranno rispettare i requisiti di legge in ordine all'emissione di rumore ed essere correttamente mantenute e utilizzate, in conformità alle indicazioni del fabbricante, al fine di limitarne la rumorosità eccessiva.

Risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere

Dovranno essere previsti adeguati sistemi di raccolta delle acque meteoriche provenienti da tetti e tettoie delle strutture temporanee utilizzate dal cantiere e raccolte in contenitori plastici. L'acqua recuperata potrà essere utilizzata per bagnature antipolvere, lavaggi ecc. L'allaccio idrico principale di cantiere dovrà essere dotato di conta litri per il monitoraggio del consumo di acqua.

In ordine alla protezione dallo scolo di acque inquinate delle zone a superficie permeabile che circondano il lotto, essa dovrà essere realizzata con dei cordoli in tessuto non tessuto preposti a raccogliere e filtrare le materie scolanti prima che possano interferire con le zone permeabili e inquinare la risorsa del suolo e idrica.

Qualora in prossimità dell'area di esecuzione degli impasti di calcestruzzo e malte in genere siano presenti pozzetti/tombini aperti e protetti con semplici griglie, l'impresa dovrà provvedere ad installare delle calze protettive in materiale del tipo tessuto-non tessuto al fine di filtrare eventuali acque di lavorazione e/o dilavanti e trattenere le eventuali impurità inquinanti presenti. Gli eventuali tombini/pozzetti e le griglie così protetti dovranno essere ispezionati e mantenuti settimanalmente provvedendo alla pulizia/sostituzione delle calze di protezione.

L'area lavaggio mezzi d'opera (betoniere, camion, ecc.) dovrà essere individuata all'interno del cantiere, lontano dall'ingresso e dalle zone di transito dei veicoli. Tale area non dovrà consentire la formazione di deflusso superficiale, dovrà contenere tutti i liquidi e i rifiuti solidi generati dalle operazioni di lavaggio che verranno opportunamente smaltiti.

Per una corretta gestione delle varie tipologie di acque di lavorazione, come ad esempio quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lavar ruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature, come da altre particolari tipologie di lavorazione svolte all'interno del cantiere, le stesse possono essere gestite nei seguenti due modi:

- come acque reflue industriali ai sensi della Parte III del T.U. ambiente 152/2006 e s.m.i.
- come rifiuto ai sensi della parte IV del T.U. ambiente 152/2006 e s.m.i.

In ogni caso, è sempre preferibile il confezionamento fuori opera degli impasti di calcestruzzo e delle malte; qualora questa operazione venga eseguita in cantiere, in genere dovrà avvenire in apposite aree, già impermeabilizzate o comunque al di fuori di superfici drenanti.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla collocazione delle zone di impasto e betonaggio, allo stoccaggio di materiali e al percorso delle acque superficiali di scolo, con l'obiettivo di convogliare verso la vasca di primo accumulo la maggiore quantità di acque inquinate provenienti dalle attività del cantiere e/o da dilavamenti dovuti alle piogge; a tale scopo potrà essere necessario eseguire delle impermeabilizzazioni temporanee delle aree di cantiere.

Abbattimento delle polveri

È fatto obbligo all'appaltatore di eseguire interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua, con particolare riferimento alle fasi inerenti la demolizione dei fabbricati ed il trasporto lungo il sentiero sterrato.

Misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo

I depositi dovranno essere posti su superfici già pavimentate.

I materiali depositati dovranno essere coperti con teloni impermeabili, in modo da evitare qualunque azione di dilavamento.

Nel caso di sversamenti accidentali, dovrà essere immediatamente data informazione alla stazione appaltante ed alla DL per pianificare le misure di bonifica.

Misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee

Nell'effettuazione di getto di malta per la posa dei cordoli in prossimità del torrente Chiusella, creare una barriera di contenimento con tessuto non tessuto e terreno, in modo da evitare possibili sversamenti nel torrente di acqua sporca di cemento. Al termine dei lavori rimuovere il terreno eventualmente interessato da sversamenti di cemento e avviarlo alla discarica.

Misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere

Stanti la durata e le dimensioni contenute del cantiere, si ritiene che non sia necessario adottare particolari misure per ridurre l'impatto visivo del cantiere.

Misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo

Nella planimetria allegata al PSC sono individuate le aree destinate allo stoccaggio provvisorio dei materiali da avviare al riciclo ed allo smaltimento.

Misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere

Le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere sono riportate nell'elaborato A6 Relazione sulla gestione delle materie.

All'interno delle aree di stoccaggio temporaneo i rifiuti dovranno essere depositati in maniera separata per codice CER e stoccati secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali (in aree di stoccaggio o depositi preferibilmente al coperto con idonee volumetrie e avvio periodico a smaltimento/recupero). Dovranno pertanto essere predisposti contenitori idonei, per funzionalità e capacità, destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti individuati e comunque di cartoni, plastiche, metalli, vetri, inerti, organico e rifiuto indifferenziato, mettendo in atto accorgimenti atti ad evitarne la dispersione eolica.

All'interno del cantiere dovranno essere installati contenitori per la raccolta differenziata dei rifiuti prodotti direttamente dagli addetti al lavoro e non derivanti dalle operazioni di demolizione/costruzione.

È sempre vietato l'abbruciamento dei rifiuti.

I diversi materiali dovranno essere identificati da opportuna cartellonistica ed etichettati come da normativa in caso di rifiuti contenenti sostanze pericolose. Si ricorda che costituiscono rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione: come tali devono essere trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del T.U. ambiente 152/2006 e s.m.i.

Al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno dei cantieri devono essere messe a conoscenza, formalmente, di tali modalità di gestione. In presenza di ditte in subappalto le stesse dovranno essere rese edotte delle modalità di gestione dei rifiuti all'interno dei cantieri. È opportuno, inoltre, che i contratti di subappalto chiariscano la responsabilità dei diversi contraenti in merito al tema, mediante l'inserimento di specifiche previsioni in merito.

L'impresa dovrà provvedere a conferire i rifiuti secondo quanto previsto nell'elaborato A.06 Bilancio produzione rifiuti, fornendo alla D.L., in sede di esecuzione lavori, le dimostrazioni dell'avvenuto conferimento; potrà altresì proporre a sua volta altri centri di trattamento/riciclaggio a cui conferire i rifiuti.

2.4.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo

Criterio

Fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, la demolizione delle opere viene eseguita in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale. Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, il progetto prevede, a tal fine, che, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti di cui all'art. 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152

Verifica

L'appaltatore dovrà esibire i DDT e i FIR, dai quali si dovrà evincere il rispetto della percentuale id recupero sopra indicata.

2.4.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno

Fermo restando la gestione delle terre e rocce da scavo in conformità al decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120, gli scavi dovranno essere eseguiti con accantonamento del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde. Per primo strato del terreno si intende sia l'orizzonte "O" (organico) del profilo pedologico sia l'orizzonte "A" (attivo), entrambi ricchi di materiale organico e di minerali che è necessario salvaguardare e utilizzare per le opere a verde.

2.4.4 Rinterri e riempimenti

Per i rinterri, si prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al precedente criterio.

Parte 2. CAM ILLUMINAZIONE PUBBLICA

1. Premessa

Il 18 ottobre 2017 nel supplemento n.333 della Gazzetta Ufficiale sono stati pubblicati i Criteri Ambientali Minimi che le Amministrazioni Pubbliche, ai sensi del D.Lgs 50/2016, devono utilizzare nell'ambito delle procedure d'acquisto di: sorgenti di illuminazione per illuminazione pubblica, apparecchi d'illuminazione per illuminazione pubblica e nel caso di affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.

Nel capitolo 3 di tale documento è richiamata la principale normativa vigente e sono fornite le indicazioni per la preparazione e l'espletamento delle procedure d'acquisto e per l'esecuzione delle opere.

Nel capitolo 4 sono definiti i CAM cioè i criteri ambientali minimi richiesti per le forniture.

Essi sono articolati in schede separate, ciascuna relativa ad una tipologia di prodotti/servizi:

- scheda 4.1: sorgenti luminose
- scheda 4.2: apparecchi di illuminazione
- scheda 4.3: progettazione di impianti

Le schede 4.1 e 4.2 devono essere utilizzate, rispettivamente, per l'acquisizione di sorgenti luminose e alimentatori, o per l'acquisizione di apparecchi di illuminazione da installare in impianti di illuminazione pubblica.

La scheda 4.3 deve essere utilizzata nella progettazione o nell'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica.

Tale progettazione deve tener conto dei criteri stabiliti nelle schede 4.1 e 4.2.

Le specifiche tecniche (cap. 4.3.3) devono essere utilizzate indipendentemente dalle modalità con cui tale progettazione viene affidata e dall'esecutore materiale della stessa.

Le specifiche tecniche definite in ciascuna scheda debbono essere utilizzate sia nelle attività di manutenzione e/o riqualificazione di un impianto esistente, sia in quelle di realizzazione di un nuovo impianto.

2. SORGENTI LUMINOSE

Per quanto riguarda le sorgenti luminose a led, esse devono rispettare i requisiti indicati dal D.M. del 7/09/2017 (Criteri Ambientali Minimi), come di seguito descritto.

2.1 Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli led

I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione le seguenti caratteristiche:

- Efficienza luminosa del modulo led completo di sistema ottico (lm/W) ≥ 95 ;
- Efficienza luminosa del modulo led senza sistema ottico (lm/W) ≥ 110 ;
- Variazione cromatica pari a $\Delta u'v' \leq 0,004$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;

- Variazione massima pari o inferiore a un'ellisse di Mc Adam a 5-step sul diagramma CIE 1931.

2.2 Fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto dei moduli led

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED devono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717, 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: L80 per 60000 h di funzionamento;
- Tasso di guasto (%): B10 per 60000 h di funzionamento.

in cui:

- L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale;
- B10= Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%.

2.3 Rendimento degli alimentatori per moduli led

Gli alimentatori per i moduli a LED devono avere le seguenti caratteristiche:

POTENZA NOMINALE MODULO LED (W)	RENDIMENTO DELL' ALIMENTATORE (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

3. APPARECCHI ILLUMINANTI

Apparecchi per illuminazione stradale

Gli apparecchi a led destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche

PROPRIETÀ' DELL'APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE	VALORI MINIMI
IP vano ottico	IP 65
IP vano cablaggi	IP 55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G^*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni	4kV

3.1 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Con riferimento alla tabella che segue, gli apparecchi illuminanti devono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi

d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

CLASSE ENERGETICA APPARECCHI ILLUMINANTI	IPEA*
An+	$IPEA \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA < 0,55$
G	$IPEA < 0,40$

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

$$IPEA^* = \eta_a / \eta_r$$

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

$$\eta_a = \Phi_{app} \cdot D_{ff} / P_{app} \text{ (lm/W)}$$

Dove:

- Φ_{app} (lm) flusso nominale iniziale emesso dall'apparecchio nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza;
- D_{ff} frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte, cioè al di sotto dell'angolo di 90°;
- P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione dall'apparato (W);
- η_r = efficienza globale di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Illuminazione stradale

POTENZA NOMINALE DELL'APPARECCHIO P (W)	EFFICIENZA GLOBALE DI RIFERIMENTO η_r (lm/W)
$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	100

3.2 Flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore

Fermo restando il rispetto delle altre specifiche tecniche definite in questo documento, gli apparecchi di illuminazione devono essere scelti ed installati in modo da assicurare che il flusso luminoso eventualmente emesso al di sopra dell'orizzonte rispetti i limiti indicati nella tabella che segue:

AMBITO DI INSTALLAZIONE	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
Illuminazione stradale	U1	U1	U1	U1

In cui le zone sono definite come segue:

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 non comprese nella LZ1 e non comprese nelle Zone A, B o C del PRG)

Aree rurali o comunque dove le attività umane si possono adattare a un livello luminoso dell'ambiente

circostante basso.

LZ3: ZONE MEDIAMENTE URBANIZZATE

(Aree comprese nelle Zone C del PRG)

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.

LZ4: ZONE DENSAMENTE URBANIZZATE

(Aree comprese nelle Zone A e B del PRG)

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.

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 definiti:

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

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

- UL (Up Low): questa zona comprende gli angoli steriradianti 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 steriradianti fra 100° e 180° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce all'inquinamento luminoso sopra le città.

3.3 Fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto per apparecchi di illuminazione a led

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

FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	TASSO DI GUASTO (%)
L80 per 60.000 h di funzionamento	B10 per 60.000 h di funzionamento

in cui:

- L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale per una vita nominale di 60.000 h;
- B10: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per una vita nominale di 60.000 h

3.4 Sistema di regolazione del flusso luminoso -sistema adattivo

Se le condizioni di sicurezza dell'utente lo consentono, gli apparecchi di illuminazione debbono essere dotati di un sistema di regolazione del flusso luminoso conforme a quanto di seguito indicato. Il sistema di regolazione, ogniqualvolta possibile, deve:

- essere posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;

i regolatori di flusso luminoso devono rispettare le seguenti caratteristiche

(per tutti i regolatori di flusso luminoso):

Classe di regolazione = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50),

(per i soli regolatori centralizzati di tensione):

- Classe di rendimento: R1 ($\geq 98\%$);
- Classe di carico: L1 (scostamento di carico $\Delta 1 \leq S2$, con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale),
- Classe di stabilizzazione: Y1 ($S_u \leq 1\%$, percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione).

4. PROGETTAZIONE DI IMPIANTI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA

4.1 Prestazione energetica dell'impianto

La progettazione illuminotecnica deve oltre rispettare tutte le Norme tecniche e le Leggi in vigore e dovrà considerare livelli di luminanze medie mantenute di progetto non superiori al 20% dei livelli minimi previsti dalle Norme tecniche previste nell'ambito di riferimento.

Si dovranno utilizzare apparecchiature con indice IPEA* come descritto nei punti precedenti, e realizzare un impianto con indice di prestazione energetico IPEI maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+, a partire dall'anno 2026.

Di seguito viene indicata la tabella per la valutazione dell'indice IPEI dell'impianto.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

CLASSE ENERGETICA APPARECCHI ILLUMINANTI	IPEI*
An+	$IPEI \geq 0,85 + (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI < 3,00$
G	$IPEI \geq 3,00$

L'indice IPEI* viene utilizzato per la definizione delle prestazioni energetiche degli impianti ed è definito:

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

con D_p = Densità di Potenza di Progetto che si calcola come segue:

$$D_p = \Sigma P_{app} / \Sigma n_{i=1} (E_i^* (0,80/MF_i) * A_i),$$

Dove:

- P_{app} (W) Potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione (W);
- E_i (lx) Illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i -esima di progetto;
- MF_i Coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i -esima;
- A_i Area i -esima illuminata (m²);
- $D_{p,R}$ Densità di potenza di riferimento

4.2 Sistema di regolazione del flusso luminoso

Se le condizioni di sicurezza dell'utente lo consentono, gli apparecchi di illuminazione debbono essere dotati di un sistema di regolazione del flusso luminoso conforme a quanto di seguito indicato.

Il sistema di regolazione, ogniqualvolta possibile, deve:

- essere posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;

i regolatori di flusso luminoso devono rispettare le seguenti caratteristiche

(per tutti i regolatori di flusso luminoso):

- Classe di regolazione = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50),

(per i soli regolatori centralizzati di tensione):

- Classe di rendimento: R1 ($\geq 98\%$),
- Classe di carico: L1 (scostamento di carico $\Delta I \leq S2$, con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale),
- Classe di stabilizzazione: Y1 ($S_u \leq 1\%$, percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione).