

Indirizzo Sede legale PESCARA (PE)

VIA CARAVAGGIO 125 CAP 65125

Domicilio digitale/PEC windenergymafalda@legpec.it

Numero REA PE – 424846 - P.iva 02372300687

COMUNI DI MAFALDA e MONTENERO DI BISACCIA (CB)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI
IMPIANTO EOLICO “Mafalda”

REDAZIONE / PROGETTISTA:



CUBE SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Turati,2
63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy
(+39) 0735 431388
MAIL: info@cubeinfo.it

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

TITOLO ELABORATO:

Relazione di Studio di Shadow Flickering

CODICE ELABORATO:

SIA03

FORMATO

A4

Nr. EL.:

1.1.3

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	29/07/2023	S.C.	S.C.	
01					
02					
03					
04					

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	0 di 13

Sommario

1	PREMESSA	1
1.1	Scopo.....	2
1.2	Proponente	2
1.3	Ubicazione e caratteristiche del sito.....	2
2	STUDIO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA GIORNALIERA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI.....	6
3	INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI ED IPOTESI DI CALCOLO	7
4	NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO	9
5	RISULTATI DEL CALCOLO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA.....	10
5.1	Ipotesi di “ <i>worst case</i> ”	10
5.2	Ipotesi di “ <i>real case</i> ”	11
6	RISULTATI DEL CALCOLO DELL’EVOLUZIONE	11

Elenco delle Figure

Figura 1:	<i>Inquadramento IGM 1:25.000</i>	4
Figura 2:	<i>Inquadramento fu foto satellitare</i>	4
Figura 3:	Tab. 1 – Coordinate degli aerogeneratori	4
Figura 4:	Tab. 2 – Estremi catastali degli aerogeneratori.....	5
Figura 5:	<i>Evoluzione annuale tipo dell'ombra di una pala</i>	6
Figura 6:	<i>Indicazione dei recettori su cartografia IGM 1:25.000</i>	7
Figura 7:	<i>Inquadramento su mappa satellitare dei recettori sensibili identificati nelle vicinanze degli aerogeneratori</i>	8
Figura 8:	Tabella 1: <i>Indicazioni catastali dei recettori sensibili in categoria catastale A</i>	8
Figura 9:	<i>Indicazioni dei buffer di 500m e 1000m di ciascun aerogeneratore</i>	10

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	1 di 13

1 PREMESSA

La società WIND ENERGY MAFALDA SRL, d’ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia di Campobasso, nei comuni di Mafalda e Montenero di Bisaccia.

L’impianto, denominato “Mafalda”, sarà costituito da 7 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6,0 MW, per una potenza complessiva di 42,0 MW integrato da un sistema di accumulo.

Data la potenza dell’impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all’interno dell’aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l’energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 150 kV “Montecilfone”, previa realizzazione degli interventi previsti nell’area di cui al Piano di Sviluppo Terna (421-P).

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 7 aerogeneratori, da 6,0 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 105 m e diametro del rotore fino a 150 m e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 150 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 150 kV “Montecilfone”;
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell’elettrodotto di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	2 di 13

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente “Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l’11 dicembre 1997” e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 84 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 15.710 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 41.480 ton/anno di emissioni di CO₂ (fonte ISPRA,2020: 493,80 g [CO₂]/kWh).

1.1 Scopo

La presente relazione è stata redatta allo scopo di analizzare l’effetto “flickering” indotto dall’impianto

sui recettori, rappresentati dai nuclei abitativi prossimi alle aree d’impianto, al fine di appurare l’impatto che l’installazione degli aerogeneratori eolici e la relativa gestione ed esercizio possono provocare sull’ambiente, unitamente alle misure di salvaguardia da adottare in relazione alla vigente normativa in materia.

1.2 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è WIND ENERGY MAFALDA S.R.L.

1.3 Ubicazione e caratteristiche del sito

Come detto, il progetto prevede l’installazione di 7 aerogeneratori di potenza pari a 6,0 MW per una capacità complessiva di 42,0 MW.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	3 di 13

Gli aerogeneratori ricadono:

- Nel comune di Mafalda, nello specifico le torri WTG1, WTG2, WTG4, WTG5, WTG6, WTG7
- Nel comune di Montenero di Bisaccia la torre WTG3

Le aree d'impianto sono servite dalla viabilità esistente costituita da strade statali, provinciali, comunali e da strade interpoderali e sterrate da adeguare.

Il tracciato del cavidotto esterno attraversa il territorio dell'agro di Mafalda e di Montenero di Bisaccia in provincia di Campobasso.

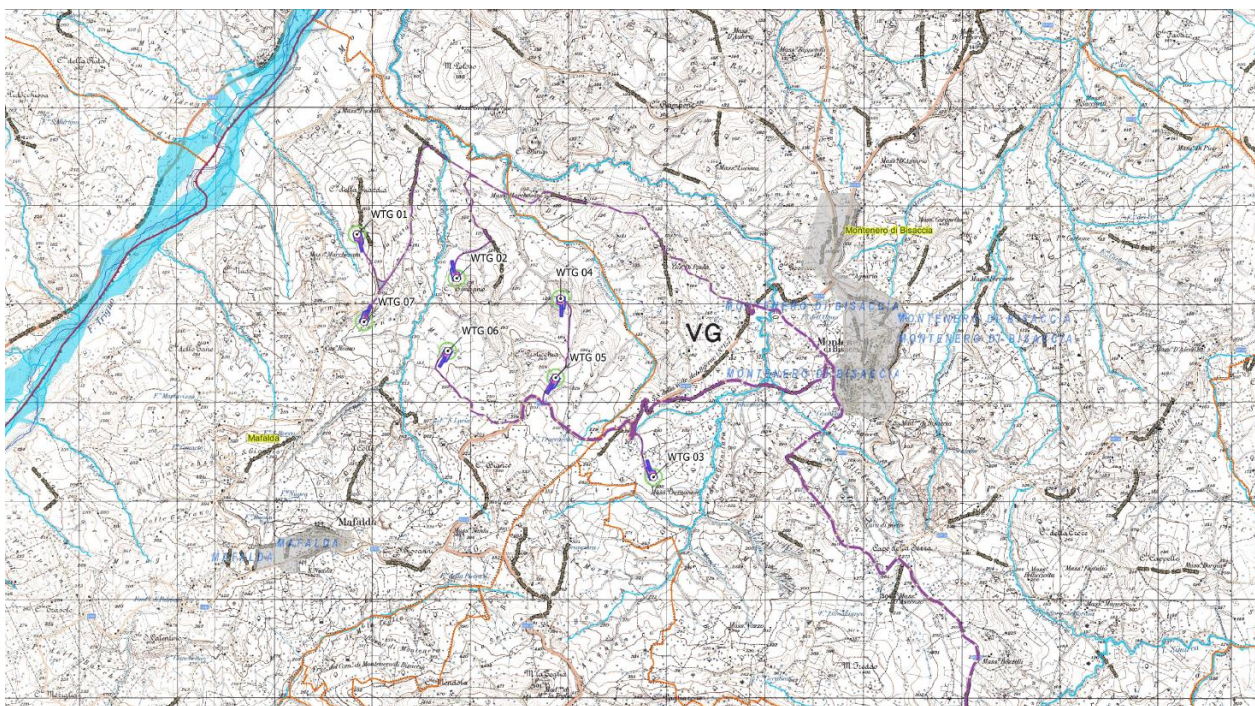
La sottostazione elettrica Utente (SSEU) e la stazione elettrica Terna (SE) ricadono sul territorio di Montecilfone (CB).

Gli aerogeneratori ricadono su un'area posta a nord-est del centro urbano di Mafalda ad una distanza di circa 2,1 km (WTG06).

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade statali:

- SS 157 a sud

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalla Strada Statale 157 passando per il centro abitato di Montenero di Bisaccia. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione. Sono inoltre previste piazzole in prossimità degli aerogeneratori sempre in materiale arido drenante.



Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	4 di 13

Figura 1: Inquadramento IGM 1:25.000

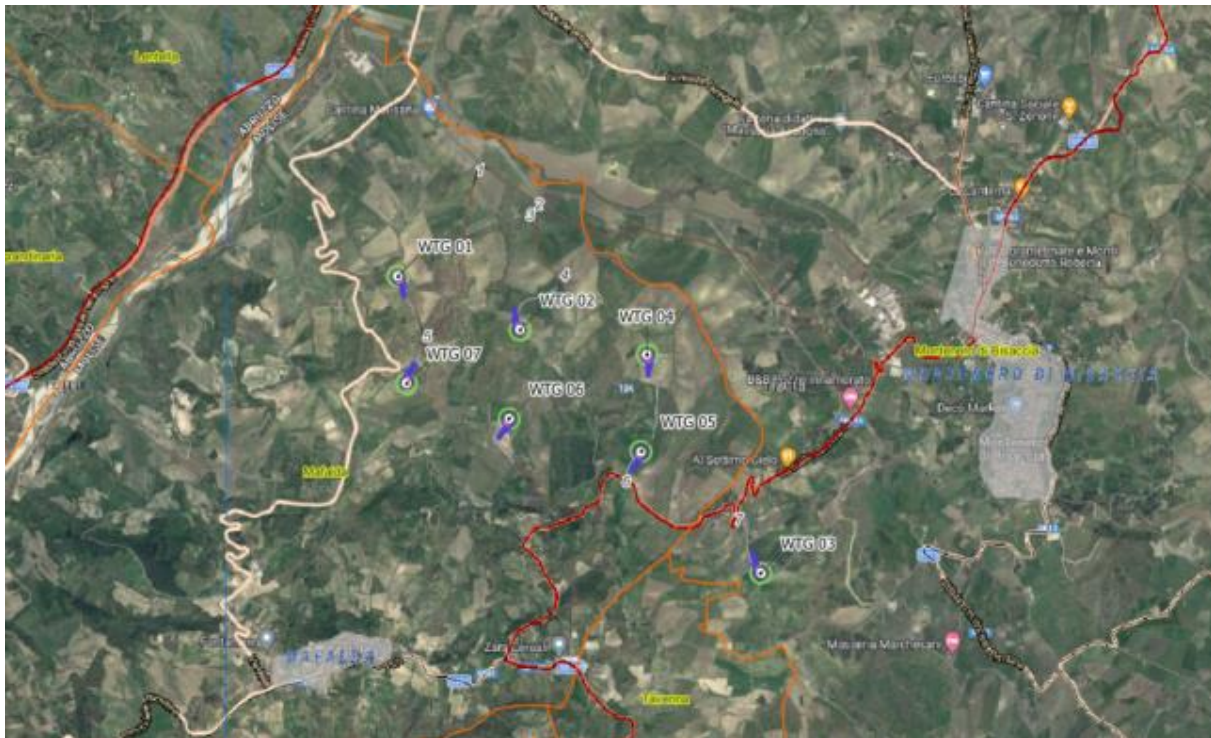


Figura 2: Inquadramento fu foto satellitare

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle coordinate riportate in Tab. 1:

WTG	Comune	x	y	Altitudine
1	Mafalda	478794	4645061	224,8243943
2	Mafalda	478844	4645867	129,5295735
3	Montenero di Bisaccia	477786	4646073	151,5218382
4	Mafalda	477696	4645334	178,8958804
5	Mafalda	476841	4645629	194,7432027
6	Mafalda	476770	4646520	181,5101565
7	Mafalda	479790	4644050	227,506209

Figura 3: Tab. 1 – Coordinate degli aerogeneratori

Le turbine sono identificate agli estremi catastali riportati in Tab. 2:

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	5 di 13

WTG	FOGLIO	PARTICELLA	Comune
1	4	73	Mafalda
2	5	44	Mafalda
3	62	54	Montenero di Bisaccia
4	11	10	Mafalda
5	12	3	Mafalda
6	10	54	Mafalda
7	9	171	Mafalda

Figura 4: Tab. 2 – Estremi catastali degli aerogeneratori

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	6 di 13

2 STUDIO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA GIORNALIERA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta. Per chi vive in tali zone prossime all'insediamento eolico può essere molto fastidioso il cosiddetto fenomeno del "flicker" che consiste in un effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento "tagliano" la luce solare in maniera intermittente. Una progettazione attenta a questa problematica permette di evitare questo spiacevole fenomeno semplicemente prevedendo il luogo di incidenza dell'ombra e disponendo le turbine in maniera tale che l'ombra sulle zone sensibili non superi un certo numero di ore all'anno. Il grafico in Fig. 3 riporta l'evoluzione annuale dell'ombra di una turbina considerando il caso peggiore di pale sempre in rotazione intorno al mozzo, e orientate sempre ortogonalmente al sole durante la sua evoluzione giornaliera.

Come è evidente dal grafico e dalla legenda le ore annue di ombra sono sempre minori con l'aumentare della distanza dal pilone secondo una particolare geometria dettata dalla posizione geografica; da osservare che l'ombra arriva a proiettarsi anche sino ad una distanza di 1 km, anche se solo per pochi minuti all'anno.

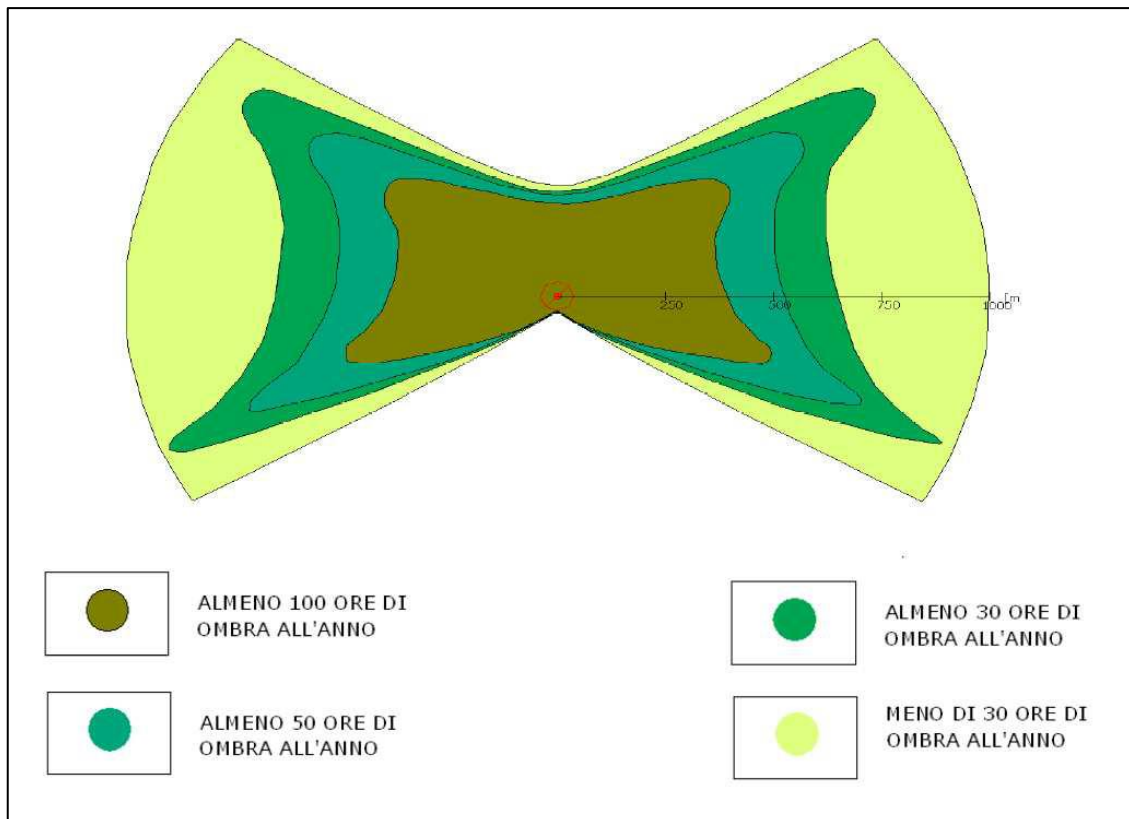


Figura 5: *Evoluzione annuale tipo dell'ombra di una pala*

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	7 di 13

Considerati i pochi precedenti esistenti (Germania) e le ipotesi così penalizzanti con cui è stato calcolato tale grafico, si è ritenuto opportuno effettuare una sovrapposizione sull'impianto della parte più interna del Grafico, ovvero dell'area che supera le 100 ore all'anno di ombra dei punti di installazione, intendendo questo come limite da non superarsi.

3 INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI ED IPOTESI DI CALCOLO

Al fine di inquadrare geograficamente i recettori sensibili all'effetto di “shadow flickering”, la Fig. 4 riporta su cartografia l'indicazione dei nuclei abitativi prossimi alle aree d'impianto, mentre in Fig.5, gli stessi vengono inquadrati, su mappa satellitare, individuando ricettori più vicini agli aerogeneratori.

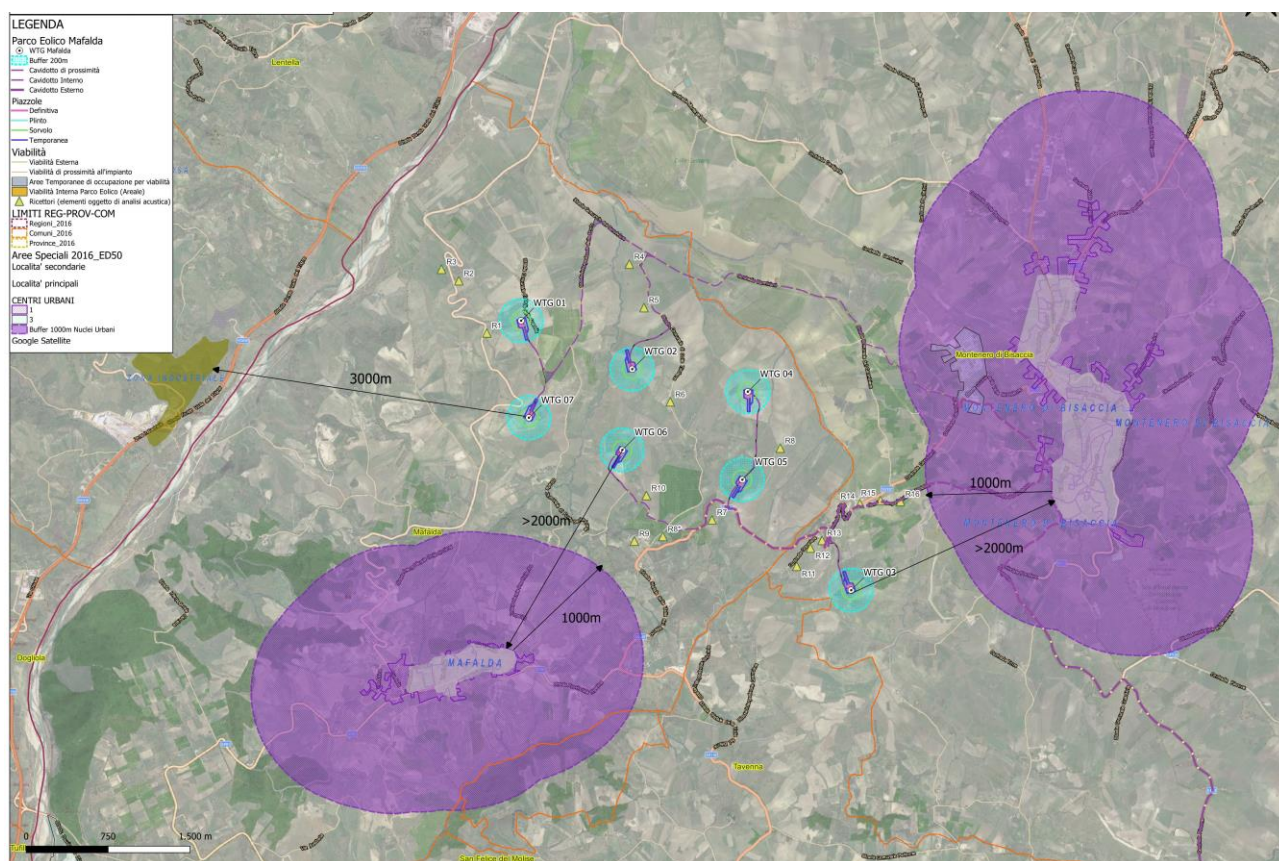


Figura 6-Indicazione dei recettori su cartografia IGM 1:25.000

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	8 di 13

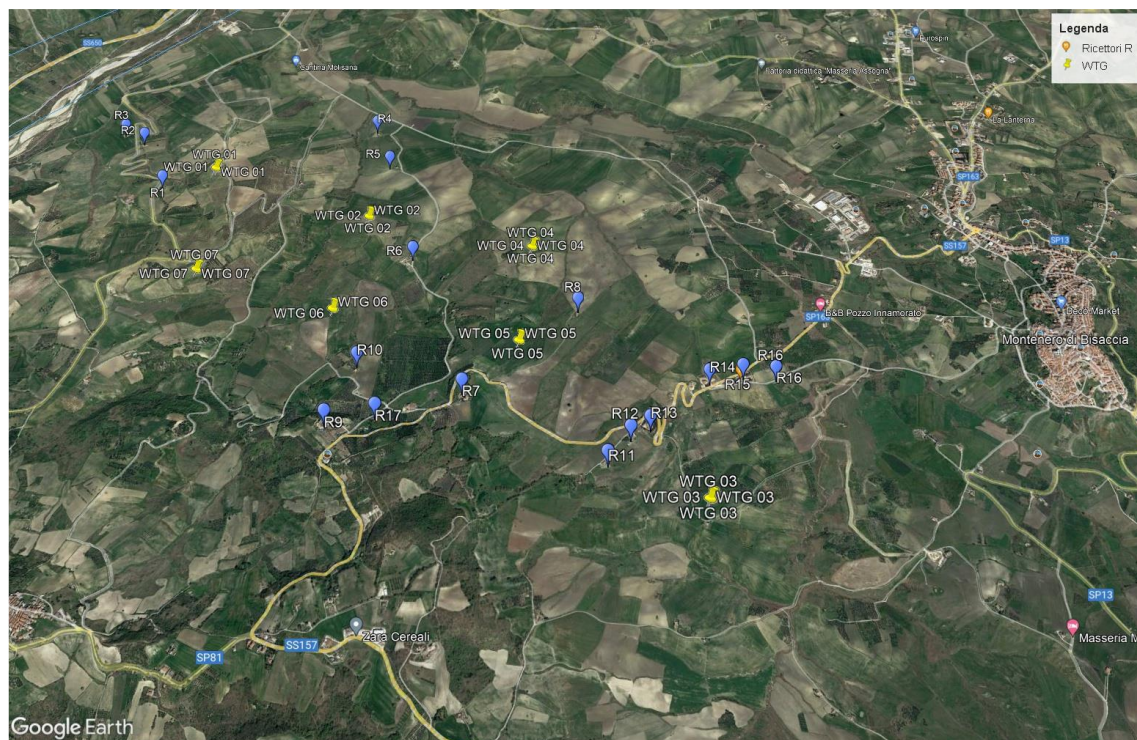


Figura 7: Inquadramento su mappa satellitare dei recettori sensibili identificati nelle vicinanze degli aerogeneratori

Le Tab. 1 riporta un elenco dei recettori sensibili registrati a catasto in classe A, contenuti nel raggio di 1,0 km dagli aerogeneratori:

Ricettore	Coordinate UTM-WGS84 33N		WTG VICINE		DATI CATASTALI			
	X (EST)	Y (NORD)	N° WTG	DISTANZA	Foglio	Particella	Comune	Categoria
R1	476456.00	4646407.00	1	343.80	4	206	Mafalda	A04
R2	476200.00	4646885.00	1	701.63	3	217	Mafalda	A04-C02
R3	476041.00	4646990.0	1	891.10	3	228	Mafalda	A03-D10
R5	477894.00	4646639.00	5	581.26	5	137	Mafalda	A04
R6	478135.00	4645775.00	5	464.76	10	29-72	Mafalda	A04-C02-A03-C06-D10
R7	478517.00	4644694.00	5	452.38	21	226	Mafalda	A04-A03-C06-F05
R8	479141.00	4645351.00	4	489.87	12	75	Mafalda	A04-D10
R9	477806.00	4644500.00	6	797.83	21	247-202-139-150	Mafalda	A07
R10	477916.00	4644917.00	6	434.68	21	224	Mafalda	A04-A03—C02-C06-D10
R11	479292.00	4644270.00	3	552.56	62	232-234	Montenero di Bisaccia	A04-A03—C02—C06
R12	479417.00	4644437.00	3	561.83	62	238	Montenero di Bisaccia	A02-C02—C06—F05
R13	479524.00	4644507.00	3	628.65	62	251-239	Montenero di Bisaccia	A02-C02-C06-D10
R14	479870.00	4644842.00	3	855.11	54	350	Montenero di Bisaccia	A03-C02—C06
R15	480058.00	4644872.00	3	881.16	54	122	Montenero di Bisaccia	A03-D10
R16	480241.00	4644863.00	3	945.79	54	361	Montenero di Bisaccia	A04

Figura 8: Tabelle 1: Indicazioni catastali dei recettori sensibili in categoria catastale A

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	9 di 13

In relazione a ciò, si fa presente che già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l’impianto si è cercato di allontanarsi il più possibile dall’area urbana e dalle abitazioni ed edifici ritenuti sensibili.

Tale fascia è stata definita in fase di progetto al fine di garantire il rispetto dei limiti in merito non solo all’ombreggiamento ma anche agli impatti acustici, elettromagnetici e in termini di calcolo della gittata.

Nell’analisi dell’ombreggiamento ci si è posti nella condizione più sfavorevole possibile, considerando i seguenti presupposti:

- il sole risplende per tutta la giornata dall'alba al tramonto (cioè, si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla linea che passa per il sole e per l'aerogeneratore (l'aerogeneratore “insegue” il sole);
- l'aerogeneratore è sempre operativo; ciò implica, quindi, la presenza di un vento costante e l'assenza di eventuali fermo-macchina.

Allo stesso tempo, si è trascurata la presenza degli alberi e di altri ostacoli che bordano le strade, “intercettando” l’ombra degli aerogeneratori e riducendo il fastidio del flickering. Inoltre, in relazione alle eventuali presenza ed esposizione di finestre negli edifici considerati, il software ha operato secondo le assunzioni del “greenhouse mode”, il quale implica che ogni recettore guardi in tutte le direzioni (visibilità a 360°), risultando in una condizione di perpendicolarità delle finestre a tutti gli aerogeneratori.

Ciò significa che i risultati ai quali si è pervenuti sono ampiamente cautelativi.

4 **NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO**

Vari paesi del Nord Europa e dell’Australia hanno adottato dei limiti relativi all’esposizione all’effetto di shadow flickering, proponendo il valore di 30 ore/anno come soglia di impatto significativo, ovvero limite per cui l’effetto ombra è comunemente percepito come fastidioso.

In particolare, i paesi citati hanno basato i propri regolamenti sulle linee guida tedesche (“*Länderausschuss für Immissionschutz – 2002- Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-SchattenwurfHinweise*” – Linee Guida per l’identificazione e la valutazione delle emissioni ottiche delle turbine eoliche). Le linee Guida World Bank Group (Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines – Agosto 2015) ricalcano le linee guida sopra richiamate, raccomandando che la durata prevista degli effetti di shadow flickering su un recettore sensibile non superi le 30 ore all’anno e 30 minuti al giorno nel giorno più colpito e per lo scenario peggiore.

Tuttavia, l’Italia non si è ancora dotata di una normativa specifica che stabilisce un limite di esposizione a fenomeno dello shadow flickering.

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico "Mafalda"	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	10 di 13

5 RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

5.1 Ipotesi di "worst case"

I risultati, hanno evidenziato che solo i recettori R1, R6, R7 e R10, costituito da case isolate, sono soggetti al fenomeno di "lampeggiamento" mediamente per più di 30 ore/anno; tuttavia, come specificato nel Cap. 3, i valori ottenuti sono riferiti all'ipotesi, estremamente cautelativa, di "worst case", caratterizzato da assenza di vegetazione e finestre degli edifici orientate perpendicolarmente al fenomeno di flickering; ad ogni modo, il recettore R1 (il più vicino, quindi il più svantaggiato) citato si trova ad una distanza di circa 750 m da WTG 01. In corrispondenza degli altri recettori, l'effetto flickering è ridotto o addirittura nullo.

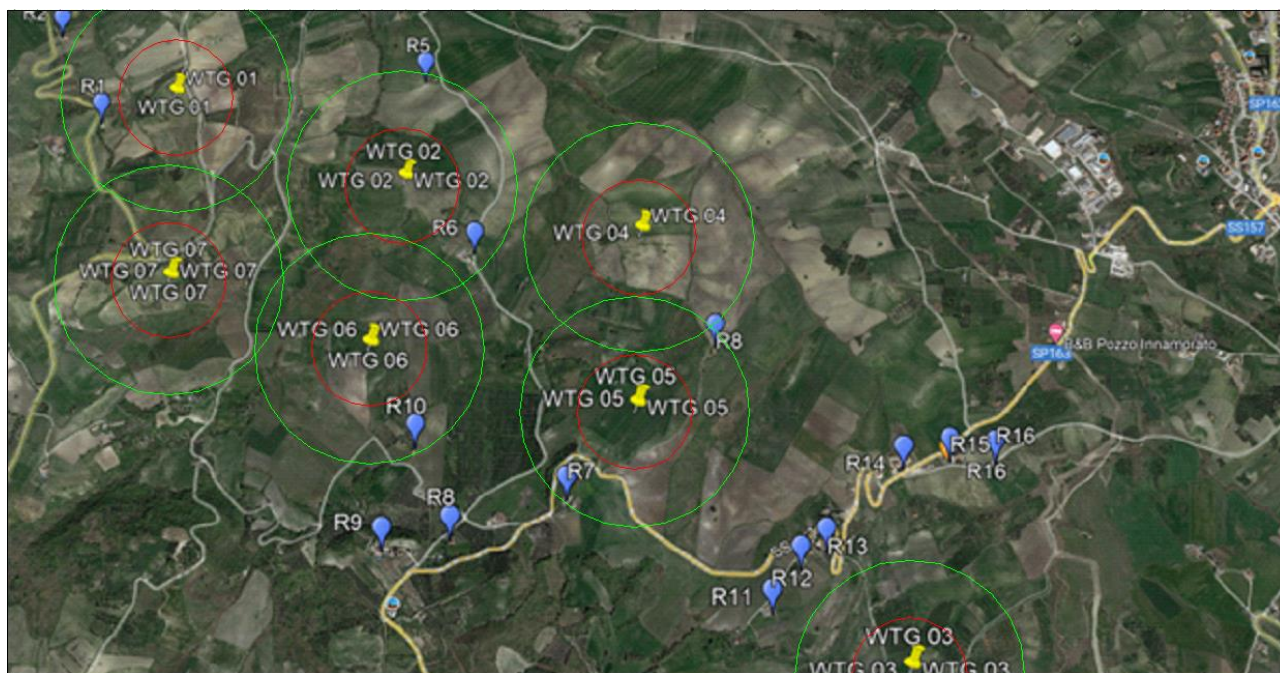


Figura 9: : Indicazioni dei buffer di 500m e 1000m di ciascun aerogeneratore

Sebbene, in generale, gli impatti generati dallo shadow flickering siano molto dibattuti – alcuni studi indicano rischi potenziali sulla salute (tra cui il seguente: Harding et al, 2008; Smedley et al., 2010), mentre altri escludono rischi significativi (tra cui: Update Shadow-Flicker Evidence Base report - UK Department of Energy and Climate Change – 2011) – è possibile affermare, relativamente all'impianto in questione, che non si presentano rischi particolari per la salute umana e che il fenomeno di disturbo è estremamente ridotto.

Dalla lettura della mappa dell'ombreggiamento generabile dalle pale si rileva che il fenomeno stesso interessa marginalmente le strade esistenti limitrofe alle aree d'impianto. Preme, tuttavia, evidenziare che nelle

Wind Energy Mafalda srl Impianto Eolico “Mafalda”	Progetto Definitivo	Codice Elaborato:	SIA03
		Data:	31/08/2023
	Relazione di Studio di shadow flickering	Revisione:	00
		Pagina:	11 di 13

simulazioni non si è tenuto conto della presenza degli alberi sparsi che “intercettano l’ombra” offrendo un effetto “barriera”.

Inoltre, la percezione dell’impianto dalla strada risulterebbe essere “in movimento” e, quindi, legata alla breve permanenza delle automobili in transito, per cui il fastidio indotto sarebbe temporalmente limitato. A questo si aggiunge che le simulazioni sono state effettuate assumendo le “condizioni peggiori” sovrastimando pertanto l’effetto di flickering.

5.2 Ipotesi di “real case”

Allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto, prossimi al caso reale (“real case”), il fenomeno di shadow flickering è simulato anche tenendo conto di due fattori principali:

- eliofania locale (numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno);
- funzionamento dell’aerogeneratore (ore stimate di funzionamento dell’impianto eolico nell’arco dell’anno), che tiene conto della possibilità che il rotore non sia permanentemente in moto.

I valori di ombreggiamento, espressi in ore/anno, che si riscontrano presso i ricettori hanno valori al di sotto del limite stabilito dalle linee guida internazionali.

6 RISULTATI DEL CALCOLO DELL’EVOLUZIONE

Quindi, analizzando i dati è possibile affermare che, rispetto al *worst case*, nel *real case* la probabilità di occorrenza del fenomeno di shadow flickering si riduce di quasi il 80,0%.