



Regione Sicilia



Città Metropolitana di Palermo



Comune di Monreale

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI
ENERGIA ELETTRICA A FONTE RINNOVABILE
EOLICA, OPERE CONNESSE ED
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
Località Termini di Monreale (PA)**

**PROGETTO
DEFINITIVO**

Numero elaborato:

SHF

Titolo elaborato:

**Analisi Shadow
Flickering**

Proponente:

Teta Rinnovabili S.r.l.
Via Umberto Giordano 152
90144 Palermo (PA)
P.IVA. 07142330822

Progettisti:

Eugenio Bordonali
Francesco Maria Rossi



Rev.	Data	File	Descrizione revisione	eseg.	contr.	Approv..
0	25/08/2023	MON3 SHF Analisi shadow flickering.docx	Emissione	M De Nicola	FR	FR
0	19/09/2023	MON3 SHF Analisi shadow flickering rev01.docx	Errore tab. risultati	FR	FR	FR

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INTRODUZIONE	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4. IL PROGETTO	4
4.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE	4
4.2. LAYOUT IMPIANTO EOLICO.....	4
4.3. RECETTORI INTERESSATI	4
5. ANALISI DELLO SHADOW FLICKERING.....	6
6. CONCLUSIONI	8

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di descrivere gli effetti dovuti all'ombreggiamento intermittente generato dall'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica sito nel Comune di Monreale, in Provincia di Palermo, denominato "Termini".

I 13 aerogeneratori in progetto avranno potenza 4.5 MW ciascuno - per una potenza totale installata di 58,5 MW -, altezza al mozzo 118m e diametro rotore 163m. Essi ricadranno nel territorio del Comune di Monreale (PA), nelle c.de Marcanza, Costa di Bababucia, Costa Lisera, Madonna del Rosario, Ravanusa, Conche dell'oro, Ponte Calatrasi e Boccadorio.

Il parco eolico sarà costituito dagli aerogeneratori, dalle nuove piste di accesso alle piazzole degli stessi e dalle opere per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia elettrica. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà immessa nella rete nazionale tramite un cavidotto interrato, ricadente nel Comune di Monreale (PA). Le opere per la connessione alla rete sono anch'esse localizzata nel Comune di Monreale (PA) e, in misura marginale, nel Comune di Piana degli Albanesi.

L'iniziativa si inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la società "Gamma Rinnovabili S.r.l." intende realizzare nella Regione Sicilia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze d'energia pulita e sviluppo sostenibile.

2. INTRODUZIONE

Un aerogeneratore è costituito da un rotore, composto da tre pale, che ruota attorno al proprio asse orizzontale. A causa di questa rotazione, l'ombra generata dal rotore è intermittente, generando un fenomeno, solitamente definito utilizzando il termine inglese "shadow-flickering", che può risultare di disturbo per gli esseri umani che si trovano all'interno della zona d'ombra intermittente. Nel valutare gli impatti dell'impianto eolico si devono pertanto considerare gli effetti dello shadow-flickering sui luoghi abitati siti nell'area di impianto.

Poiché nei momenti della giornata in cui sole è più prossimo all'orizzonte, l'angolo di incidenza della radiazione solare risulta molto basso, le ombre generate dagli aerogeneratori si allungano notevolmente e, sebbene per un periodo di tempo molto ristretto, interessano una porzione di terreno ampia. Sulla base dell'esperienza dei paesi del Nord Europa, ove il

fenomeno è molto più sentito per l'effetto della minore altezza del sole sull'orizzonte, la valutazione del fenomeno viene effettuata per singolo recettore, determinando il numero di ore in cui esso è affetto da questo fenomeno.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'effetto Shadow-Flickering è più pronunciato nelle latitudini settentrionali durante i mesi invernali. Pertanto alcuni paesi hanno adottato dei limiti di legge relativi all'esposizione all'effetto in questione. In Italia invece non esiste normativa nazionale specifica che regolamenti il fenomeno. Non è previsto quindi alcun limite in termine di tempo di esposizione al fenomeno. Tuttavia, al fine di fornire una valutazione del progetto anche in termini qualitativi, nella definizione del layout di progetto si è valutato anche questo aspetto e si è cercato di mantenere l'esposizione di ogni recettore allo shadow flickering al di sotto delle 30 ore annue, parametro considerato a livello internazionale come di qualità.

4. IL PROGETTO

4.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE

L'impianto eolico in progetto sarà costituito da 13 aerogeneratori ciascuno di potenza pari a 4,5 MW con altezza al mozzo 118 m e diametro rotore 163m. Essi ricadranno nel territorio del Comune di Monreale (PA), in località Termini.

Il progetto prevede l'uso di aerogeneratori della più moderna tecnologia e di elevata efficienza.

4.2. LAYOUT IMPIANTO EOLICO

Il layout e le caratteristiche dimensionali degli aerogeneratori considerati sono riportati negli allegati elaborati grafici.

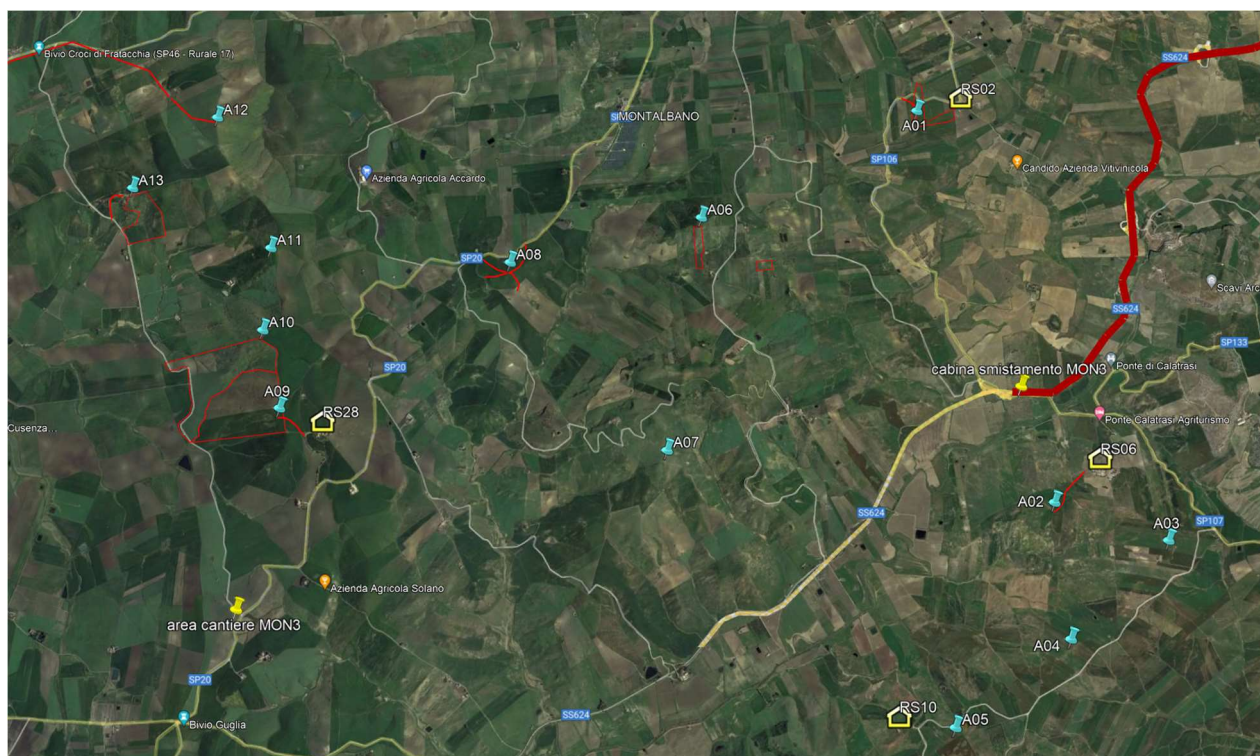
4.3. RECETTORI INTERESSATI

Il terreno dell'area di progetto è prevalentemente destinato ad uso agricolo ed è fuori dal raggio di centri abitati.

Per l'identificazione dei recettori sensibili si sono considerati i fabbricati nell'arco di 500 m dagli aerogeneratori che presentino caratteristiche tali da essere abitabili, sia come dotazioni che come accatastamento. La maggior parte dei fabbricati individuati nell'area sono edifici abbandonati in pessime condizioni. Altri fabbricati sono depositi connessi ad attività agricole, utilizzati come ricovero per mezzi e materiali. Questi fabbricati non sono stati considerati nello studio, in quanto la presenza di persone è solo saltuaria e per brevi periodi. Sono quindi stati considerati i pochi fabbricati potenzialmente abitabili.

Si riporta di seguito una tabella contenente l'elenco dei recettori considerati, ed una vista aerea dell'area con l'individuazione dei medesimi.

ID RECETTORE	ID FABBRICATO	COORDINATE GEOGRAFICHE	
		LATITUDINE	LONGITUDINE
RS02	F02	37°52'5.13"N	13° 6'23.31"E
RS06	F06	37°50'6.42"N	13° 7'3.32"E
RS10	F10	37°48'53.24"N	13° 5'39.42"E
RS28	F28	37°50'33.66"N	13° 2'9.34"E



Ortofoto dell'area di Impianto con individuazione di Impianto e fabbricati limitrofi

5. ANALISI DELLO SHADOW FLICKERING

Shadow flickering è il fenomeno di ombreggiamento intermittente, caratterizzato dalle ombre che occorrono sulle strutture e osservatori ad un determinato periodo del giorno in cui il sole si trova dietro al rotore rispetto al punto di vista di un osservatore. L'effetto è dovuto alla rotazione delle pale che, quindi, proietta un ombreggiamento intermittente nell'area involvente, sempre che le pale passino davanti al sole.

Questo effetto è più marcato nelle latitudini a nord durante i mesi invernali, a causa dell'angolo del sole. Tuttavia, è possibile che accada l'ombreggiamento intermittente in qualunque breve momento tra l'alba ed il tramonto. L'effetto di ombreggiamento intermittente può interessare osservatori e strutture localizzate nelle vicinanze delle turbine eoliche.

Il fenomeno non accade in giorni nuvolosi, o quando qualsiasi altro fenomeno oscuri il sole, o quando gli aerogeneratori non sono in funzione.

L'effetto è più visibile dall'interno degli edifici. L'ombra mobile delle pale si proietta sulle finestre di una casa creando all'interno della stessa un effetto fastidioso di alternanza luce - ombra.

La rilevanza del fenomeno dipende dai seguenti fattori:

- posizione del recettore relativamente alla turbina;
- caratteristiche del vento (la direzione determina l'orientamento del rotore; l'intensità determina l'attivazione);
- dimensioni dell'aerogeneratore;
- periodo dell'anno;
- momento della giornata;
- condizione meteorologiche.

Alcune di queste variabili agiscono sulla percettibilità del fenomeno andando a ridurre quello che è l'impatto reale rispetto a quanto calcolato e l'esperienza pratica dimostra che l'effetto è trascurabile nelle seguenti condizioni:

- l'elevazione del sole è inferiore a 2 gradi rispetto all'orizzonte, a causa della diffusione ottica (scattering) della luce generata dall'atmosfera sugli angoli di incidenza minori;

- l'intensità del vento è al di fuori del range di funzionamento dell'aerogeneratore;
- la percentuale di sole "mascherato" dalla pala è inferiore al 20%.

Tuttavia nel presente studio si è deciso per un approccio conservativo e pertanto non si sono considerati questi fenomeni di riduzione dell'impatto.

Inoltre, l'analisi è stata effettuata con le seguenti caratteristiche di simulazione, andando a definire l'impatto come il worst case, che di seguito indichiamo:

- Il sole splende tutto il giorno, dall'alba al tramonto;
- Il rotore dell'aerogeneratore è sempre perpendicolare ai raggi solari (massimo ombreggiamento);
- L'aerogeneratore è sempre operativo.

L'analisi è stata svolta con l'ausilio del software specialistico Wind Pro, con il quale è stata ottenuta l'esposizione di ciascuno dei recettori al fenomeno di Shadow Flickering, riassunta di seguito.

ID RICETTORE	ESPOSIZIONE [h/anno]	ORE MASSIME DI ESPOSIZIONE GIORNALIERE [h/giornomax]
RS02	93	1:15
RS28	0	0
RS10	87	1:11
RS06	102	1:02

6. CONCLUSIONI

Il layout dell'impianto eolico è stato definito considerando anche i fenomeni di disturbo sulla popolazione dell'area, cercando di mantenere una certa distanza tra gli aerogeneratori ed i fabbricati abitati. La normativa italiana non prevede limiti all'esposizione al fenomeno, tuttavia il proponente ha elaborato il presente studio al fine di quantificare il fenomeno.

Lo studio è stato condotto in maniera cautelativa **con una analisi di worst case, e includendo** e escludendo tutti quei fattori variabili (illustrati in precedenza) che di fatto portano ad una riduzione del fenomeno. Ne è risultato che solo tre recettori nell'area sono interessati dal fenomeno: il più penalizzato è esposto nel corso dell'anno per circa 100 ore, e massimo per 1 ora al giorno.

Si ritiene quindi che il fenomeno sia accettabile, alla luce della ridotta popolazione interessata e del fatto che anche in questo unico caso l'esposizione è comunque limitata all'1% del tempo annuo circa.