



REGIONE BASILICATA

COMUNE DI FERRANDINA (MT)



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrivoltaico, con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e la produzione di energia elettrica, delle opere e delle infrastrutture connesse, denominato CISTERNA 2, da realizzarsi in agro del comune di Ferrandina, di potenza pari a 19.981,92 Kwp

PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:

RELAZIONE SULL'IMPATTO LUMINOSO

Tavola:

CIS2-AMB-REL-010

Data: Ottobre 2021

Scala:

| Rev | Data | Descrizione | Eseguito | Verificato | Approvato |
|-----|------|-------------|----------|------------|-----------|
| | | | | | |

Progettazione:



Proponente:

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41 - 00198 Roma
C.F. e P.I. 16110281009
PEC: ambrasolare31@legalmail.it

Power^wertis

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41, 00198 Roma
C.F. e P.IVA 16110281009

Visti:

Sommario

| | |
|-------------------------------------------------|---|
| 1. IMPATTO LUMINOSO..... | 2 |
| 2. VALUTAZIONI DI IMPATTO DELL'INTERVENTO | 6 |
| 3. CONCLUSIONI | 8 |

1. IMPATTO LUMINOSO

L'inquinamento luminoso è l'alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente provocata dalla modificazione dell'incidenza luminosa della luce naturale oppure dall'immissione di luce artificiale.

Negli ultimi anni, il nostro Paese ha fatto un consistente sforzo legislativo nei confronti di questo fenomeno, sia a livello regionale che nazionale. Questo in conformità agli indirizzi dell'Unione Europea, la cui Commissione, rispondendo in modo non sempre soddisfacente a numerose interpellanze di parlamentari europei, ha più volte sostenuto che si tratta di materia da regolare a livello nazionale.

La normativa tecnica nazionale ed internazionale (es. UNI 10819, CIE 150:2003, CIE DS 015.2/E:2004, CEN prEN12464-2) è invece giudicata assolutamente insufficiente a combattere efficacemente l'inquinamento luminoso e la credibilità di enti normatori privati in questo settore è oggetto di aspre critiche da parte ambientale. L'impegno legislativo ha attivato un processo virtuoso diretto alla limitazione dell'inquinamento, sia a livello della progettazione degli apparecchi, sia a livello di una maggiore – ma ancora insufficiente – attenzione nella progettazione ed installazione degli impianti, sia nella sorveglianza. Fondamentale per l'azione di prevenzione/controllo è il monitoraggio della situazione dell'ambiente in relazione al fenomeno dell'inquinamento luminoso e la valutazione dell'impatto ambientale dei nuovi impianti. Con quest'ultima espressione non ci si riferisce solo alla V.I.A. prevista dal D.Lgs. n. 152/2006 (e s.m.i.) e all'impatto prodotto dai grandi impianti, ma in modo più generale alla *quantificazione* dell'inquinamento luminoso prodotto da qualsiasi impianto o sistema di impianti, e dei suoi effetti, tramite parametri e indicatori appositi.

Le principali finalità delle **leggi regionali** contro la dispersione di luce artificiale verso l'alto sono le seguenti:

- 1) riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi.
- 2) riduzione dei fenomeni d'abbagliamento
- 3) tutela dall'inquinamento luminoso dei siti degli osservatori astronomici professionali e non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle loro zone circostanti.
- 4) miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali.

Attualmente tutte le regioni italiane hanno delle disposizioni legislative, regolamenti comunali e/o circolari prefettizie sull'inquinamento luminoso. In queste regioni la normativa UNI 10819 non è applicabile perchè superata dalla legge regionale, (ad eccezione e della Valle d'Aosta e del Piemonte la quale stabilisce che i nuovi impianti devono essere conformi alle norme CEI e UNI).

L'applicazione delle leggi regionali in alcuni casi diventa di difficile, poichè oltre a poter essere interpretate in modo diverso da parte dell'utilizzatore, sono diverse tra loro e alcune più restrittive delle altre, (vedi legge regionale della Lombardia che impone valori di zero cd/klm a 90° ed oltre, mentre la legge regionale Veneta, richiede valori di dispersione del flusso luminoso verso l'alto < 3% del flusso emesso dall'apparecchio). In alcuni casi limite è necessaria l'applicazione di più leggi regionali per lo stesso tipo d'impianto (vedi l'aeroporto di Malpensa posto ai confini tra Piemonte e Lombardia).

I criteri d'approccio ad un progetto illuminotecnico sono soddisfatti applicando le leggi regionali sull'inquinamento luminoso previste per quella zona oppure, ove non esiste una legge regionale, applicando la UNI 10819. Per questo è necessario conoscere, l'ubicazione della zona d'intervento e la distanza della zona da un osservatorio astronomico d'importanza regionale o nazionale. Ci sono alcune zone dove è necessario garantire sicurezza (vedi muri perimetrali delle carceri e delle caserme, delle ambasciate, musei e monumenti storici), per le quali sono necessari buoni livelli d'illuminamento verticali sia per la sorveglianza con telecamere a circuito chiuso, sia per la visione diretta da parte del personale di sorveglianza. In questi casi diventa difficile o impossibile evitare che ci sia una dispersione del flusso luminoso verso l'alto e quindi non è possibile rispettare le leggi regionali.

Possiamo identificare due classi principali di impatto ambientale dell'inquinamento luminoso. Il primo, che possiamo chiamare *generalizzato*, è dovuto all'immissione in atmosfera di luce artificiale e alla sua successiva diffusione da parte delle molecole e delle particelle di aerosol, che si comportano come sorgenti secondarie di luce. Il secondo, che possiamo chiamare *prossimale*, è dovuto all'illuminamento *diretto*, da parte degli impianti, di superfici, oggetti e soggetti che non è richiesto illuminare (è chiamato anche *inquinamento ottico*).

Nel primo caso il comportamento è simile a quello della marmitta di un'automobile. L'impatto di una singola autovettura può essere in apparenza molto piccolo ma la somma delle emissioni di tutte le autovetture circolanti produce un impatto rilevante. La valutazione di questo impatto richiede perciò di determinare quale dovrebbe essere l'emissione massima perché la sommatoria degli effetti di tutti gli impianti attivi produca un'alterazione trascurabile dell'ambiente naturale, cioè, nel nostro caso, della quantità di luce naturale presente nell'ambiente. La propagazione della luce artificiale in atmosfera fa sì che gli effetti inquinanti si manifestino anche a centinaia di chilometri dalla sorgente, proprio come nel caso dell'inquinamento di tipo "chimico". La principale differenza rispetto alle immissioni inquinanti di tipo "chimico" è che qui l'effetto è determinato non solo dalla quantità ma anche la direzione dell'emissione. Parametri di valutazione basati solo sulla quantità di flusso luminoso immesso nell'ambiente sono insufficienti ed è necessario utilizzare parametri che tengano conto anche della direzione di tale immissione. Ad esempio, il parametro R_n della norma UNI10819, cioè la *frazione percentuale di flusso luminoso emesso verso l'alto da un impianto*, è un parametro inadeguato. È invece un parametro corretto l'*intensità dell'emissione luminosa dell'impianto in ciascuna direzione, per unità di flusso totale emesso*, a cui fanno riferimento le leggi regionali di Lombardia 17/00, Emilia-Romagna 113/03, Marche 10/02, Lazio 23/00, Campania 13/02. Si ottiene da misure della distribuzione luminosa degli apparecchi di illuminazione che sono uno standard praticato da anni.

Nel caso invece dell'inquinamento luminoso *prossimale*, l'effetto è dato dal flusso luminoso che arriva sulla superficie o sul soggetto coinvolto, quindi i parametri di interesse sono l'illuminamento orizzontale o verticale (flusso luminoso per unità di superficie su piani orizzontali o verticali) o quelli legati al soggetto stesso, come l'*abbagliamento debilitante*, l'*abbagliamento molesto*, l'indice DGR (Discomfort Glare Rating) e l'indice VCP (Visive Comfort Probability). In questo caso le aree più colpite sono quelle situate nel circondario degli impianti di illuminazione, per evidenti ragioni geometriche e perché la quantità di luce inquinante ricevuta da un singolo impianto dipende dall'inverso della distanza. L'inquinamento luminoso *prossimale* ha quindi molte affinità con l'inquinamento acustico (anche per quanto riguarda i riferimenti all'art. 844 c.c.). Tuttavia, il concetto di *dose* in questo ambito è assente.

L'aumento della luminosità del cielo notturno è il più noto dei molti effetti dell'inquinamento luminoso, sia perché è molto evidente sia perché gli astronomi, grazie ai loro sensibili strumenti, lo hanno rilevato e cominciato a studiare già molti anni fa, quando non era ancora così pronunciato. È un problema grave perché mette in pericolo la percezione dell'Universo in cui viviamo, sul quale il cielo stellato costituisce l'unica "finestra" disponibile per la popolazione. Non si tratta della perdita della contemplazione "romantica" del firmamento, ma della ben più preoccupante perdita della percezione dell'ambiente in cui ci troviamo a vivere. Trattandosi di un elemento fondamentale per la cultura, sia umanistica sia scientifica, e di una componente importante del patrimonio paesaggistico, è stato chiesto all'UNESCO di riconoscere al cielo notturno lo status di "Patrimonio dell'Umanità" e di mantenere il riferimento al "diritto ad un cielo incontaminato" nella "Dichiarazione dei Diritti delle Generazioni Future".

Il crescente interesse per gli effetti dell'inquinamento luminoso sul cielo notturno richiede un monitoraggio periodico su scala globale della situazione. Una campagna di misure della brillantezza del cielo fatte da terra non può avere dimensioni globali, cosicché i dati da satellite costituiscono la sola sorgente disponibile di

informazione su questa scala. La radianza misurata dall'Operational Linescan System (OLS), un radiometro oscillante di elevata sensibilità alla luce visibile installato sui satelliti del Defense Meteorological Satellite Program (DMSP), consente di ottenere informazioni ad alta risoluzione sulle emissioni luminose da parte delle sorgenti sulla superficie terrestre, ma non fornisce alcuna informazione sugli effetti di questa luce sul cielo notturno dovuti alla propagazione dell'inquinamento luminoso. La valutazione di questi effetti è l'obiettivo del progetto di ricerca "Monitoraggio globale dell'inquinamento luminoso e della brillantezza del cielo notturno da misure da satellite" svolto all'Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso (ISTIL) in collaborazione col National Geophysical Data Center di Boulder e col supporto dell'Agenzia Spaziale Italiana e del progetto "Inquinamento luminoso e la situazione del cielo notturno nei siti astronomici" svolto all'Università di Padova in collaborazione coi precedenti [2]. La brillantezza artificiale del cielo notturno in ogni punto viene ottenuta sommando i contributi di tutte le sorgenti entro un raggio di almeno 200 km. La propagazione dell'inquinamento luminoso viene calcolata tenendo conto della diffusione da parte delle molecole e degli aerosol, dell'estinzione atmosferica lungo il cammino ottico della luce e della curvatura terrestre. I risultati sono associati, con ben definiti parametri, alle condizioni atmosferiche per non confondere le variazioni dovute alla crescita dell'inquinamento luminoso con quelle dovute a diverse condizioni atmosferiche. Si tiene conto anche di altitudine, schermatura da parte delle montagne e caratteristiche della visione dell'occhio medio. Le mappe sono validate, e spesso anche calibrate, con misure da terra. Per questo, l'ISTIL ha allestito uno specifico Laboratorio di Fotometria e Radiometria dell'Inquinamento Luminoso (www.lplab.it) con strumenti di misura specifici e un servizio di calibrazione per controllarne l'accuratezza.

Per il monitoraggio dell'inquinamento luminoso vengono utilizzati vari indicatori, tra cui la *Brillantezza artificiale del cielo notturno allo zenit*, (2) la *Brillantezza totale del cielo notturno allo zenit*, (3) la *Magnitudine limite visuale* (magnitudine della stella più debole visibile ad occhio nudo da un osservatore tipico in condizioni predefinite).

Per completezza d'informazione, la *Brillantezza* è un termine generico utilizzato per indicare il flusso per unità di superficie per unità di angolo solido che giunge da una data direzione di cielo. Si parla più specificatamente di luminanza fotonica o scotopica, brillantezza UBVRI, radianza energetica, radianza fotonica a seconda che ci si riferisca al flusso luminoso nella banda di sensibilità fotonica o scotopica dell'occhio, al numero di fotoni nelle bande astronomiche UBVRI, al flusso di energia, al numero di fotoni.

Da alcuni anni agenzie di protezione ambientale regionali e nazionali hanno adottato la brillantezza del cielo notturno come indicatore di impatto ambientale del "settore energetico". Di solito essa non viene espressa in termini assoluti ma come rapporto tra la brillantezza artificiale e quella naturale. La visibilità delle stelle, espressa dalla magnitudine limite, è stata invece adottata come indicatore dell'impatto sull'uomo e sulla società.

Tali parametri sono stati incrociati con la distribuzione di popolazione ed hanno dato luogo ad altre famiglie di indicatori statistici dell'impatto sulla popolazione, fra cui ad esempio: la percentuale di popolazione che può vedere o non può vedere la nostra galassia (la Via Lattea) dal luogo dove vive.

Tecniche di *tomografia dell'inquinamento luminoso* in atmosfera, da noi introdotte recentemente con i programmi LPTRAN (Light Pollution Radiative Transfer) e LPDART (Light Pollution Distribution from Atmospheric Radiative Transfer), consentono di ottenere dalle misure da satellite informazioni punto per punto sulla situazione nell'atmosfera sovrastante qualunque territorio e sulla superficie terrestre. Si tratta quindi di un'informazione di tipo tridimensionale. Tra i parametri principali vi sono (a) la *densità di radiazione artificiale in atmosfera*, che consente di quantificare l'alterazione della quantità naturale di radiazione punto per punto (es. in fotoni per metro cubo), (b) la *densità di flusso luminoso diffuso* che consente di quantificare l'impatto di ogni volume di atmosfera come sorgente secondaria di luce (es. in fotoni al secondo per metro

cubo), (c) il contributo frazionario di ogni volume di atmosfera alla brillantezza del cielo percepita da un osservatore a terra, etc. Si tratta di quantità integrate che – come è già stato precisato – sono utilizzate come indicatori dell'alterazione dell'atmosfera o per meglio valutare l'impatto sulla luminosità del cielo, ma non per calcolare l'effetto della luce diffusa da ciascun volume di atmosfera. Per quest'ultimo scopo occorre conoscere *l'intensità della luce diffusa in ciascuna direzione da ogni volume unitario di atmosfera*, un parametro disponibile grazie ai citati programmi di calcolo matroppo specifico e difficile da trattare per poter essere utilizzato come indicatore: basti pensare che l'intensità della luce diffusa da ogni volume unitario di atmosfera a data altitudine e posizione geografica viene abitualmente calcolata in una griglia di almeno 1000 direzioni diverse. Le precedenti quantità di solito sono calcolate nell'intervallo di lunghezza d'onda a cui è sensibile l'occhio umano (banda fotopica e scotopica), ma possono essere calcolate anche in altre bande o per ciascuna lunghezza d'onda della luce visibile. L'unico limite è l'elevato tempo di calcolo richiesto.

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto di un singolo impianto, bisogna distinguere la *valutazione dell'impatto effettivo*, cioè del valore assoluto dell'immissione totale dell'impianto, e la *valutazione delle caratteristiche di controllo dell'inquinamento luminoso e di rispondenza alla legge*, che si basa in parte su valori relativi riferiti all'unità di flusso luminoso installato. Di solito è la seconda ad attrarre l'interesse. Infatti, nel nostro Paese la lotta si è orientata al contenimento dell'inquinamento luminoso anziché al contenimento degli impianti. Anche le migliori leggi regionali (LR Lombardia 17/00, Emilia-Romagna 113/03, Marche 10/02) hanno scelto di non porre alcun limite all'installazione di impianti di illuminazione ma di limitarsi a regolamentare la loro progettazione, il loro uso e i livelli di illuminazione. Quindi di fatto l'obiettivo non è limitare il valore assoluto dell'immissione inquinante, che dipende anche dalla dimensione dell'area illuminata e dal livello di illuminazione richiesto, ma l'immissione relativa, rapportata alla "dimensione" dell'impianto. È probabile che in future proposte di legge vengano introdotti limiti anche al flusso luminoso installabile in ogni comune, sulla scia di alcuni provvedimenti adottati all'estero che però devono essere totalmente rivisti per risultare realmente efficaci. Il valore assoluto dell'immissione totale dell'impianto ha comunque una particolare rilevanza per i grandi impianti laddove, se eccessivo, può suggerire di contenere l'ampiezza delle aree illuminate.

La valutazione delle caratteristiche di controllo dell'inquinamento luminoso e di rispondenza alla legge di un impianto di illuminazione si esegue sui dati di progetto. La verifica che l'installazione sia stata eseguita conformemente al progetto avviene con il collaudo. La valutazione si deve basare sui criteri fondamentali per il corretto contenimento dell'inquinamento luminoso. La valutazione si deve basare sui criteri fondamentali per il corretto contenimento dell'inquinamento luminoso, di seguito indicati.

Il primo criterio fondamentale è quello di evitare le immissioni di luce sopra l'orizzonte dagli apparecchi dell'impianto (il limite adottato dalle leggi migliori è di 0 cd/klm a 90 gradi ed oltre, per qualsiasi impianto pubblico o privato, tranne qualche eccezione, con un'implicita tolleranza di ± 0.5 cd/klm). Infatti le immissioni luminose provenienti dagli apparecchi, anche quando possono sembrare trascurabili rispetto a quelle provenienti dalle superfici illuminate, in realtà costituiscono una parte fondamentale del flusso inquinante ad una certa distanza dalle sorgenti. Poiché l'inquinamento luminoso si propaga liberamente ad oltre 200 km di distanza, in gran parte del territorio la brillantezza artificiale è prodotta per lo più dalla somma degli effetti delle sorgenti "lontane". Per ragioni geometriche facili da intuire, l'emissione "a piccoli angoli sopra l'orizzonte" si propaga più lontano rispetto alla luce emessa ad angoli elevati e si somma ad altra luce proveniente da altre sorgenti lontane, creando un effetto di addizione molto efficiente nel produrre livelli importanti di luminosità artificiale del cielo. Gli apparecchi di illuminazione semi-schermati, permessi dalle leggi meno efficaci (ad es. quelli che emettono meno del 5% del loro flusso luminoso verso l'alto) normalmente sono apparecchi che per loro costruzione emettono questo flusso proprio a piccoli angoli, poco sopra la linea dell'orizzonte. Al

contrario, le superfici di stradee piazze hanno un'emissione chiamata quasi-Lambertiana con intensità piccole a piccoli angoli edelevate verso lo zenit. Quindi la luce più inquinante, quella emessa a piccoli angoli sopra l'orizzonte, proviene in gran parte dagli apparecchi6. Usando apparecchi totalmente schermati l'unico flusso verso l'alto rimane quello riflesso dalle superfici che, se si progetta l'impianto concura e si limita la luce dispersa nelle aree circostanti, può essere reso più piccolo di quello prodotto da un impianto non schermato avente uguale luminanza.

Il secondo criterio è quello di usare lampade la cui distribuzione spettrale della luce abbia la massima intensità alle lunghezze d'onda a cui l'occhio ha la massima sensibilità nelle condizioni tipiche delle aree illuminate (per tipiche luminanze P1 cd/m² la risposta è in prevalenza fotopica).

Quindi, per eseguire una accurata valutazione delle caratteristiche di controllo dell'inquinamento luminoso e di rispondenza alla legge dobbiamo quantificare, in base al progetto:

- 1) le emissioni luminose inviate verso l'alto dagli apparecchi dell'impianto, con particolare attenzione alle direzioni a piccoli angoli sopra l'orizzonte (parametro: intensità luminosa in ciascuna direzione per unità di flusso emesso dall'impianto; unità: cd/klm). Laddove siano presenti leggi, tali emissioni devono essere conformi ai limiti previsti;
- 2) la luminanza delle superfici (o l'illuminamento per certi tipi di impianto) (parametri: luminanza, illuminamento orizzontale e verticale; unità: cd/m², lx). Essi non devono superare il minimo richiesto dalle normative di sicurezza, se presenti, e devono essere contenuti entro i limiti di legge, ove previsti. L'impianto dovrebbe consentire, quando possibile o negli orari previsti, la riduzione di flusso o lo spegnimento parziale o totale. Spesso si deve anche valutare se il progettista ha tenuto conto in modo corretto del tipo di superficie da illuminare e del suo effettivo coefficiente di riflessione;
- 3) la distribuzione spettrale delle lampade (in pratica si tratta solo di identificare il tipo di lampada, essendo le lampade in numero limitato e le loro caratteristiche in genere conosciute). Essa dovrebbe essere tale da produrre, a parità di flusso luminoso, il minore impatto e comunque il tipo di lampada deve essere congruente con le indicazioni di legge, ove presenti;
- 4) il valore assoluto delle immissioni. (in pratica si calcola il flusso luminoso installato totale, e i flussi emessi verso l'alto dagli apparecchi e riflessi verso l'alto dalle superfici nei vari intervalli angolari);
- 5) è necessario infine verificare che vi sia rispondenza ad ogni altra prescrizione di legge che dovesse essere prevista in questo ambito.

2. VALUTAZIONI DI IMPATTO DELL'INTERVENTO

L'intervento da effettuare per la realizzazione delle opere previste determina un utilizzo efficiente della luminosità disponibile. Il sito in cui ricade l'area d'intervento è ben esposto a sud per tutta la fascia oraria di illuminazione solare. La luminosità incidente sull'installazione è suddivisa in due componenti:

1. la prima che riguarda la parte dei moduli fotovoltaici disposti in tracker; questa si suddivide a sua volta nella radiazione incidente sui moduli fotovoltaici e sulla radiazione diretta sul terreno adibita alle colture interfilari tra i tracker;
2. la seconda che riguarda i terreni adibiti per l'attività prettamente agricola;

La radiazione solare è la fonte principale, intesa come componente ausiliare primaria per il funzionamento dell'intera installazione. In prima analisi la componente fotonica è responsabile del funzionamento dei foto-sistemi biologici. In seconda analisi la radiazione innesca il meccanismo.

Il cuore del fotosistema è costituito da un centro di reazione, responsabile delle reazioni attivate dalla luce (fotochimiche). Il centro di reazione ospita clorofille e carotenoidi. Una sola clorofilla a del centro di reazione è in grado di attuare le reazioni fotochimiche, che consistono nel privare di un elettrone una molecola donatrice grazie all'energia derivata dalla luce e trasferirlo ad una molecola accettore. Tale processo prende il nome di separazione di carica. Oltre a tale molecola, quindi, il centro di reazione conterrà altri pigmenti capaci di trasferire alla clorofilla "attiva" l'energia necessaria alla fotochimica o capaci di dissipare l'energia in eccesso (carotenoidi), ma anche molecole/ioni che agiscono come trasportatori elettronici. Il centro di reazione è circondato da complessi di antenna intrinseci, che funzionano assorbendo i fotoni e trasferendo l'energia fino al centro di reazione. Le antenne intrinseche contengono esclusivamente clorofille a, oltre a carotenoidi, e sono deputate alla cattura della luce. Più esternamente si trovano le antenne periferiche, che oltre alla clorofilla a, possono contenere clorofille con funzione accessoria, in particolare la b nelle alghe verdi e nelle spermatofite. Contengono anche carotenoidi (xantofille), che permettono sia una migliore cattura della luce, sia la protezione contro l'eccesso di luce. Nelle alghe rosse e nei cianobatteri tra i pigmenti accessori vi sono anche le ficobiline. Esistono due tipi di fotosistemi: le antenne, infatti, raccolgono e convogliano l'energia luminosa verso il fotosistema II (o fotosistema secondo). Quest'ultimo, a cui è anche legato un complesso proteico chiamato oxygenevolvingcomplex, è in grado di scindere la molecola dell'acqua per ricavarne elettroni, protoni ed ossigeno. I primi entrano in una serie di reazioni a catena che li porta verso il fotosistema I (o fotosistema primo) con lo scopo di formare ATP e NADPH, molecole energetiche necessarie per la sopravvivenza dell'organismo. Esso, infatti, è stato sviluppato da alcuni organismi fotosintetici incapaci di scindere la molecola dell'acqua (in quanto mancanti del fotosistema due) che attuavano una fotosintesi primitiva.

Per spostarsi gli elettroni (e di conseguenza le lacune) necessitano dell'intervento di una energia proveniente dall'esterno. In assenza di flusso di energia dall'esterno gli atomi nel reticolo hanno tutti uno stato energetico nella banda di valenza. Nel momento in cui agisce sugli elettroni una forza esterna con sufficiente energia, questi modificano il proprio stato dallo stato di valenza allo stato di conduzione. La forza di energia proveniente dall'esterno è la luce solare (radiazione solare). La luce solare è composta di particelle di energia dette fotoni. Quando i fotoni colpiscono il materiale semiconduttore della cella fotovoltaica, una parte di energia viene riflessa, una parte si trasforma in calore e un'ultima parte provoca uno spostamento degli elettroni degli atomi nel materiale semiconduttore. L'energia del flusso di fotoni libera un certo numero di elettroni/lacune. Gli elettroni spostati nella struttura atomica del semiconduttore iniziano a scorrere, producendo una corrente elettrica nel corpo del semiconduttore. Questo è il principio fisico in base al quale una cella solare produce energia elettrica nel momento in cui è irraggiata dalla luce solare. La corrente elettrica (e quindi la potenza) risulta proporzionale sia alla superficie della cella sia alla intensità della radiazione solare; una cella quadrata di lato 10 cm, esposta a raggi solari che la colpiscono perpendicolarmente, in condizioni di piena luce, è in grado di erogare una potenza elettrica di circa 1,3 W con una tensione di 0,5 V.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte si ottiene che la radiazione viene utilizzata interamente come fonte primaria per il funzionamento di entrambi i sistemi foto-dipendenti. La parte che vede una riduzione della radiazione luminosa è quella relativa all'ombreggiamento al di sotto dei moduli fotovoltaici. Questo non crea nessuna alterazione negativa, anzi produce un microclima favorevole allo sviluppo delle specie officinali previste nel progetto e rende efficiente il sistema di irrigazione con un notevole risparmio idrico.

Non sono previste fonti luminose al di fuori della radiazione naturale, sia nella fase diurna che notturna. Questo permette un ottimo inserimento dell'impianto all'interno del contesto territoriale. Nel caso dovesse

essere necessaria l'installazione di apparecchiature luminose, la società dovrà rispettare i criteri previsti di seguito:

- a. le emissioni luminose inviate verso l'alto dagli apparecchi dell'impianto, con particolare attenzione alle direzioni a piccoli angoli sopra l'orizzonte;
- b. la luminanza delle superfici non deve superare il minimo richiesto dalle normative di sicurezza, se presenti, e devono essere contenuti entro i limiti di legge, ove previsti;
- c. la distribuzione spettrale delle lampade deve essere tale da produrre, a parità di flusso luminoso, il minore impatto e comunque il tipo di lampada deve essere congruente con le indicazioni di legge, ove presenti;

3. CONCLUSIONI

Dalle considerazioni esposte nella presente relazione si arriva a concludere che non vi è alcuna alterazione della radiazione solare incidente sull'area interessata dal progetto. La Radiazione solare è la fonte primaria per il funzionamento dei sistemi foto-dipendenti presenti all'interno dell'installazione che si suddividono in foto-sistemi biologici e sistemi ad effetto fotovoltaico. I moduli fotovoltaici producono un effetto di riduzione della radiazione luminosa che produce effetti positivi nei confronti delle colture impiegate ottenendo un migliore efficientamento idrico. L'installazione non provoca alterazioni significative della radiazione luminosa ma utilizza in modo efficiente la luce naturale. Non vi sono fonti luminose artificiali da progetto e nel caso dovesse essere necessaria l'installazione di apparecchiature, verranno rispettate le prescrizioni indicate ai punti a), b) e c) del paragrafo relativo agli impatti della presente relazione.