

OGGETTO DELLA CONCESSIONE:

Proposta progettuale per la concessione del servizio energetico relativo alla gestione del servizio di illuminazione pubblica, comprensivo di progettazione ed esecuzione di interventi di adeguamento normativo, riqualificazione ed efficientamento energetico dei relativi impianti, di manutenzione e di fornitura di energia elettrica

TITOLO DOCUMENTO:

STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

COMMITTENTE:

Comune di Aliano (MT)

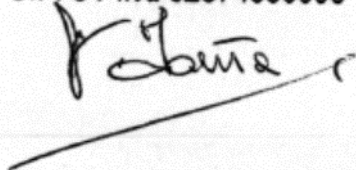
DATA DI EMISSIONE:

20/09/2019

PROGETTISTA:

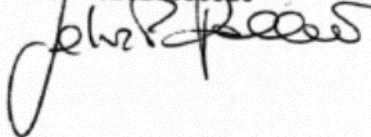
FREE ENERGY SAVING S.R.L.

C.F. e P.iva 02874560598



FREE ENERGIA S.p.A.

P. IVA 02924550920



Sommario

1. Premessa	3
2. L'Illuminazione a led e l'inquinamento ottico e luminoso.....	3
2.1. L'inquinamento luminoso e il suo impatto sull'ambiente.....	5
2.2. L'inquinamento luminoso e l'illuminazione stradale: lo specifico caso dei LED 7	
3. l'Illuminazione e l'impatto sulla flora e sulla fauna: approfondimenti sull'illuminazione a led	8
3.1. L'impatto dell'illuminazione sulla fauna	8
3.2. L'illuminazione e l'impatto sulla flora: approfondimenti sull'illuminazione a LED 11	
3.3. Riduzione delle emissioni di CO ₂	16

1. Premessa

Il progetto, come descritto nella relazione tecnica e negli altri elaborati, prevede interventi che comportano un miglioramento degli effetti sull'ambiente e sulla salute dei cittadini.

Il progetto prevede l'adeguamento alle normative vigenti degli impianti, dai punti di fornitura di energia, ai quadri elettrici, fino ai corpi illuminanti, con l'eliminazione dei rischi di elettrocuzione che rappresentano un pericolo reale per i cittadini.

Lo scopo ulteriore del presente elaborato è di effettuare una panoramica aggiornata sui sistemi di illuminazione a LED, considerandone gli aspetti di impatto sull'ambiente, ovvero riguardanti l'inquinamento luminoso, gli impatti sulla flora e sulla fauna ed il risparmio energetico.

Inoltre, saranno presi in considerazione alcuni aspetti legati all'impatto sanitario nell'illuminazione di questa nuova tecnologia che, in alcuni prodotti presenti sul mercato, si caratterizza per avere un'emissione relativamente elevata nella banda del blu, banda spettrale a cui si riconosce la capacità di indurre danni a carico della retina in caso di esposizioni intense e prolungate e per questo motivo deve essere indagata, come già è stato fatto e si sta facendo in studi internazionali e nazionali, ai quali comunque si accennerà.

2. L'Illuminazione a led e l'inquinamento ottico e luminoso

L'inquinamento luminoso è un fenomeno fisico dovuto all'eccessiva illuminazione artificiale e a dispositivi di illuminazione mal installati.

Molto spesso la definizione di inquinamento luminoso ed i relativi limiti di emissione delle sorgenti di luce artificiale non sono univoci facendoli coincidere.

Il concetto di inquinamento luminoso viene corrisposto con l'alterazione della quantità di luce presente naturalmente nell'ambiente notturno, quest'ultima viene prodotta da un'immissione di luce artificiale di origine antropica fuori dagli spazi.

Numerosi studi scientifici hanno dimostrato che sono molto gravi le implicazioni di questo tipo di inquinamento sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

Più precisamente, possiamo distinguere l'inquinamento luminoso e l'inquinamento ottico come:

- per inquinamento luminoso si intende ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte.

- per inquinamento ottico, o luce intrusiva, si indica ogni forma di irradiazione artificiale diretta su superfici o cose cui non è funzionalmente dedicata o per le quali non è richiesta alcuna illuminazione.

In figura 1 vi è uno schema esemplificativo per riassumere e visualizzare i due concetti.



Figura 1 – Inquinamento luminoso e inquinamento ottico

Le sorgenti che producono luminosità sono naturale (si considera il contributo dovuto alle stelle presenti nella galassia, all'aurora polare e all'iterazione delle particelle atmosferiche che provocano airglow) e quella artificiale derivante da fonti luminose proveniente soprattutto da lampade.

Le principali sorgenti di inquinamento luminoso sono gli impianti di illuminazione esterna notturna, come ad esempio gli impianti di illuminazione stradale, l'illuminazione di monumenti, di stadi e dei complessi commerciali, i fari rotanti delle discoteche, le insegne pubblicitarie e le vetrine, gli impianti di illuminazione privati.

Si assiste su scala globale ad un aumento dell'attenzione alla problematica dell'illuminazione pubblica sia da parte delle amministrazioni sia da parte dei privati. Azioni preventive devono essere attuate sia dalle amministrazioni locali, che dai privati cittadini, nella realizzazione di impianti di illuminazione esterni.

Il contenimento dell'inquinamento luminoso consiste essenzialmente nella progettazione e realizzazione di impianti d'illuminazione razionalmente, senza disperdere luce verso l'alto, utilizzando impianti e apparecchi correttamente progettati e montati e nel dosare la giusta quantità di luce.

Le normative regionali sull'inquinamento luminoso considerano questo tema con quello del risparmio energetico; infatti, con il contenimento dell'inquinamento luminoso si ottiene il

conseguente vantaggio di contenere le emissioni di CO2 necessarie per l'energia elettrica destinata all'illuminazione

2.1. L'inquinamento luminoso e il suo impatto sull'ambiente

Per capire l'entità dell'inquinamento luminoso, vengono elaborati i dati provenienti direttamente dai satelliti e relativi alla luce inviata verso l'alto dalle città durante la notte, oppure si valuta la luminosità del cielo mediante osservazioni astronomiche con telescopi professionali.

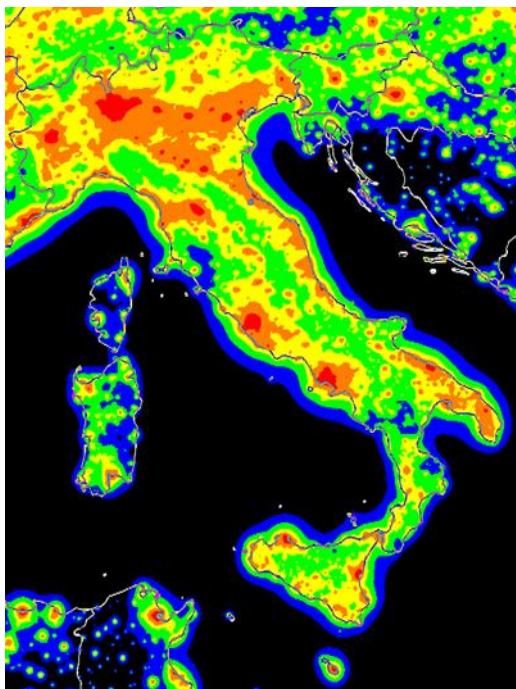


Figura 2 – Brillanza artificiale del cielo notturno a livello del mare¹

Attualmente la brillanza rappresenta l'indicatore ambientale più affidabile e preciso per descrivere quantitativamente l'inquinamento luminoso, gli effetti sugli ecosistemi e il degrado della visibilità stellare.

Oltre alla brillanza vi è un altro indicatore dell'inquinamento luminoso: la magnitudine limite visuale che rappresenta la magnitudine della stella più debole visibile ad occhio nudo da un osservatore tipico in condizioni predefinite.

Alla luminosità naturale del cielo si deve sommare il contributo dovuto alla luce proveniente direttamente dalla sorgente artificiale e quello della luce che ha subito diffusione (diffusioni multiple, scattering).

La luce proveniente da una sorgente luminosa si propaga nell'ambiente e nell'atmosfera in maniera complessa e disomogenea, in dipendenza delle caratteristiche dell'ambiente circostante (presenza di alberi, topografia, coefficiente di riflessione della pavimentazione,

etc.), della concentrazione e composizione di aerosol intorno all'impianto, della presenza di un cielo nuvoloso o meno.

La luce prodotta dalle lampade delle armature stradali, anche se diretta unicamente verso la zona da illuminare, lungo il suo percorso incontra molecole e particelle atmosferiche che la riflettono verso l'emisfero superiore producendo un alone luminoso al di sopra della sorgente stessa, che si può propagare anche a grandi distanze. Inoltre la troposfera riflette luce nuovamente verso il terreno, rimanendo intrappolata nello strato sottostante dell'atmosfera.

Le particelle dell'atmosfera incontrate dai fotoni si comportano, infatti, come sorgenti secondarie di luce, producendo il fenomeno dello scattering luminoso nell'atmosfera.

Oltre a ciò, si aggiunge il contributo di riflessione da parte del terreno sul quale va ad incidere il fascio luminoso ed il contributo dovuto al contenuto di umidità dell'aria che, aumentando, tende a far aumentare lo scattering.

In particolare, lo scattering atmosferico si distingue in due tipologie:

- lo scattering di Rayleigh per le particelle di dimensioni molto più piccole di quelle della lunghezza dell'onda incidente;
- lo scattering di Mie per le particelle più grandi (vapori di acqua, particelle di sabbia e di sali).

Entrambe le tipologie contribuiscono in maniera importante a diffondere la luce sia verso l'emisfero superiore delle lampade, facendola disperdere nel cielo, sia nell'emisfero inferiore, facendola ricadere verso il suolo.

Pertanto un aumento di luminosità del cielo notturno provoca effetti negativi sulla qualità dell'ambiente, sulla vita dell'uomo e sulla ricerca astronomica. Studi recenti hanno chiarito che le alterazioni indotte da un eccesso di luminosità dell'ambiente nelle ore notturne portano a diversi effetti negativi:

- sull'uomo (abbagliamento, alterazioni della vista, alterazioni dei ritmi circadiani e possibili alterazioni della produzione di melatonina);
- sulla flora (come la riduzione della fotosintesi clorofilliana, squilibri ai processi fotosintetici delle piante e al fotoperiodismo);
- sulla fauna (disorientamento delle specie migratorie, alterazioni delle abitudini di vita e di caccia degli animali, disturbi alla riproduzione e alterazioni dei ritmi circadiani).

Quindi, l'aumento della brillantezza del cielo notturno ha effetti negativi quali l'alterazione del ciclo naturale "giorno-notte" (ritmo circadiano).

Sull'uomo le conseguenze sono di tipo fisiologico e psichico: troppa luce o la sua diffusione in ore notturne destinate al riposo può provocare vari disturbi (es. minore produzione di

melatonina, ormone per la difesa immunitaria) soprattutto nelle persone che lavorano la notte con forte illuminazione artificiale.

2.2. L'inquinamento luminoso e l'illuminazione stradale: lo specifico caso dei LED

Diversi studi evidenziano che l'inquinamento luminoso è generalmente prodotto dall'illuminazione stradale, dalle insegne dei negozi, dall'illuminazione di monumenti o edifici e, soprattutto, da quegli impianti che non sono dotati di sistemi di riduzione dei flussi luminosi dispersi verso l'alto (corpi illuminanti disperdenti, come i globi o i lampioni sferici).

Per quanto riguarda l'illuminazione stradale, illuminare nella misura strettamente necessaria per l'utente della strada, senza venir meno ai requisiti connessi alle esigenze di sicurezza e senza sperperi energetici, non è un'impresa impossibile. Infatti, proprio per rispondere correttamente a queste necessità, ci si può riferire alle normative europee ed italiane che regolamentano l'illuminazione stradale: in primo luogo, e le norme europee UNI EN 13201-2-3-4 e la norma italiana UNI 11248.

Il quadro normativo impone valori di luminanza che garantiscono un buon discernimento degli ostacoli e, contemporaneamente, un'uniformità d'illuminazione della sede stradale e dei dintorni. La luminanza è una grandezza che esprime la densità con cui un'intensità luminosa viene emessa da una certa sorgente, rappresentando corrispondentemente la sensazione visiva prodotta sull'occhio umano; da ciò discende che una sorgente che emette una certa intensità da una superficie molto piccola (come un diodo LED) produce sull'occhio una sensazione molto più forte di una sorgente distribuita su una superficie molto più ampia (come una lampada tradizionale): questo fattore già rende conto di uno dei problemi principali degli apparecchi illuminanti a LED e, cioè, il pericolo relativo al possibile abbagliamento.

Essa definisce la componente "soggettiva" che appare all'osservatore in funzione dell'angolo dal quale sta osservando l'oggetto e della capacità della superficie illuminata (in questo caso l'asfalto stradale) di riflettere la luce.

I LED sono sorgenti luminose molto direzionali e presentano un fascio di luce molto forte e concentrato. Questa luce viene distribuita attraverso l'utilizzo di ottiche secondarie per garantire la giusta uniformità sulla sede stradale e ridurre l'abbagliamento che, altrimenti, potrebbe provocare; in questo modo, però, si riduce notevolmente la loro efficienza luminosa.

La luminanza risulta essere parametro di riferimento per le applicazioni stradali in quando significa definire la luminosità del manto stradale, come questa viene percepita dagli automobilisti e come questa può aiutare l'automobilista a distinguere gli ostacoli e a guidare facilmente.

Si può ottenere una buona visibilità degli ostacoli cercando di massimizzare la luminanza del manto stradale nella direzione di vista di un osservatore, senza però creare degli effetti

di riflessione del flusso luminoso verso l'alto (che si ottiene, ad esempio, impiegando innovativi sistemi di chiusura delle lampade a vetro piano) e per non abbagliare lo stesso conducente dell'auto.

Una buona efficienza dell'illuminazione stradale avviene attraverso un buon compromesso tra le due esigenze e si ottiene facilmente grazie all'utilizzo, nella fase progettuale, dei software previsionali che permettono di valutare, tra diversi tipi di armature stradali, quelle che soddisfano al meglio i requisiti strettamente richiesti, senza "sovra-illuminare" la strada.

Se il progetto illuminotecnico di una strada viene eseguito con scrupolo e rispettando le normative di riferimento, l'utilizzo degli apparecchi di illuminazione a LED nell'illuminazione stradale, risultano meno d'impatto sull'inquinamento luminoso rispetto alle sorgenti tradizionali dovuta al fatto che essi hanno un'elevata direzionalità (direttività) del flusso luminoso.

Un altro aspetto da considerare risulta essere lo spettro di luce generata dal tipo di illuminazione stradale. Si constata, infatti, soprattutto dai grandi osservatori astronomici, che l'illuminazione notturna produce un aumento di luminosità nella porzione di spettro avente lunghezza d'onda di circa 400 nm (porzione blu dello spettro); soprattutto in prossimità delle città, la luminosità artificiale sovrasta anche di 20 volte la luminosità naturale del cielo notturno.

Inoltre, le sorgenti luminose a prevalente componente blu-bianca fredda (aventi temperature di colore maggiori di 3500K), come alcune sorgenti LED, se non appropriatamente schermate dalle ottiche secondarie, producono una luce che inquina maggiormente dal punto di vista astronomico andando ad illuminare una porzione dello spettro che è naturalmente più scura.

3. L'illuminazione e l'impatto sulla flora e sulla fauna: approfondimenti sull'illuminazione a led

3.1. L'impatto dell'illuminazione sulla fauna

La luce per la maggior parte dei sistemi biologici è un fattore vitale, così come l'alternarsi tra il dì e la notte che ha accompagnato l'evoluzione di animali e vegetali per centinaia di milioni d'anni.

Nel momento in cui si altera quest'equilibrio con l'irraggiamento di luce artificiale sugli ecosistemi, in cui vivono e si riproducono gli animali, vi è il rischio di creare danni irreversibili. Oggi è ben noto che l'inquinamento luminoso può recare danni al mondo animale non solo a livello di individuo, ma anche a livello di popolazione, comunità e di

ecosistema, mediante abbagliamento diretto, illuminazione cronica e fluttuazioni transitorie di illuminazione.

Tra gli effetti maggiormente noti dell'inquinamento luminoso si annoverano il disorientamento, l'aumento di mortalità e l'interferenza con i cicli vitali di molte specie fotosensibili.

In letteratura si riportano modifiche comportamentali dovute all'illuminazione artificiale che riguardano un ampio range di taxa, quali uccelli, anfibi e rettili, piccoli mammiferi e insetti.

Per quanto concerne l'avifauna in particolare, esiste una particolare sensibilità nei confronti della luce.

In questa classe di vertebrati, la ghiandola pineale (piccola ghiandola a secrezione endocrina) situata nel cervello e particolarmente sviluppata, riesce a percepire la presenza di luce che penetra attraverso le pareti del cranio e secerne melatonina in risposta alla comparsa e scomparsa della luce del giorno.

Questo ritmo circadiano è il regolatore delle ghiandole endocrine e degli organi del corpo che determinano l'aumento del tasso di glucosio nel sangue, il volume di urina, il variare della pressione arteriosa, quello della temperatura corporea, la variabilità dei valori proteici, degli elettroliti e del valore di ionizzazione dei fluidi corporei.

Un recente studio mette in evidenza come l'inquinamento luminoso sia capace non solo di modificare bioritmi e abitudini, ma anche di alterare i comportamenti riproduttivi dei volatili. Alcuni ricercatori, analizzando gli effetti dell'illuminazione artificiale su alcune specie di uccelli, hanno potuto verificare come tutti i maschi posizionati a distanze sufficientemente limitate da una intensa fonte luminosa tendevano a cantare molto prima di quelli che si trovavano più lontani dalla stessa.

Conseguentemente le femmine, stimolate da questi canti, arrivavano in numero maggiore rispetto a quanto normalmente accade nelle parti più buie di foresta e, spesso, indipendentemente dalla qualità riproduttiva dei maschi interessati; tutto ciò a scapito del principio di selezione naturale e a vantaggio dei soggetti più deboli.

Uno studio sulle piattaforme offshore nel Mare del Nord ha evidenziato come la luce a diverse lunghezze d'onda possa influenzare l'orientamento degli uccelli migratori notturni e, quindi, anche la loro sopravvivenza.

È noto che molti uccelli, tra cui i Germani reali e alcuni Passeriformi (come Capinere, Beccafichi, Bigiarelle, Sterpazzole), usano l'orientamento astronomico, luna e stelle fisse, come riferimento per mantenere la rotta durante i voli nelle loro migrazioni notturne e, pertanto, possono essere disturbati dalla presenza di fonti luminose artificiali deviando radicalmente il volo di migrazione.

Basandosi sul presupposto che la luce artificiale delle piattaforme interferisca con la navigazione dei volatili, gli autori hanno verificato come gli uccelli siano disorientati e attratti

dalla luce rossa e bianca (radiazioni di lunghezza d'onda lunga), piuttosto che da quella verde e blu (contenente un numero inferiore o nessuna radiazione di lunghezza d'onda lunga) per la quale non si sono evidenziate particolari conseguenze.

Lo studio suggerisce la possibilità di sviluppare un tipo di luce "bird-friendly" che possa da una parte soddisfare le esigenze dei nostri mercati e dall'altra rispettare l'ecosistema in generale, senza recare danni alla fauna potenzialmente fotosensibile.

Per quanto attiene l'illuminazione a LED, nonostante il suo utilizzo si stia rapidamente diffondendo, a oggi risultano ancora scarsi gli studi volti a valutare gli eventuali impatti ecologici di tale tecnologia.

Mentre si conoscono gli effetti biologici dannosi dovuti alla luce blu che possono verificarsi sull'uomo, rimangono per lo più ignoti gli effetti sulla fauna. Certo è che le lunghezze d'onda basse si propagano più lontano in atmosfera e, quindi, questo tipo di luce ha il massimo potere di attrazione per uccelli, insetti ed altri animali fotosensibili.

Uno studio condotto dall'Università di Haifa su alcuni ratti esposti alla luce blu dei LED nelle ore notturne ha dimostrato come tale illuminazione possa provocare negli animali esposti danni al sistema metabolico, a quello ormonale, alla massa corporea, nonché una riduzione significativa nella produzione di melatonina, possibile causa di tumori.

Ciononostante, diverse agenzie governative per la protezione della fauna selvatica raccomandano l'utilizzo dell'illuminazione a LED, evidenziandone alcune caratteristiche che la renderebbero meno nociva di quella tradizionale nei confronti di varie specie animali.

Alle Hawaii, si è sviluppato, negli ultimi anni, un piano 2 che prevede la sostituzione del sistema tradizionale di illuminazione stradale con un'illuminazione a LED, ritenuta maggiormente ecocompatibile. In particolare, allo scopo di limitare la quantità di luce che potrebbe nuocere agli uccelli marini autoctoni, si evidenzia la possibilità di montare luci a LED con variatori di potenza e sensori di movimento, nonché l'opportunità di sfruttare coni di luce direzionata evitando così il diffondersi di luce in direzioni inutili. Il piano prevede lo spegnimento delle luci quando non ci sono persone nell'area interessata e la loro accensione una volta che i sensori rilevano movimento umano.

È ormai noto da diversi anni come l'illuminazione notturna in aree prossime a spiagge, dove sono solite nidificare le tartarughe marine, possa compromettere la sopravvivenza dei nuovi nati in quanto disorientati e incapaci di trovare la via verso il mare.

La Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FWC) e la Sea Turtle Conservancy sono dunque intervenute a protezione delle specie e hanno cominciato a sperimentare nelle aree più sensibili diversi tipi di illuminazione, tra cui quella a LED, ottenendo risultati alquanto promettenti. Nelle aree in cui sono state montate luci a LED rosse e ambrate vi è stata una riduzione del 100% dei casi riportati di piccoli di tartaruga che si sono persi senza più raggiungere il mare. Oggi sono disponibili le Sea Turtle Lighting Guidelines che riportano tra le luci approvate dalla FWC anche quelle a LED.

Tuttavia, nel 2011, uno studio ha evidenziato come l'illuminazione a LED sia in grado di sopprimere la produzione di melatonina a un tasso ben cinque volte superiore rispetto alle lampade al sodio ad alta pressione.

Nonostante sia considerato più eco friendly rispetto alle lampade tradizionali, alcuni ricercatori affermano che l'utilizzo sempre più diffuso del LED porterà inevitabilmente ad un aumento significativo della soppressione di melatonina nell'uomo e negli animali.

3.2. L'illuminazione e l'impatto sulla flora: approfondimenti sull'illuminazione a LED

Nell'affrontare il tema dell'impatto dell'illuminazione sul mondo vegetale, si deve partire dall'ovvio presupposto che per una normale crescita e un adeguato sviluppo, le piante dipendono fortemente dalla luce.

Pertanto, esse hanno sviluppato, nel corso dell'evoluzione, un numero consistente di fotorecettori in grado di percepire e rispondere ai segnali luminosi nelle diverse regioni dello spettro elettromagnetico.

Questi fotorecettori permettono alla pianta di misurare e reagire in maniera più o meno sensibile a quattro parametri fondamentali dell'ambiente luminoso in cui vivono: qualità della luce (lunghezza d'onda e colore), intensità (luminosità), direzione e durata della luce nell'arco delle 24 ore (fotoperiodo).

Fra i vari processi influenzati dall'illuminazione, si annoverano: la germinazione dei semi, l'allungamento dello stelo, la crescita delle foglie, la conversione dallo stato vegetativo alla fase di fioritura, lo sviluppo del fiore, lo sviluppo del frutto, la cessazione della produzione fogliare, l'invecchiamento e l'escissione fogliare.

È facile dunque capire come l'inquinamento luminoso possa recare disturbo al mondo vegetale e comprometterne l'accrescimento.

Vi sono delle piante che fioriscono in autunno, quando le giornate sono più brevi (le cosiddette short-day plants), hanno bisogno di lunghe notti e brevi periodi di illuminazione per portare a termine la fase di fioritura. Ne consegue che l'illuminazione artificiale notturna può seriamente compromettere il loro sviluppo e metabolismo.

Gli effetti dell'illuminazione artificiale sulla flora sono riportati nelle raccomandazioni della normativa CIE 150/2003 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations", dove si evidenziano i possibili effetti della luce artificiale sulla fotosintesi, sulla crescita e sui cicli stagionali, sulla germogliazione e sull'impollinazione da parte di insetti.

Lungo un viale alberato cittadino illuminato artificialmente è facile notare come le chiome degli alberi ubicati in prossimità dei lampioni stradali si protendano verso le fonti luminose.

In aggiunta al fototropismo positivo, che è sicuramente l'effetto più evidente dell'illuminazione artificiale stradale, esistono altre alterazioni della fisiologia delle piante cittadine.

Le lampade che emettono lunghezze d'onda dai 350 agli 800 nm possono influenzare in modo significativo l'attività biologica delle piante, prolungando la fase luminosa della fotosintesi durante la notte e generando così una marcata situazione di stress nella pianta.

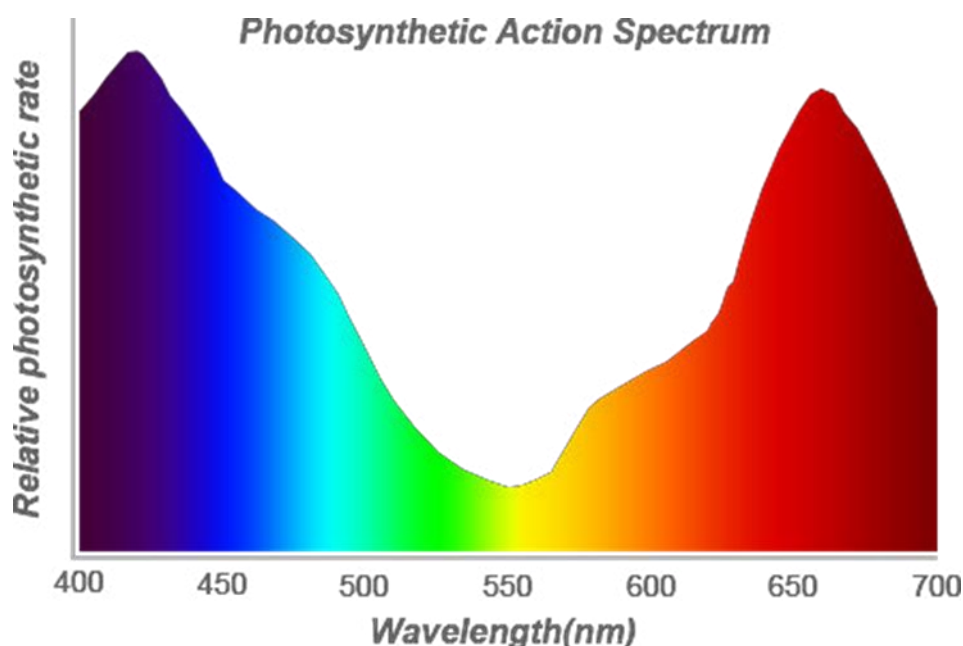
Inoltre, la radiazione termica emessa dalle lampade produce nelle sue immediate vicinanze un microclima che riscalda le foglie provocando ritardi nella fase di riposo o anticipi del periodo vegetativo e di fioritura.

Questo riscaldamento può anche essere in grado di creare l'habitat favorevole ai parassiti dei vegetali che, nel tempo, possono nuocere alla vita stessa della pianta.

In molti alberi, la caduta ritardata delle foglie dovuta all'inquinamento luminoso può avere conseguenze anche per le moltissime specie animali che negli alberi trovano il loro habitat ideale. Per quanto concerne l'utilizzo dei LED nell'illuminazione stradale (e.g. LED bianchi), ulteriori studi dovranno approfondire gli effetti dello spettro da luce blu sulla crescita e sviluppo delle piante per garantirne l'eco-compatibilità.

Il fototropismo, la chiusura stomatica e lo sviluppo fiorale, sono tutti processi che dipendono fortemente dalla luce blu e che potrebbero essere compromessi da una eccessiva illuminazione artificiale, in particolare quella notturna.

Lo spettro d'azione della fotosintesi (Photosynthesis Action Spectrum-PAS (figura 3)), influenzato soprattutto dalle lunghezze d'onda specifiche, mostra due picchi: uno nella regione del blu (circa 420 nm) e l'altro nella parte rossa dello spettro (circa 660 nm).



Ciò significa che una luce artificiale che emette tali lunghezze d'onda è in grado di interferire con la normale fotosintesi, specialmente nelle ore in cui viene a mancare la luce solare.

Ne consegue che i LED, emettendo luce blu che corrisponde quasi perfettamente al picco di sensibilità per il blu del PAS, possono determinare uno sviluppo anomalo nelle piante.

Tuttavia, la tecnologia a LED non è da ritenersi la più critica dal punto di vista ambientale, per quanto concerne ad esempio la fotosintesi.

In un lavoro recentissimo, in cui sono stati sviluppati indici specifici per stimare il potenziale impatto dello spettro di diversi tipi di luce artificiale sulla soppressione di melatonina, sulla fotosintesi e sulla visibilità delle stelle, è scaturito che i LED, almeno per quanto concerne la fotosintesi, possono arrecare danni minori rispetto alle lampade al sodio ad alta pressione.

È doveroso, infine, ricordare alcune caratteristiche intrinseche della tecnologia LED che la rendono maggiormente ecocompatibile rispetto ad altri tipi di illuminazione.

I LED, infatti, possono contribuire all'abbassamento dell'inquinamento luminoso sfruttando fasci di luce con un ridotto raggio d'azione, tale da non permettere il diffondersi di luce verso il cielo. Un'altra loro caratteristica di pregio è la mancanza di sostanze tossiche e nocive (mercurio, piombo, etc.) alla salute dell'uomo, degli animali e alla conservazione dell'ambiente naturale, la cui presenza invece nelle lampade tradizionali (fluorescenti, al sodio, al mercurio) è indispensabile al corretto funzionamento.

Infine, la tecnologia LED vanta la possibilità di regolare il flusso luminoso anche in determinate direzioni e non solo in intensità.

Schemi riassuntivi impatto ambientale:

	CANTIERE	MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
ATMOSFERA	Si prevedono impatti negativi di lievissima entità riconducibili alle emissioni di scarico delle macchine utilizzate.	Le macchine da utilizzare avranno emissioni nei limiti di legge	In fase di esercizio l'impatto sull'atmosfera è nullo in quanto non vi sono Emissioni da parte dell'impianto.

	CANTIERE	MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA	L'intervento prevede solo la sostituzione di corpi illuminanti esistenti, per cui non si riscontra nessun impatto o conflitto con lo stato vegetativo attuale		In fase di esercizio l'impatto sulla flora e fauna sarà nullo

	CANTIERE	MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
AMBIENTE URBANO	Nessun impatto ipotizzabile oltre ad eventuali disagi provocati dalla presenza di un cantiere		In fase di esercizio l'impatto sull'ambiente urbano sarà positivo, data la riduzione dell'inquinamento luminoso ed il miglioramento

temporaneo per l'adeguamento degli impianti	del confort visivo
---	--------------------

	CANTIERE MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
PAESAGGIO	Essendo un cantiere di tipo temporaneo mobile si avrà a intervalli di tempo costanti, la presenza temporanea del cantiere con il resto dell'attività circostante	In fase di esercizio l'impatto sul paesaggio sarà senz'altro positivo per valorizzare, soprattutto nelle ore serali e notturne

	CANTIERE MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
SALUTE PUBBLICA	Presenza di un cantiere mobile costante nel tempo previsto per la realizzazione	Si prenderanno tutte le misure di sicurezza previste dalla normativa vigente in cantieri temporanei e mobili L'impatto è certamente positivo con l'eliminazione di tutte le lampade a vapori di mercurio esistenti e possibili fonte di inquinamento

	CANTIERE MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
SALUTE PUBBLICA	Presenza di un cantiere mobile costante nel tempo previsto per la realizzazione	Si prenderanno tutte le misure di sicurezza previste dalla normativa vigente in cantieri temporanei e mobili L'impatto è certamente positivo con l'eliminazione di tutte le lampade a vapori di mercurio esistenti e possibili fonte di inquinamento

	CANTIERE	MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
RUMORI E VIBRAZIONI	A carico di questa componente si prevedono impatti negativi, ma molto limitati nel tempo e totalmente reversibili (di fatto cessano col cessare delle attività)	Tutte le macchine saranno dotate di silenziatori e avranno emissioni conformi ai valori di norma. Il loro impiego è previsto negli orari stabiliti dai vigenti regolamenti comunali	Nessuno impatto ipotizzabile

	CANTIERE	MITIGAZIONI/COMPENSAZIONI	ESERCIZIO
RADIAZIONI IONIZZANTI	Nessun impatto ipotizzabile		Nessuno impatto ipotizzabile

L' intervento previsto non ricade nella procedura di valutazione di impatto ambientale V.I.A., poiché l'analisi effettuata mostra che nessuna delle operazioni previste altera l'assetto urbano e territoriale del Comune.

3.3. Riduzione delle emissioni di CO₂

Il gas CO₂ presente nell'atmosfera è la principale causa dell'effetto serra che influisce direttamente sull'aumento della temperatura terrestre e sui cambiamenti climatici correlati.

La produzione di un kWh elettrico può essere fatta utilizzando diverse fonti d'energia, ogni fonte può essere caratterizzata da un fattore che indica quanti kg di CO₂ vengono immessi nell'atmosfera per produrre 1 kWh elettrico (questi fattori hanno delle variazioni che dipendono dall'efficienza della singola centrale e da quella della rete di distribuzione). Alcune delle fonti d'energia sono: petrolio, gas naturale, carbone, rifiuti urbani (termoelettriche), uranio arricchito (nucleari), dislivelli d'acqua (idroelettriche), calore della terra (geotermiche), vento (eoliche), sole (fotovoltaiche, solari termici), biomassa, ecc. L'emissione di anidride carbonica in grammi di CO₂ per ogni kWh elettrico prodotto, varia, quindi, notevolmente tra le nazioni e dipende dal mix di fonti energetiche utilizzate per produrre energia. Secondo i dati forniti dall'ISPRA, riferiti all'anno 2013, per ogni kWh elettrico consumato in Italia si ha un'emissione di 326,78 gCO₂.

Questo fattore può essere utilizzato per calcolare i kg CO₂ di emissioni evitate nell'ambiente. Il consumo energetico attuale, per il Comune di Aliano, è pari a 265.800 kWh, mentre il consumo stimato di progetto sarà pari a circa 106.302 kWh. Quindi con gli

interventi di efficienza energetica, adeguamento normativo e messa a norma degli impianti di pubblica illuminazione si potrà avere un risparmio di 159.514 kWh. Andando a moltiplicare i kWh risparmiati per il fattore di emissione fornitoci dall'ISPRA si prevede un totale di emissioni evitate nell'ambiente pari 52 tCO₂.