



**REGIONE SICILIANA**  
Città Metropolitana di Palermo  
**COMUNI DI GANGI E BOMPIETRO**



## IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO “SERRA DEL VENTO”

Progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato “Serra del Vento” per una potenza complessiva di immissione in rete pari a 20,0 MW e opere connesse da realizzarsi nei comuni di Gangi e Bompietro.

Progetto di cui all'art 17/1/a - allegato 1/bis - D.L. 31/05/2021 n.77, come modificato dalla legge di conversione 29/07/2021 n.108 “opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal PNIEC-PNRR”.

### COMMITTENTE



AM ENERGIE RINNOVABILI srl  
Via di Belgioso 4 – 90015 Cefalù | Tel. 0921 421046  
Email: [info@amerenergieinnovabili.com](mailto:info@amerenergieinnovabili.com) | PEC: [energieinnovabili@pec.it](mailto:energieinnovabili@pec.it)  
P. IVA 05830120829 | Capitale sociale: € 100.000,00 i.v

### PROGETTAZIONE E GRUPPO DI LAVORO



EMILY MIDDLETON & PARTNERS srl  
Via Saverio Scrofani 16 – 90143 Palermo  
Email: [giuseppinaleone@emilymiddleton.it](mailto:giuseppinaleone@emilymiddleton.it)  
PEC: [emilymiddleton@pec.it](mailto:emilymiddleton@pec.it)




Arch. Giuseppina Leone	Progetto ambientale	arch.gleone@gmail.com
Ing. Vincenzo Buttice	Progetto geotecnico	ing.vincenzobuttice@libero.it
Arch. Elena Belvedere	Progetto paesaggistico	belvederelena@gmail.com
Ing. Giovanni Barlotti	Progetto elettrico	g.barlotti@yahoo.it
Dott. Giuseppe D'Angelo	Progetto pedoagronomico	gdangelo84@gmail.com
Prof. Dott. Giuseppe Barbera	Consulenza paesaggi dell'energia	giusepbarbera@gmail.com
Dott. Giovanni Spallino	Consulenza archeologica	giovannispallino@gmail.com

IDENTIFICATIVO ELABORATO RS06REL0007A0

DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE SULL'ABBAGLIAMENTO VISIVO


REV	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	Marzo 2022	Emissione progetto definitivo	Ing. Vincenzo Buttice	Arch. Giuseppina Leone	AM energie rinnovabili srl

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 2

## Sommario

1. Definizione di abbagliamento visivo .....	3
2. I fenomeni di abbagliamento visivo dovuti ad impianti fotovoltaici.....	4
3. Posizionamento dell'impianto agrofotovoltaico in relazione alla viabilità e ai recettori sensibili 5	
4. Interazione impianto fotovoltaico-avifauna.....	6
5. Verifica dei fenomeni di abbagliamento.....	8
6. Conclusioni.....	9

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 3

## 1. DEFINIZIONE DI ABBAGLIAMENTO VISIVO

L'abbagliamento è un disturbo transitorio della vista che si manifesta come una sensazione eccessiva di luce. Si tratta, dunque, di un turbamento o una soppressione momentanea della vista, causata da un oggetto luminoso o, comunque, da un oggetto riflettente. La sorgente luminosa che provoca l'abbagliamento può essere naturale o artificiale, e deve essere sufficientemente intensa.

L'abbagliamento visivo più comune è quello dovuto al sole, o a intensi sistemi di illuminazione, i cui raggi colpiscono direttamente l'osservatore. Tuttavia, si può essere soggetti ad abbagliamento pur non trovandosi lungo la direzione dei raggi solari o del cono luminoso di una sorgente artificiale; in questi casi l'abbagliamento avviene per mezzo di una superficie riflettente che devia i raggi luminosi verso l'osservatore.


La riflessione dei raggi luminosi e la loro intensità post riflessione dipendono dalla superficie riflettente. Il disturbo da abbagliamento è influenzato anche da:

- Inclinazione con cui i fasci luminosi colpiscono l'occhio della persona abbagliata;
- Zona oculare colpita (piena fovea dell'occhio o aree periferiche);
- Illuminazione ambientale presente nel momento in cui si è colpiti dal fascio luminoso.

Quest'ultimo punto mette in evidenza come non sia fortemente importante l'intensità assoluta dei fasci luminosi, ma la loro intensità rispetto al contesto ambientale. Un semplice esempio è la vista notturna, quando la rodopsina dei bastoncelli si disattiva col buio e ci impiega un po' di tempo a riattivarsi nel momento in cui compare una luce improvvisa. Quest'ultimo è il classico caso di abbagliamento notturno "domestico", dovuto ad esempio all'accensione di una lampadina. Questo esempio è calzante per comprendere l'importanza dell'intensità relativa della sorgente luminosa.

In questa relazione è riportata una disamina sul fenomeno dell'abbagliamento dovuto alla riflessione dei raggi solari causato dalla presenza dell'impianto fotovoltaico, nello specifico agro-fotovoltaico.

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 4

Sarà dunque necessario considerare diversi aspetti legati soprattutto alla tecnologia del pannello, alle strutture portanti dei pannelli (in particolar modo l'altezza), al suo orientamento e al movimento apparente del sole durante la giornata.


## **2. I FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO VISIVO DOVUTI AD IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

La valutazione di un eventuale fenomeno di abbagliamento causato da superfici riflettenti deve tener conto di una serie di condizioni al contorno. I parametri geometrici del problema, l'intensità luminosa della superficie riflessa, e l'intensità luminosa ambientale sono i dati più importanti. Il problema deve essere schematizzato considerando un raggio che parte dalla sorgente luminosa (il Sole), colpisce la superficie riflettente e infine arriva al bersaglio con una certa altezza dal suolo.

Il moto apparente del Sole, lungo la volta celeste, da est verso ovest, provoca una continua variazione dell'angolo di incidenza con cui i raggi colpiscono i pannelli fotovoltaici e della direzione verso cui si dirigerà il fascio luminoso riflesso. Inoltre, per il caso in esame, anche la superficie riflettente varia in continuazione la sua posizione. Gli inseguitori monoassiali, infatti, "inseguono" il sole durante la giornata in modo da ricevere i raggi solari più perpendicolari possibili, massimizzando il rendimento in termini di energia elettrica prodotta.

Altri parametri geometrici importanti sono l'altezza delle strutture e l'inclinazione del pannello. Quest'ultima varia, generalmente, tra  $-55^\circ$  e  $+55^\circ$  con intervallo di rotazione completo pari a  $110^\circ$ . Chiaramente il fascio luminoso riflesso dal pannello può provocare un fenomeno di abbagliamento se tutte le condizioni geometriche sono tali da consentire al fascio stesso di raggiungere dei bersagli. Tuttavia, l'altezza a cui sono installati generalmente gli impianti fotovoltaici "su suolo nudo" e l'inclinazione dei pannelli sono tali da rendere poco probabili eventuali fenomeni di abbagliamento nei confronti di bersagli di altezza media 1.80 m.

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 5

Come è noto, gli ultimi sviluppi tecnologici hanno consentito di immettere sul mercato dei pannelli fotovoltaici le cui celle fotovoltaiche hanno una maggiore efficienza in termini di produzione di energia elettrica. Aumentando il coefficiente di efficienza delle stesse, diminuisce la quantità di luce riflessa (riflettanza superficiale caratteristica del pannello), aumenta la quantità di luce assorbita e diminuisce la probabilità di abbagliamento.


Infatti, la luce riflessa da un pannello fotovoltaico rappresenta una perdita in termini di producibilità chiamata “perdita di riflesso”. Al fine di minimizzare ulteriormente queste perdite, oltre alle celle fotovoltaiche più potenti, i nuovi pannelli sono rivestiti frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con le superfici riflettenti comuni (vetrate).

A diminuire ulteriormente la probabilità che si inneschino fenomeni di abbagliamento è l'aria. Come è noto, le molecole che compongono l'atmosfera danno luogo a fenomeni di assorbimento, riflessione e scomposizione della radiazione luminosa. Pertanto, la minoritaria componente di luce che è riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, per mezzo della densità ottica dell'aria è comunque destinata a essere redirezionata nel corto raggio, ma soprattutto è convertita in energia termica.

### **3. Posizionamento dell'impianto agrofotovoltaico in relazione alla viabilità e ai recettori sensibili**

L'impianto agrofotovoltaico, denominato “Serra del Vento”, sarà realizzato in località Serra del Vento nel comune di Gangi (PA). Considerando la dislocazione delle aree interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici, i loro possibili orientamenti durante la giornata e la loro quota rispetto all'area vasta, si può concludere che non sono presenti recettori sensibili quali abitazioni isolate o centri abitati. Anche l'interferenza con la viabilità è nulla. Si ricorda, infatti, che tutte le aree saranno schermate, lungo il perimetro, con degli arbusti (prettamente salvia, rosmarino e

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 6

lavanda), e quindi, un conducente che percorre la Regia Trazzera perimetrale all'impianto non può essere investiti da fasci luminosi riflessi

#### 4. INTERAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO-AVIFAUNA


L'interazione impianto fotovoltaico-avifauna è stata da sempre al centro dei dibattiti sulle valutazioni di impatto ambientale. Le ragioni di questo dibattito prolungato nascono sicuramente a causa delle criticità che i primissimi impianti hanno mostrato. In passato, infatti, i pannelli erano poco performanti, e gran parte della radiazione luminosa piuttosto che essere "catturata" dalle celle fotovoltaiche veniva riflessa. Come già largamente discusso in questa relazione, i moderni pannelli hanno praticamente azzerato la quantità di radiazione luminosa riflessa. Al giorno d'oggi sono presenti diversi esempi di impianti fotovoltaici costruiti in prossimità di infrastrutture, dove per le particolari attività che vi si svolgono (ad esempio gli aeroporti), non è tollerabile trovarsi fasci di luce riflessa.

La riflessione della luce in passato, oltre che a fenomeni di abbagliamento, poteva provocare danni ben più gravi all'avifauna. Uno studio condotto dal National Fish and Wildlife Forensics Laboratory, in California, ha mostrato che tre grandi impianti di fotovoltaico termico (Ivanpah, Genesis e Deste Sunlight) presenti nel deserto del sud della California, avevano provocato la morte di 233 uccelli appartenenti a 71 specie diverse. Gli uccelli sono stati rivenuti praticamente bruciati mentre erano ancora in volo. La morte era stata provocata a causa della rifrazione dei raggi solari da parte dei pannelli, tali da bruciare gli uccelli che sorvolavano l'area e che non erano riusciti a percorrerla per intero per sottrarsi al suo effetto mortale.

Nel progetto in esame, tale fenomeno è completamente assente, per tre ragioni:

- I pannelli installati minimizzano la quantità di luce riflessa;

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 7

- Le aree occupate da pannello sono piccole per dar luogo a questo fenomeno e discontinue;
- Al fine di garantire l'utilizzo agricolo dei terreni, l'interdistanza tra le file dei tracker è stata aumentata del 62,5% e dunque è marcata la discontinuità cromatica.


Infatti, per aver luogo la bruciatura con conseguente morte degli uccelli in volo è necessario, oltre alla luce riflessa, che i volatili si trovino al di sopra dei pannelli per un periodo sufficientemente lungo. Le aree in esame di sé per sé sono piccole, in quanto i volatili possono attraversare in volo le superficie occupate dai pannelli in breve tempo, e inoltre le 6 aree sono separate tra di loro, garantendo dunque la presenza di aree dove non è possibile avere alcun tipo di riflessione.

La separazione dell'impianto in 6 aree ha un altro effetto benefico per l'avifauna, e cioè quello ridurre il così detto "effetto lago". In altre parole, vaste aree continue coperte da pannelli, con poca distanza tra un pannello e un altro possono dar luogo, viste dall'alto, a delle superfici di colore blu continue che possono confondere gli uccelli che scambiano tali aree in laghi. Tale effetto, è assolutamente da evitare, sia per proteggere l'avifauna, sia per proteggere l'impianto. Infatti, in natura esistono diversi uccelli che abitualmente volano in picchiata verso laghi o mari, e un eventuale schianto di un uccello su un pannello potrebbe, potenzialmente, decretare la morte dell'uccello e la rottura del pannello.

Non è plausibile pensare che per il progetto in esame sia possibile ritrovarsi in presenza dell'effetto lago per diverse ragioni:

- La superficie dei pannelli installati è poco riflettente; per cui il pannello non mostra quelle caratteristiche di riflessione tipiche dell'acqua, cercate dagli uccelli quando necessitano di un corpo idrico;
- Le aree sono piccole e discontinue; viene dunque a mancare la continuità tipica del lago;

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 8

- Le strutture sono ad inseguimento, e dunque solo quando il sole sarà nel suo punto più alto i pannelli saranno perfettamente orizzontali. Nelle altre ore i pannelli saranno inclinati, e tra un pannello e l'altro è presente un sufficiente spazio per interrompere la continuità cromatica.
- L'interdistanza tra le file dei tracker è stata aumentata del 62,5% e dunque è marcata la discontinuità dei pannelli. Dall'alto saranno visibili fasce di terreno più larghe rispetto alle file dei pannelli.

Eventualmente, è possibile, nei casi in cui le interdistanze siano inferiori ai 5 m, incollare lungo i bordi delle strutture, che reggono i pannelli, delle fasce adesive di un altro colore. Tali fasce contribuiscono ad evidenziare ulteriormente la discontinuità cromatica.

## 5. VERIFICA DEI FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO


Alla luce di quanto esposto, tenendo conto che:

- La tecnologia di pannelli fotovoltaici che sarà utilizzata riflette una minima quantità di luce, e che l'intensità del fascio luminoso riflesso è inferiore alla soglia di abbagliamento;
- La densità dell'aria dà luogo ad un ulteriore assorbimento della riflessione;
- Non sono presenti recettori sensibili posti ad Est o Ovest dell'impianto;
- L'impianto utilizza inseguitori monoassiali posti lungo la direttrice Nord Sud con movimento dei moduli verso Est e Ovest;
- Sarà messa a dimora una siepe di erbe aromatiche lungo il perimetro delle aree;

si può affermare che **il fenomeno dell'abbagliamento visivo** dovuto alla presenza dell'impianto agrofotovoltaico **è improbabile**.

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Relazione sull'abbagliamento visivo</b>	
	Rev. 0 – Marzo 2022	Pag. 9

## 6. CONCLUSIONI

Al giorno d'oggi, in assenza di una normativa specifica che indichi quali siano i valori limiti di riflessione della luce e i valori soglia di tollerabilità dell'occhio umano in termini di "resistenza all'abbagliamento", si è deciso di valutare quale possa essere il disturbo ottico creato dall'installazione dell'impianto agrofotovoltaico oggetto di studio. Si ritiene in questo caso che il modo più prudente di procedere sia prendere atto delle esperienze empiriche presenti nel mondo.

Sono, infatti, diversi gli esempi di impianti fotovoltaici costruiti in prossimità di aeroporti e strade, ovvero infrastrutture in cui l'abbagliamento deve essere evitato per condizioni di sicurezza.

Le nuove tecnologie disponibili per la realizzazione di pannelli fotovoltaici permettono di ridurre al minimo la luce riflessa che, come è noto, rappresenta una perdita di rendimento per l'impianto. Dalle esperienze positive si può affermare che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici è da ritenersi trascurabile nel computo degli impatti conseguenti l'intervento oggetto di questo studio.

Anche in relazione all'interazione con l'avifauna per il progetto in esame non si rileva alcuna criticità.

Infatti, per le caratteristiche dell'impianto, non è presente un potenziale effetto lago che potrebbe confondere gli uccelli.

Comuni:	<b>Gangi – Bompietro</b>	Provincia:	<b>Palermo</b>
Denominazione:	<b>Serra del Vento</b>	Potenza:	<b>20,0 MW</b>