



GRE CODE
GRE.EEC.K.73.IT.W.15235.05.029.03

PAGE
 1 di/of 50

TITLE: Studio sugli effetti shadow-flicker

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**IMPIANTO EOLICO
 “ACQUAVIVA COLLECROCE”
 Comuni di Acquaviva Collecroce (CB), San Felice del Molise (CB),
 Castelmauro (CB), Palata (CB), Tavenna (CB) e Montecilfone (CB)**

Studio sugli effetti shadow-flickering

Il Tecnico
 Ing. Leonardo Sblendido

File: GRE.EEC.K.73.IT.W.15235.05.029.03 _Studio sugli effetti shadow-flicker.pdf

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
03	27/05/2022	Emissione per iter autorizzativo	D. Baratta	E. Speranza	L.Sblendido
02	08/07/2021	Aggiornamento commenti Enel	A. Karpik	E. Speranza	L.Sblendido
01	14/06/2021	Aggiornamento commenti Enel	A. Karpik	E. Speranza	L.Sblendido
00	14/05/2021	PRIMA EMISSIONE	A. Karpik	E. Speranza	L.Sblendido

GRE VALIDATION

<i>Federica Lenci</i>	<i>Thomas Fassi</i>	<i>Luciano Iacofano</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT ACQUAVIVA COLLECROCE EO	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	K	7	3	I	T	W	1	5	2	3	5	0	5	0	2	9	0

CLASSIFICATION: COMPANY	UTILIZATION SCOPE
--------------------------------	--------------------------

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
4. METODO DI CALCOLO.....	11
4.1 INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI	12
4.1.1 LOCALIZZAZIONE DEI POTENZIALI RECETTORI.....	13
5. RISULTATI	27
6. CONCLUSIONI	35
7. ALLEGATI.....	36
A.1: ELENCO DEI RECETTORI.....	36
A.2: MAPPA DEI RECETTORI	38
A.3: RISULTATI DELL'ANALISI DELLA FLUTTUAZIONE D'OMBRA (<i>WORST CASE</i>)	39
A.4: CONFRONTO TRA <i>WORST CASE</i> E <i>STATISTICAL REAL CASE</i>	45
A.5: MAPPA DEI RECETTORI PER I QUALI VIENE SUPERATO IL VALORE N° ORE/ANNO	49
A.6: MAPPA DI ISO OMBREGGIAMENTO	50

1. INTRODUZIONE

Lo *Shadow-flickering* consiste nell'oscillazione dell'ombra prodotta dal rotore di un aerogeneratore che, in prossimità di abitazioni o edifici commerciali, potrebbe causare degli effetti di disturbo anche di notevole intensità. Quest'ombra (*shadow*) proiettata su di un'abitazione apparirà attraverso la finestra in maniera intermittente (*flicking* in inglese), causando, appunto, il fenomeno dello *Shadow-flickering* (letteralmente tradotto con "ombreggiamento intermittente").

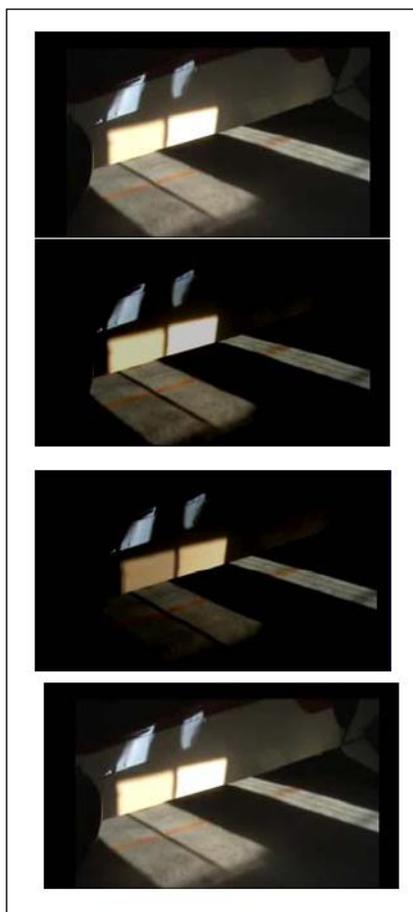


Figura 1 - Esempio di effetto *shadow-flickering* attraverso una finestra di abitazione: dal fotomontaggio si nota l'intermittenza della luce che filtra dalla finestra dovuta alla rotazione della pala.

La probabilità e l'intensità del fenomeno dipende dalla combinazione dei seguenti parametri:

- Direzione dell'abitazione rispetto alla turbina o alle turbine;
- distanza dalla turbina, in quanto maggiore è la distanza dell'osservatore dalla turbina, minore sarà l'intensità dell'effetto di *flickering*;
- altezza della turbina e diametro del rotore;
- periodo dell'anno e ora del giorno;
- condizioni meteo (le giornate nuvolose riducono la probabilità che tale fenomeno si manifesti).

La frequenza o la velocità dell'intermittenza (*flickering*) dipende anche dalla velocità di rotazione del rotore e dal numero di pale da esso montate: tipicamente, i moderni aerogeneratori a 3 pale avranno una frequenza di rotazione al di sotto dei 20 rpm (rotazioni al minuto). Questo significa che la massima frequenza di *flickering* sarà di circa 1HZ o un ciclo al secondo. Con queste basse frequenze, l'intermittenza non causa comunque problemi di salute (ad esempio, secondo la *British Epilepsy Foundation*, per causare attacchi a persone sensibili ad epilessia fotosensibile, le frequenze di *flickering* devono essere superiori ai 3 Hz).

Le raccomandazioni generali in questi casi sono che la frequenza del *flickering* non debba essere superiore a 2,5 Hz che significa, per una turbina a tre pale, una velocità di rotazione di 50 rpm.

Gli aerogeneratori che verranno installati da Enel Green Power S.p.A. nei territori comunali di Acquaviva Collecroce, San Felice del Molise, Castelmauro e Palata, tutti in provincia di Campobasso, in Molise, hanno una velocità massima di rotazione di 8,8 rpm, ben al di sotto, dunque di tale frequenza critica.

Essendo un fenomeno dipendente dalla combinazione di una serie di parametri fisici, è possibile in ogni caso calcolare la probabilità di occorrenza di tale fenomeno e la sua intensità, come verrà in seguito illustrato nel presente elaborato.

Le opere del parco eolico (impianto ed opere di connessione) oggetto della presente trattazione, costituito da N.10 aerogeneratori, di potenza nominale singola pari a 6 MW, per una potenza nominale complessiva di 60 MW, ricadono nei territori comunali di Acquaviva Collecroce, San Felice del Molise, Castelmauro, Tavenna, Palata e Montecilfone, tutti in provincia di Campobasso, in Molise.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 33 kV, alla Sottostazione multiutente di trasformazione 150/33 kV, ubicata nel Comune di Montecilfone.

In conformità alla STMG emessa con codice pratica 202002009 da Terna SpA e fornita al proponente con numero di protocollo P20210012806 del 15/02/2021, la Sottostazione di trasformazione 150/33 kV sarà collegata in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV di una nuova stazione di trasformazione 380/150 kV della RTN (ubicata nel Comune di Montecilfone) da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 380 kV "Larino - Gissi".

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della sottostazione utente di trasformazione alla nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

2. NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

L'effetto *shadow-flickering* è più pronunciato, alle latitudini settentrionali durante i mesi invernali. In particolare, nel Nord Europa, il sole splende in un angolo obliquo per più ore del giorno e più giorni l'anno.

Alcuni paesi hanno adottato dei limiti relativi all'esposizione all'effetto in questione.

Alcuni studi e le linee guida di vari paesi del Nord Europa e dell'Australia hanno proposto 30 ore di effetto *shadow-flickering* per anno come soglia di impatto significativo, ovvero il limite per cui l'effetto ombra è comunemente percepito come fastidioso.

L'Italia non si è ancora dotata di una normativa specifica relativa al fenomeno dello *shadow-flickering*, a differenza di altri paesi che hanno basato i propri regolamenti sulle linee guida tedesche (*"Länderausschuss für Immissionsschutz – 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 i 30 minuti al giorno nel giorno più colpito e per lo scenario peggiore.

Gli impatti generati dallo *shadow-flickering* sono 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).

In merito all'area di influenza, la maggior parte degli studi e delle linee guida indicano che l'effetto dello *shadow-flickering* sia trascurabile ad una distanza superiore a 10 volte il diametro dell'aerogeneratore.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di intervento, riferita all'ubicazione degli aerogeneratori, è collocata nei territori comunali di Acquaviva Collecroce, San Felice del Molise, Castelmauro e Palata, in provincia di Campobasso, regione Molise.



Figura 2 - Localizzazione area di impianto su immagine satellitare

Il sito è individuabile sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000:

- Foglio 380 III Castelmauro

Si riporta di seguito uno stralcio cartografico dell'area di interesse.

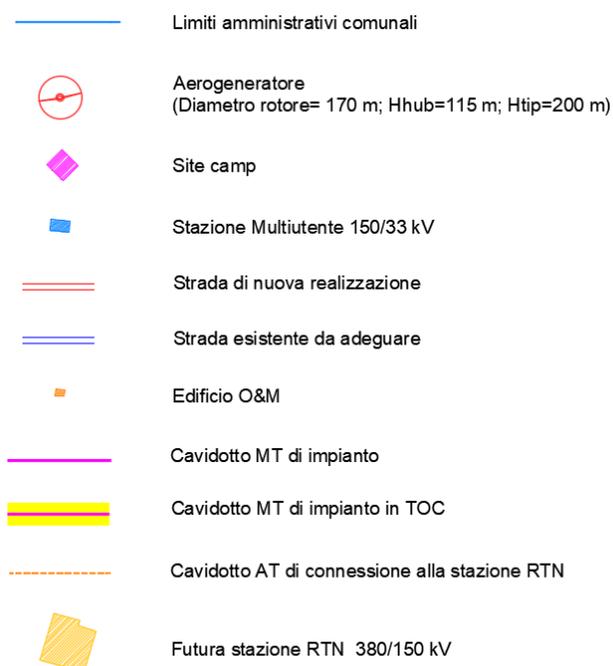
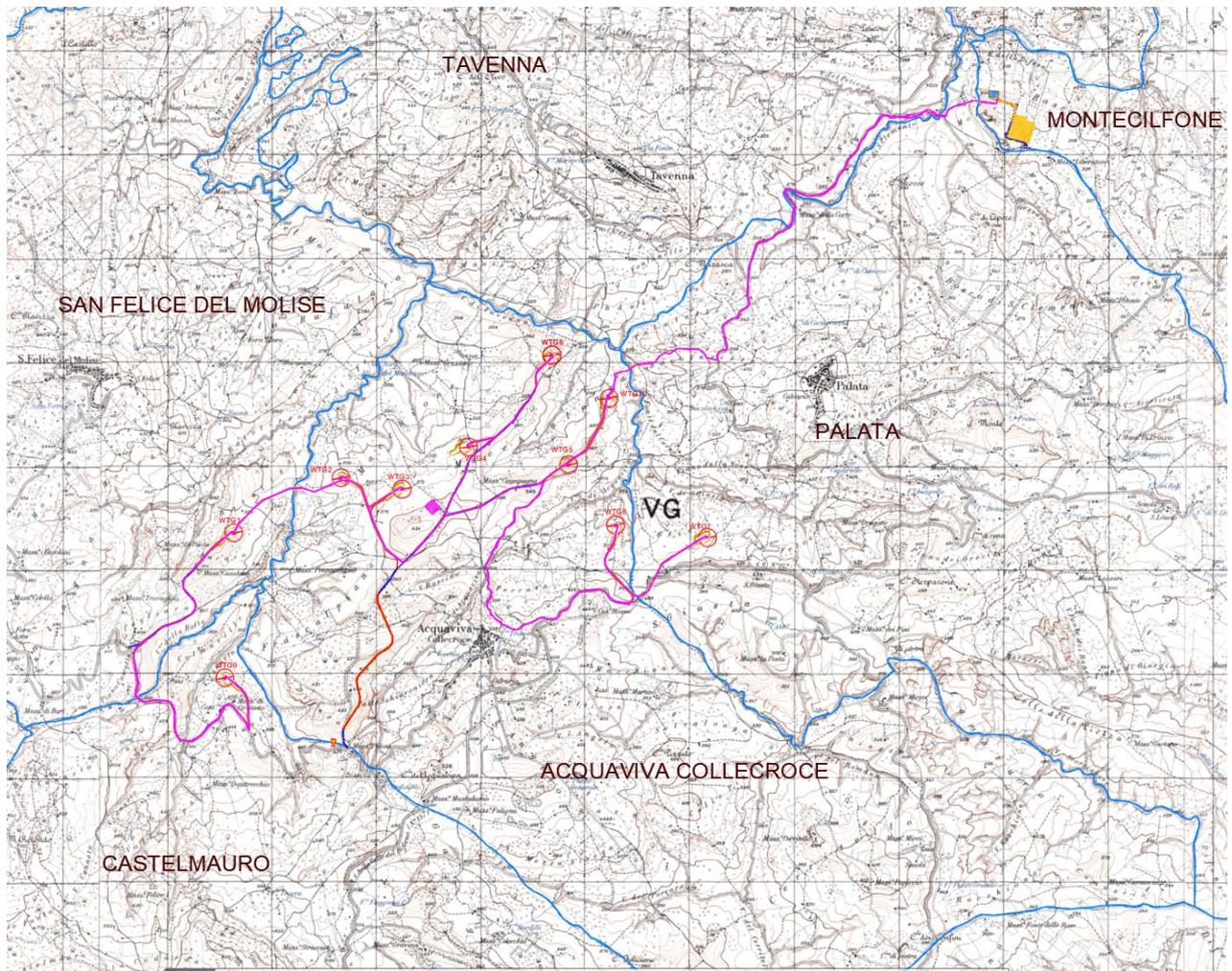


Figura 3 - Inquadramento delle aree di impianto su cartografia IGM 1:25000

Il sito sul quale si sviluppa l'impianto eolico dista circa:

- 1,5 km dal centro urbano di Acquaviva Collecroce;
- 1,4 km dal centro urbano di Palata;
- 3,7 km dal centro urbano di Castelmauro;
- 1,7 km dal centro urbano di San Felice del Molise;
- 1,8 km dal centro urbano di Tavenna;
- 6,0 km dal centro urbano di Montecilfone.

Il layout di progetto è sviluppato nella configurazione così come illustrata nello stralcio di inquadramento su ortofoto, riportato di seguito:

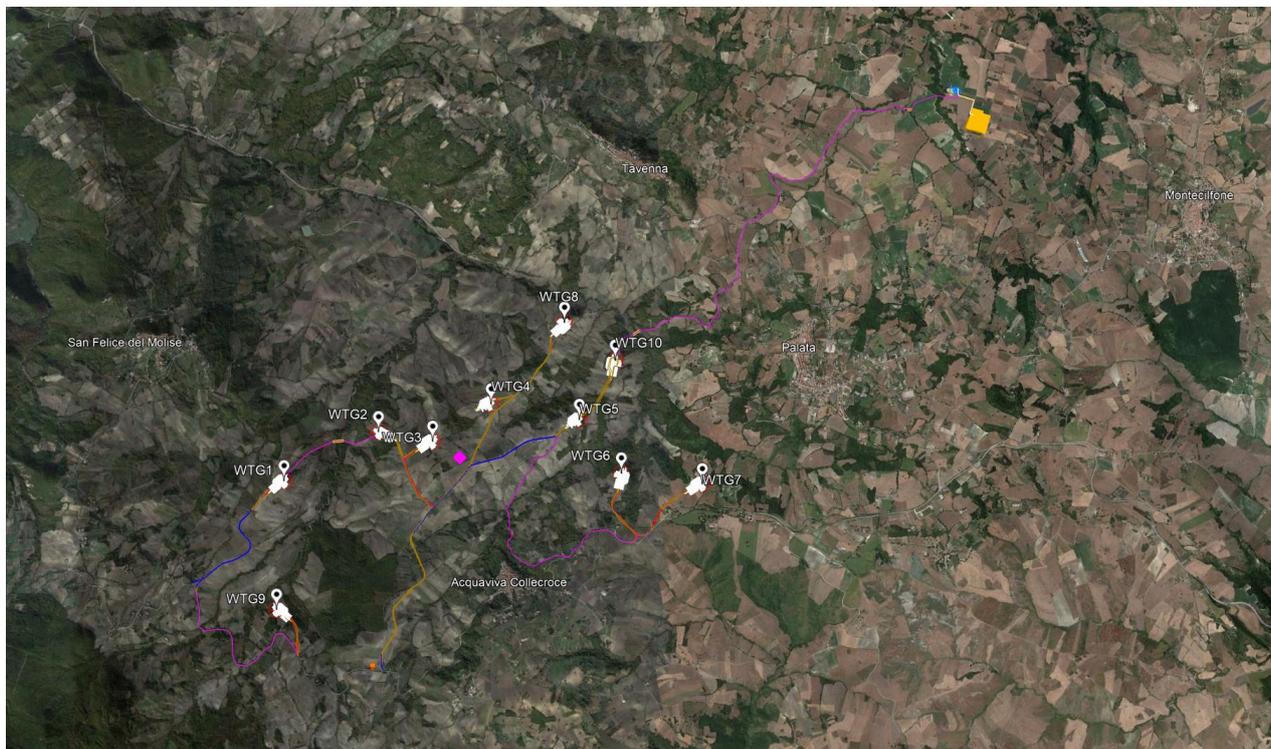


Figura 4 - Inquadramento su immagine satellitare delle componenti di impianto

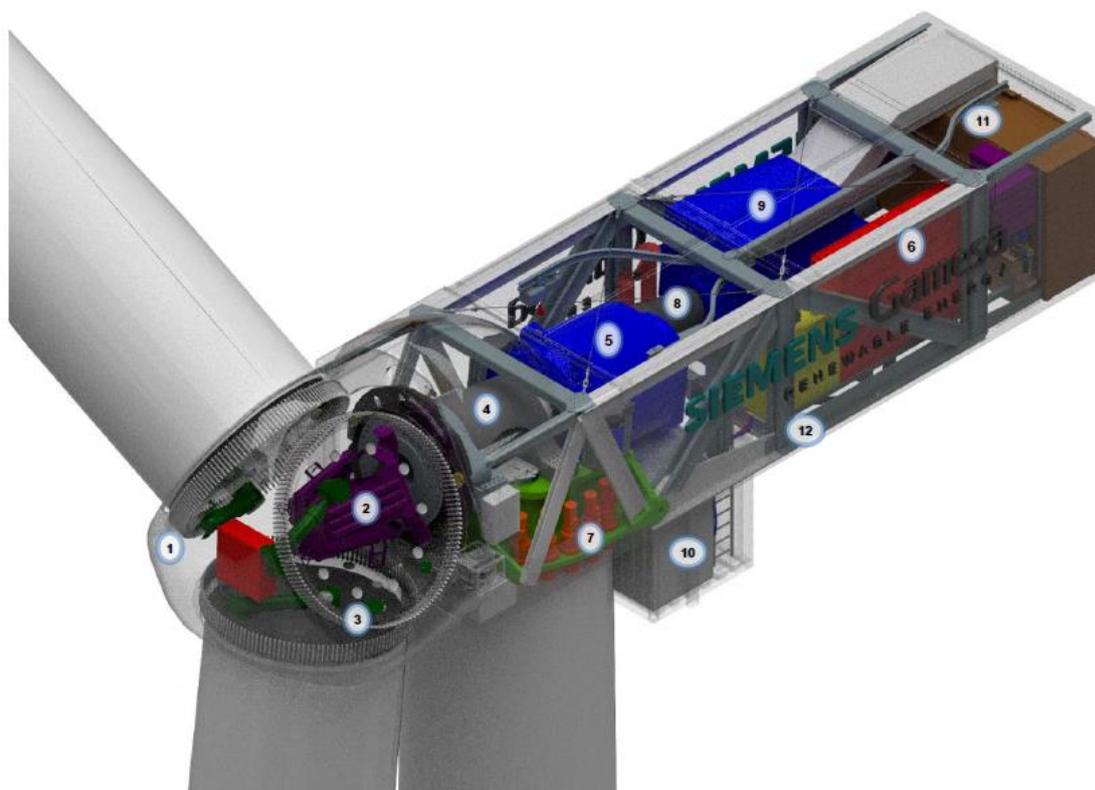
L'impianto proposto si sviluppa altimetricamente tra le quote comprese fra i 300 m.s.l.m e i 400 m.s.l.m.; l'orografia del territorio è caratterizzata dalla presenza di una serie di versanti che degradano con pendenze variabili tra 10 e 30%.

Le coordinate degli aerogeneratori costituenti l'impianto, espresse nel sistema di riferimento UTM-WGS84 (fuso 33), risultano:

ID AEROGENERATORE	UTM-WGS84	
	EST	NORD
WTG1	476568.18	4636167.40
WTG2	477592.33	4636696.63
WTG3	478178.42	4636591.10
WTG4	478812.38	4636995.49
WTG5	479767.76	4636823.50
WTG6	480219.71	4636241.66
WTG7	481095.39	4636122.32
WTG8	479608.00	4637878.00
WTG9	476483.08	4634771.44
WTG10	480157.08	4637465.03

Tabella 1 - Coordinate degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.



- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Hub | 7 Yaw system |
| 2 Pitch system | 8 High speed shaft |
| 3 Blade bearings | 9 Generator |
| 4 Low speed shaft | 10 Transformer |
| 5 Gearbox | 11 Cooling system |
| 6 Electrical cabinets | 12 Rear Structure |

Figura 5 - Allestimento navicella dell'aerogeneratore

Rotore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

Diametro: 170 m

Superficie massima spazzata dal rotore: 22.697 m²

Numero di pale: 3

Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

Torre

Tipo tubolare in acciaio e/o in cemento armato.

Pale

Il materiale di cui risulta costituita la pala è composto da una matrice in fibra di vetro e carbonio pultrusi. La pala utilizza un design basato su profili alari. La lunghezza della singola pala è pari a 83,33 m.

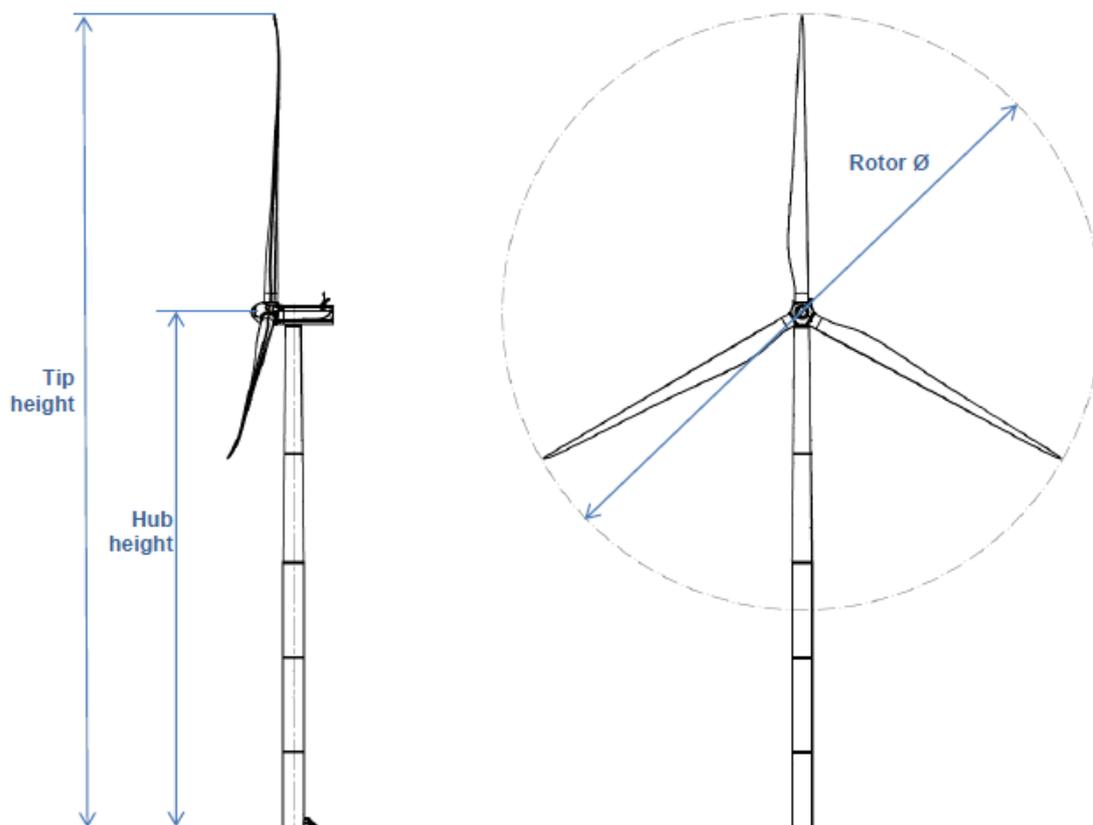


Figura 6 - Dimensioni aerogeneratore tipo

Altezza della punta (Tip height)	200 m
Altezza del mozzo (Hub height)	115 m
Diametro del rotore (Rotor ϕ)	170 m

Tabella 2- Dimensioni aerogeneratore tipo

Generatore

Tipo DFIG asincrono, potenza massima 6150 kW.

4. METODO DI CALCOLO

Il presente elaborato intende fornire una stima del fenomeno dello *shadow-flickering* correlato all'installazione di un impianto eolico richiamato in premessa. Tale analisi è stata condotta mediante l'utilizzo del modulo di calcolo *Shadow-flickering* del Software RESoft Windfarm (Version 4.1.2.3).

I dati in input si riferiscono a:

- Modello digitale del terreno dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori;
- posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori;
- posizione dei recettori.

Inoltre nella verifica con il software vengono considerati i dati che correlano la posizione del sole nell'arco dell'anno con le condizioni operative delle turbine nello stesso arco di tempo.

Al fine di calcolare la posizione relativa del sole nell'arco di un anno rispetto al parco eolico ed ai recettori è necessario definire la longitudine, la latitudine ed il fuso orario dell'area interessata dal progetto.

In particolare, il modello numerico utilizzato, al pari degli altri presenti sul mercato, produce in output una mappa di impatto nel caso più penalizzante (*Worst Case*), corrispondente alle ore in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno (ore di luce, ca. 4380 h/a), indipendentemente dalla presenza o meno di nubi, le quali inficerebbero il fenomeno stesso dello *shadow-flickering* per l'impossibilità che si generino ombre.

Quindi, allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto, prossimi al caso reale (*Statistical Real Case*), i dati ricavati dal programma andranno analizzati e tarati tenendo conto dei valori di soleggiamento reale e delle ore di funzionamento dell'impianto che saranno discussi nei capitoli successivi.

Nel modello del calcolo sono stati individuati i recettori ricadenti nel buffer di 1km da ogni aerogeneratore.

Si precisa che, alla data di redazione del presente documento, non esistono specifiche distanze limite stabilite da dispositivi normativi o da linee guida regionali, provinciali o comunali in materia di *shadow-flickering*.

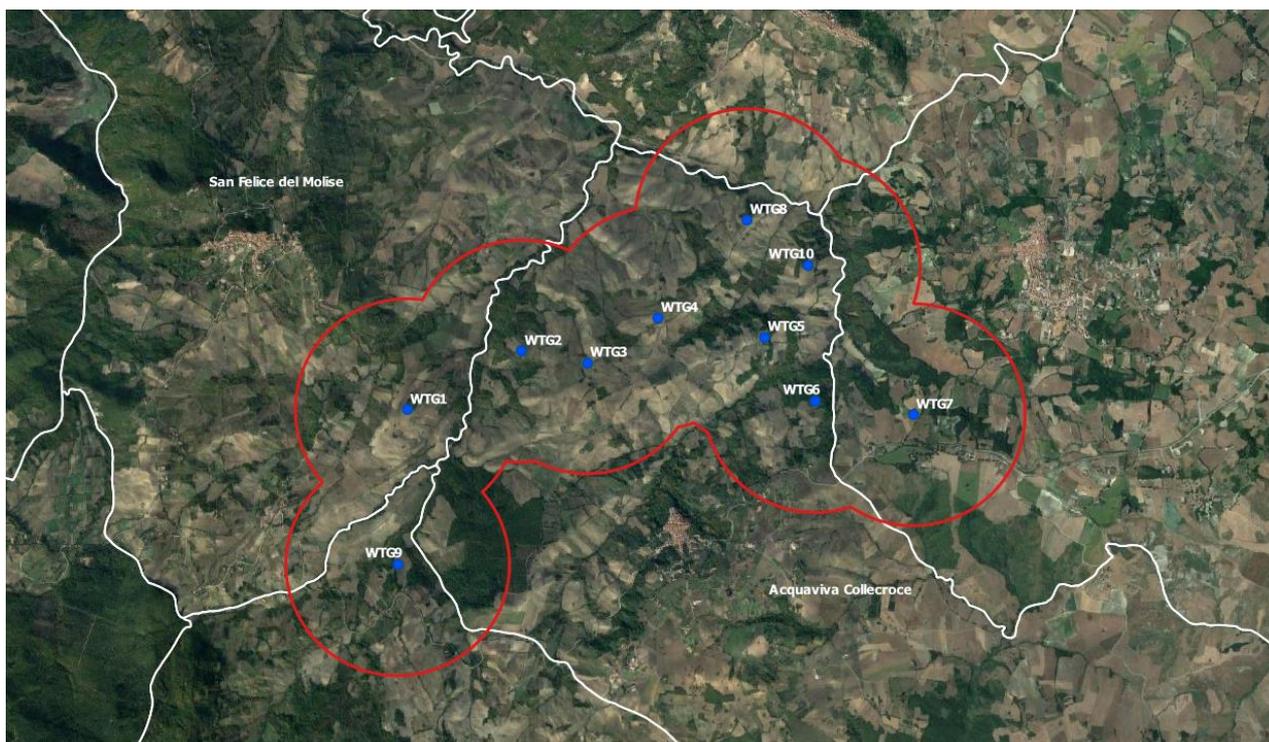


Figura 7 - Buffer di 1km (in rosso) da ciascun aerogeneratore (in blu) entro cui sono state censiti i recettori per l'analisi dello *Shadow-flickering*

4.1 Individuazione dei recettori

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate che si trovano sul prolungamento della direttrice sole-turbina; per questo motivo, sono state considerate nella simulazione la presenza di finestre con altezza e larghezza pari a 1 metro, posizionate ad un'altezza dal suolo pari a 2 metri e disposte secondo i 4 punti cardinali.

Ricadenti nel buffer di 1km da ciascun aerogeneratore risultano 191 edifici. L'individuazione dei recettori è stata condotta attraverso la consultazione della cartografia catastale e, successivamente sono stati considerati, tutti gli elementi presenti nel "catasto fabbricati" che corrispondono ad edifici adibiti ad "ambiente abitativo" e tutti quelli destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane. Questa operazione ha portato all'individuazione di 40 edifici (vedere allegato A.1: Elenco dei Recettori e allegato A2: Mappa dei Recettori).

4.1.1 Localizzazione dei potenziali recettori

Si riporta a seguire la localizzazione su Google Earth dei recettori considerati nello studio:

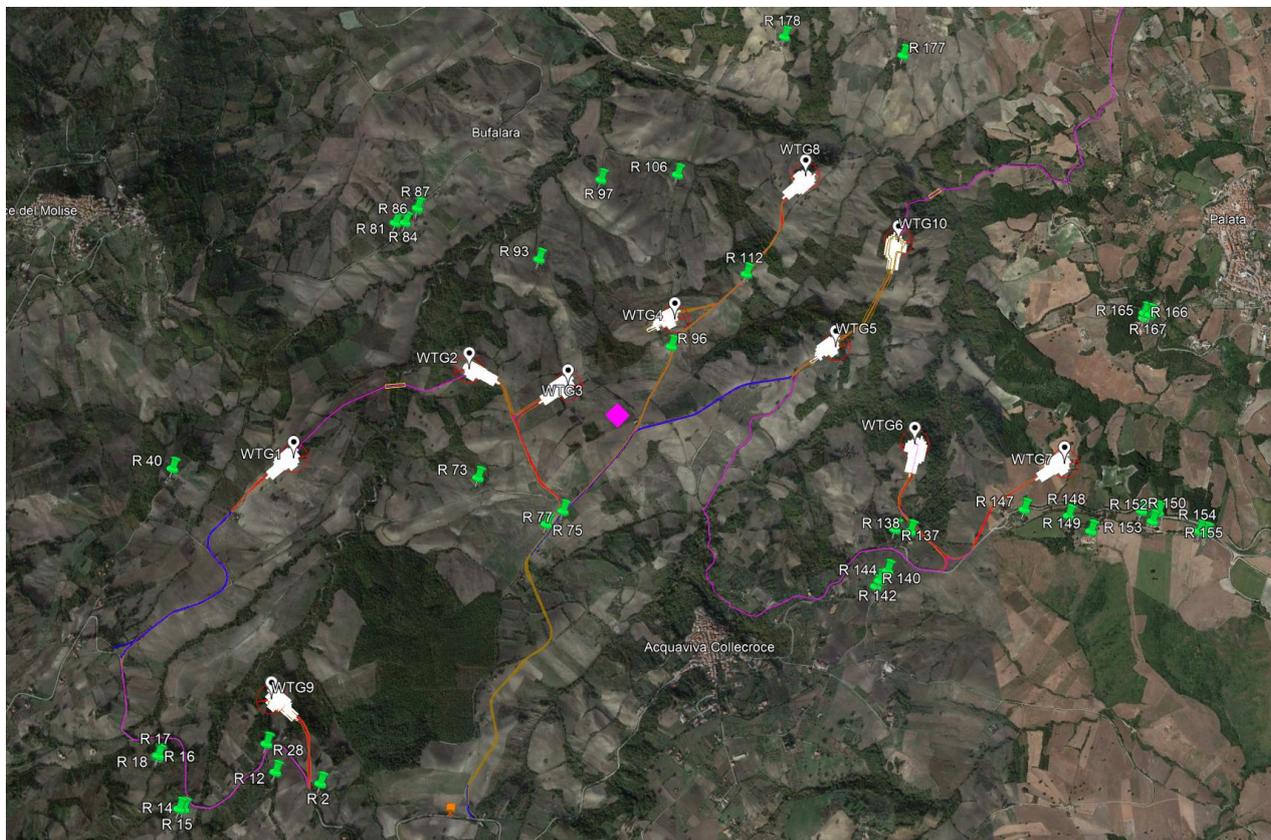


Figura 8 - Individuazione dei recettori su ortofoto

Di seguito verranno riportate le foto di diversi recettori:



Foto 1 - Vista Recettore R 2



Foto 2 - Vista Recettore R 12



Foto 3 - Vista Recettori R 14 – R 15



Foto 4 - Vista Recettore R 18



Foto 5 - Vista Recettore R 28



Foto 6 - Vista Recettore R 73



Foto 7 - Vista Recettore R 75

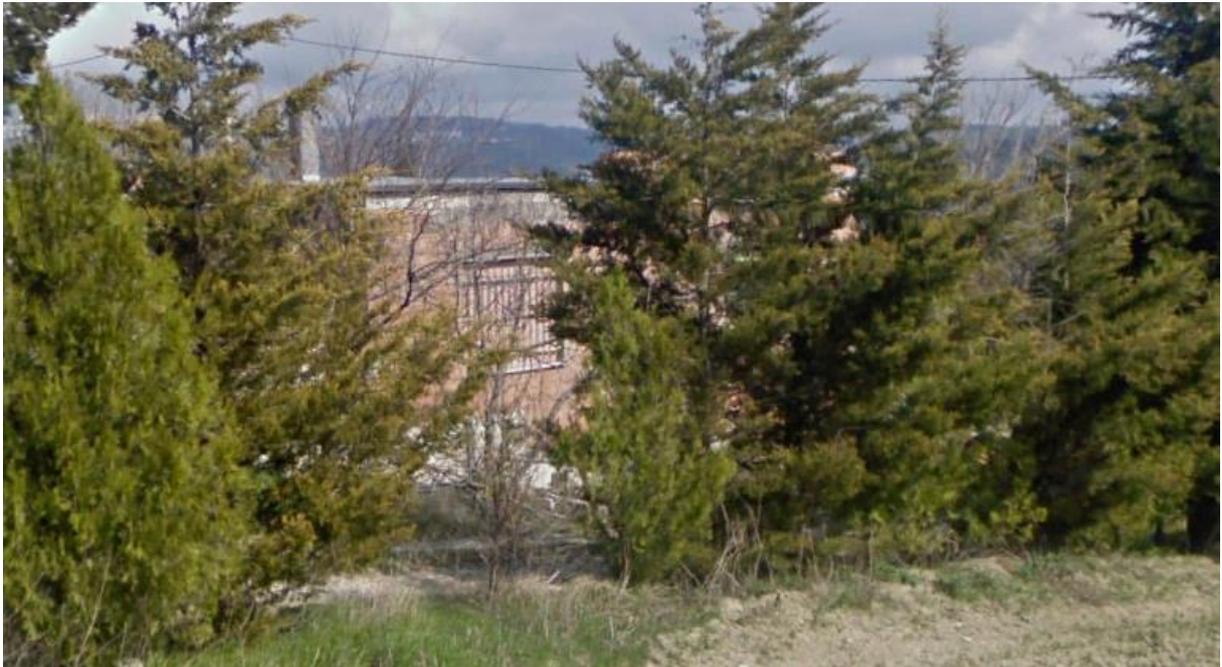


Foto 8 - Vista Recettore R 77

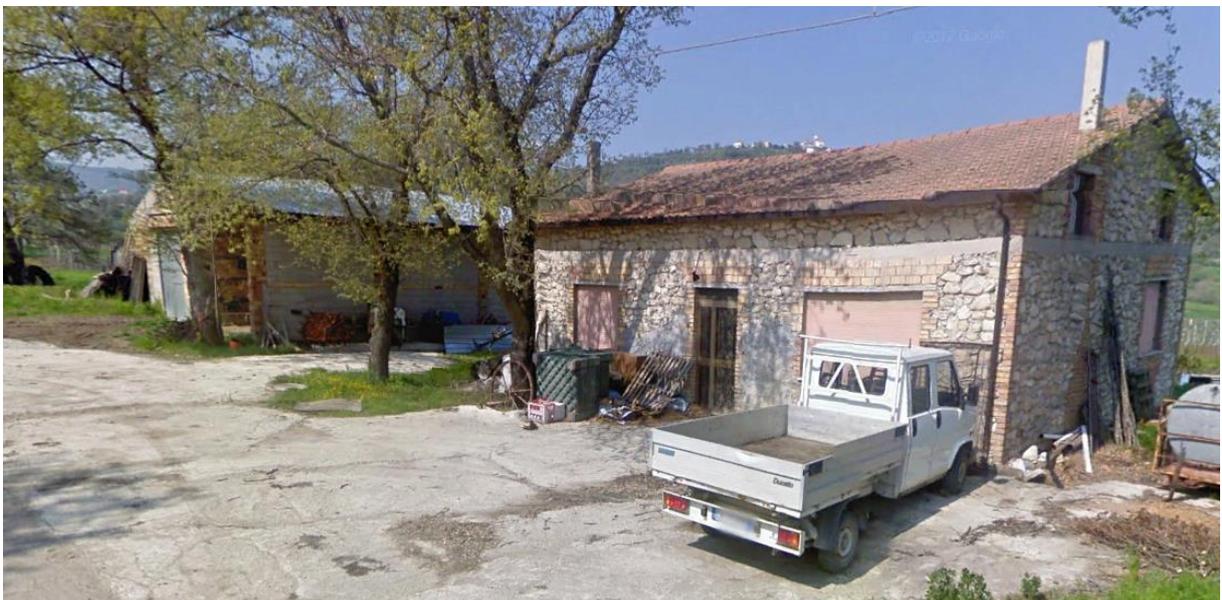


Foto 9 - Vista Recettore R 81



Foto 10 - Vista Recettore R 84



Foto 11 - Vista Recettore R 87



Foto 12 - Vista Recettore R 93



Foto 13 - Vista Recettore R 96



Foto 14- Vista Recettore R 106



Foto 15 - Vista Recettore R 112

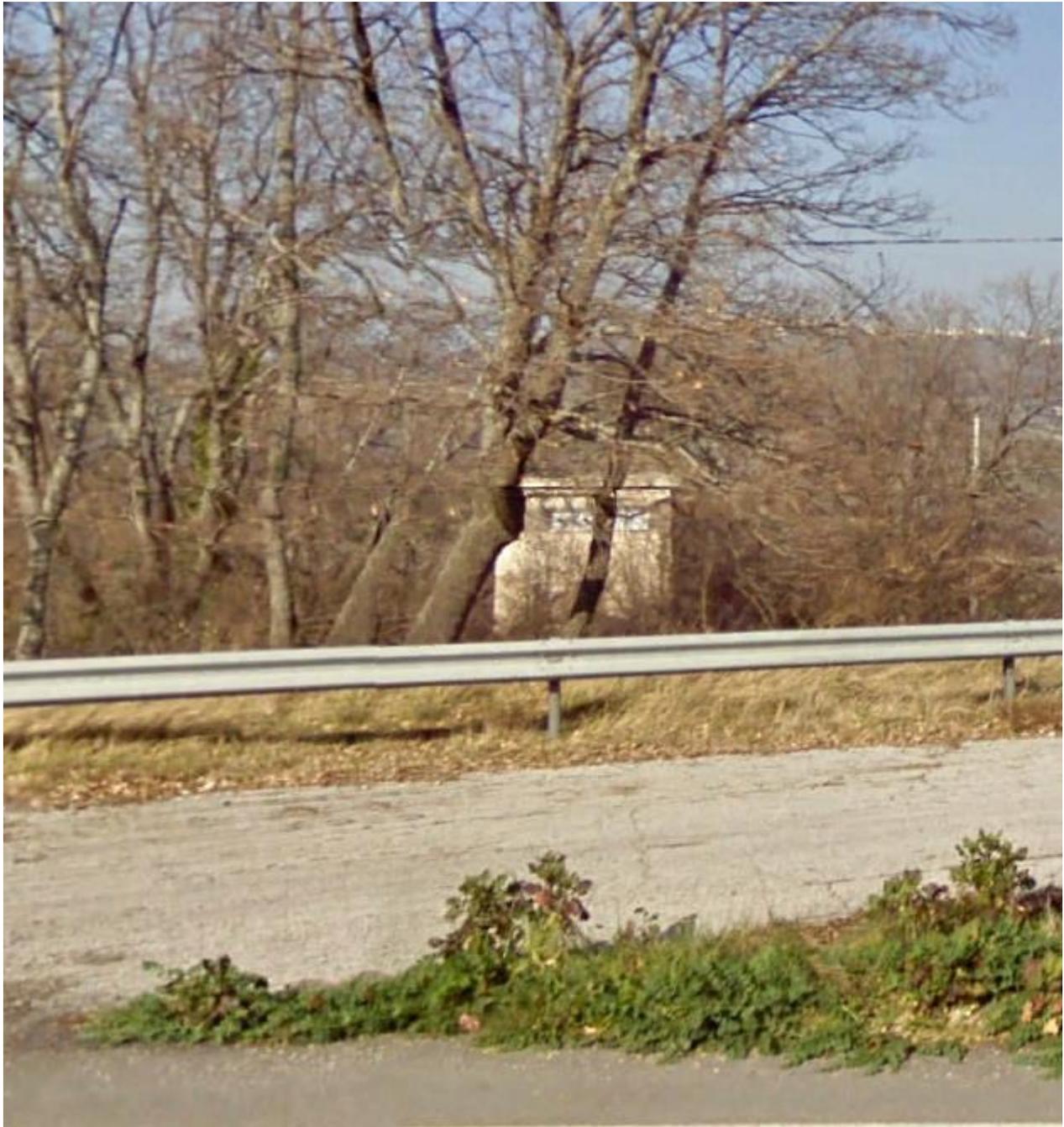


Foto 16 - Vista Recettore R 137 (l'edificio accatastato in categoria D/1, opificio, risulta essere una cabina elettrica)



Foto 17 - Vista Recettore R 138



Foto 18 - Vista Recettori R 140 - R 142



Foto 19 - Vista Recettore R 144



Foto 20 - Vista Recettore R 147



Foto 21 - Vista Recettore R 150



Foto 22 - Vista Recettori R 151 – R 152 – R 153



Foto 23 - Vista Recettori R 154 – R 155



Foto 24 - Vista Recettori R 165 – R 166 – R 167

Nella simulazione dello *shadow-flickering* sono stati considerati 40 recettori.

5. RISULTATI

Le raccomandazioni generali riguardo al fenomeno indicano che lo *shadow-flickering* non ecceda le 30 ore all'anno o i 30 minuti al giorno per ciascuna abitazione.

Queste raccomandazioni sono state tratte da uno studio commissionato a PREDAC (*Promotion of Renewable Energy and Development of Action at a European Level* - un'associazione per la promozione delle migliori pratiche in campo delle energie rinnovabili) dall'Unione Europea sulla base delle esperienze nel campo di Belgio, Danimarca, Francia, Olanda e Germania.

Nella presente trattazione è stato valutato l'effetto della fluttuazione d'ombra per tutte le abitazioni comprese entro un buffer di 1000 m da ciascun aerogeneratore.

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello *shadow-flickering* indotto dal parco eolico in progetto sono state effettuate una serie di simulazioni che hanno tenuto conto:

- Del diagramma solare riferito alla latitudine di installazione del parco;
- della posizione degli aerogeneratori e dell'altezza complessiva della macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza della pala;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- della posizione dei possibili recettori rientranti in un buffer di 1000m da ogni aerogeneratore del parco.

Le simulazioni sono state condotte in condizioni conservative, assumendo il cielo completamente sgombro da nubi e foschia; nessun ostacolo interposto tra i recettori individuati e gli aerogeneratori in progetto, rotore in movimento continuo e luce diretta.

Per ogni recettore sono state considerate 4 finestre distribuite sui 4 punti cardinali,

I risultati della simulazione effettuata sui 40 recettori sono riassunti nell'allegato A3: "Risultati dell'analisi della fluttuazione d'ombra (*Worst Case*)" riportato in calce al documento. Nella tabella sono riportate le coordinate e l'altitudine dei recettori, i dati delle relative finestre (altezza, larghezza, altezza del baricentro dal suolo, angolo di inclinazione e gradi rispetto al nord), il numero di giorni annui interessati dal fenomeno, il numero massimo di ore in un giorno, la media delle ore al giorno ed il n° totale di ore annue.

I risultati della simulazione con il programma WindFarm sono estremamente cautelativi, trattandosi di una stima puramente teorica in quanto considera che:

- Il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di

copertura nuvolosa);

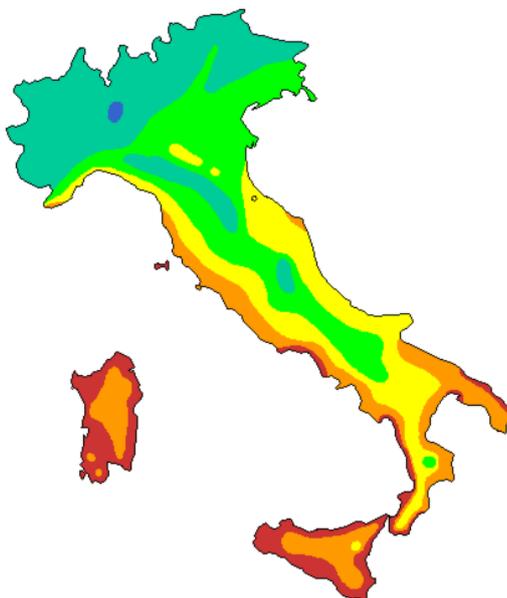
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole-aerogeneratore (l'aerogeneratore "insegue" il sole);
- gli aerogeneratori sono sempre operativi;
- non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino il fastidio del *flickering*;
- Sono state inserite finestre sui 4 lati degli edifici.

Dal momento che il fenomeno dello *shadow-flickering* è prodotto dalla contemporanea presenza di sole libero da nubi (potenzialità di generare ombre) e funzionamento delle WTG (rotore permanentemente in moto) allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale (*Statistical Real Case*), si tiene conto dell'eliofania locale e delle ore stimate di funzionamento dell'impianto eolico nell'arco dell'anno.

Per quanto riguarda i valori di eliofania locale, ovvero il numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno, il dato è stato ricavato dalla "Carta dell'eliofania assoluta media annua in Italia".

Per l'area in esame tale valore corrisponde a circa 2399 h/a; quindi, considerando che le ore totali in cui il sole si trova sopra l'orizzonte sono 4380, i risultati del calcolo potrebbero, ragionevolmente, essere presi in considerazione nella misura del 54,77% ($2399/4380 = 54,77\%$).

In altri termini, rispetto al *Worst Case*, la probabilità di occorrenza del fenomeno di *shadow-flickering* si riduce, per l'area in esame, al 54,77% che corrisponde proprio alla probabilità che il disco solare risulti libero da nubi.



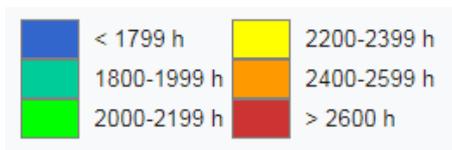


Figura 9 - Carta dell'eliofania assoluta media annua in Italia di Mario Pinna (M. Pinna, Contributi di climatologia, Roma, Società geografica italiana, 1985, p. 28)

Per quanto riguarda le ore annue totali di funzionamento delle WTG rispetto al totale delle ore in un anno (8760 h) queste risultano pari a 6757. Quindi la probabilità che il rotore di un aerogeneratore risulti in movimento è dell'ordine del 77,13 % (pari al rapporto 6757/8760).

In definitiva, per quanto finora detto, la probabilità composta di avere contemporaneamente l'occorrenza di rotore in moto (vento) e sole libero da nubi (ombre), è pari al 42,24% (54,77% x 77,13% = 42,24%) essendo i due fenomeni stocasticamente indipendenti per cui la probabilità composta risulta pari al prodotto delle singole probabilità.

Nell'allegato A.4: "Confronto tra *Worst Case* e *Statistical Real Case*" riportato in appendice, vengono restituiti il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il fenomeno si presenti (*Worst Case*) e il valore reale atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (*Statistical Real Case*).

A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale e delle ore di funzionamento dell'impianto, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

Nel caso reale (*Statistical Real Case*), in 7 superfici finestrate non risulta soddisfatto il valore limite di riferimento di 30 ore/anno. Per come riportato sinteticamente di seguito:

ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
R 93	9/3	1 h 7 min	86 h 54 min	0 h 28 min	36 h 42 min
R 96	10/3	1 h 29 min	112 h 24 min	0 h 38 min	47 h 29 min
	10/4	1 h 29 min	92 h 36 min	0 h 38 min	39 h 7 min
R 112	11/2	1 h 13 min	151 h 0 min	0 h 31 min	63 h 47 min
	11/3	2 h 26 min	266 h 0 min	1 h 2 min	112 h 22 min
	11/4	1 h 49 min	155 h 48 min	0 h 46 min	65 h 49 min
R 106	12/2	0 h 51 min	80 h 0 min	0 h 22 min	33 h 48 min

Tabella 2 - Recettori/finestre che superano i limiti di *shadow-flickering*

Di seguito vengono riassunti i dati identificativi dei recettori:

ID Recettore	ID WindFarm	Comune	Foglio	Particella	Categoria	Distanza da WTG
R 93	9	Acquaviva Collecroce	4	199	A/4	723 m da WTG2
R 96	10	Acquaviva Collecroce	5	178	D/10	228 m da WTG4
R 112	11	Acquaviva Collecroce	2	211	D/10	464 m da WTG4
R 106	12	Acquaviva Collecroce	2	212	D/10	793 m da WTG8

Categoria	Tipologia accatastamento
A/4	Abitazione di tipo popolare
D/10	Fabbricati per funzioni produttive e connesse alle attività agricole

Tabella 3 - Categorie catastali dei recettori interessati dal superamento del limite di *shadow-flickering*

Per i recettori di cui sopra, presso il quale l'effetto di *shadow-flickering* risulta superiore a 30 ore l'anno, è stato elaborato un calendario dell'ombra che riporta in maniera grafica i periodi dell'anno in cui è possibile il verificarsi il fenomeno (condizioni del caso peggiore).

Si precisa che il grafico a seguire è relativo al caso peggiore (*Worst Case*) quindi è rappresentativo del periodo in cui il fenomeno dello *shadow-flickering* è fisicamente possibile che si verifichi, pur risultando di intensità minore (in termini di numeri giorni e ore totali) nel caso reale.

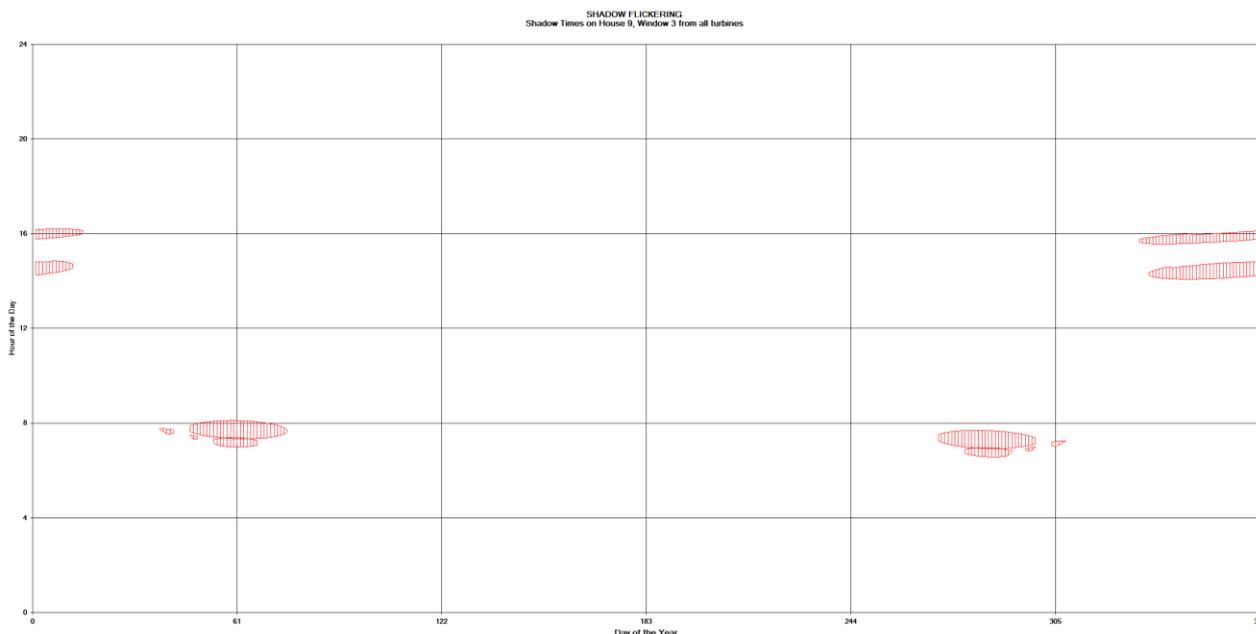


Figura 10 - Grafico che mostra per il recettore 9 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 3

La finestra n° 3 del recettore 9 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalle: WTG1, WTG2, WTG4, WTG5, WTG6 e WTG7. Mostra la persistenza del fenomeno nei mesi autunnali ed invernali, nelle ore pomeridiane per la WTG1 e la WTG2 e nelle ore mattutine per le WTG4, WTG5,

WTG6 e WTG7.

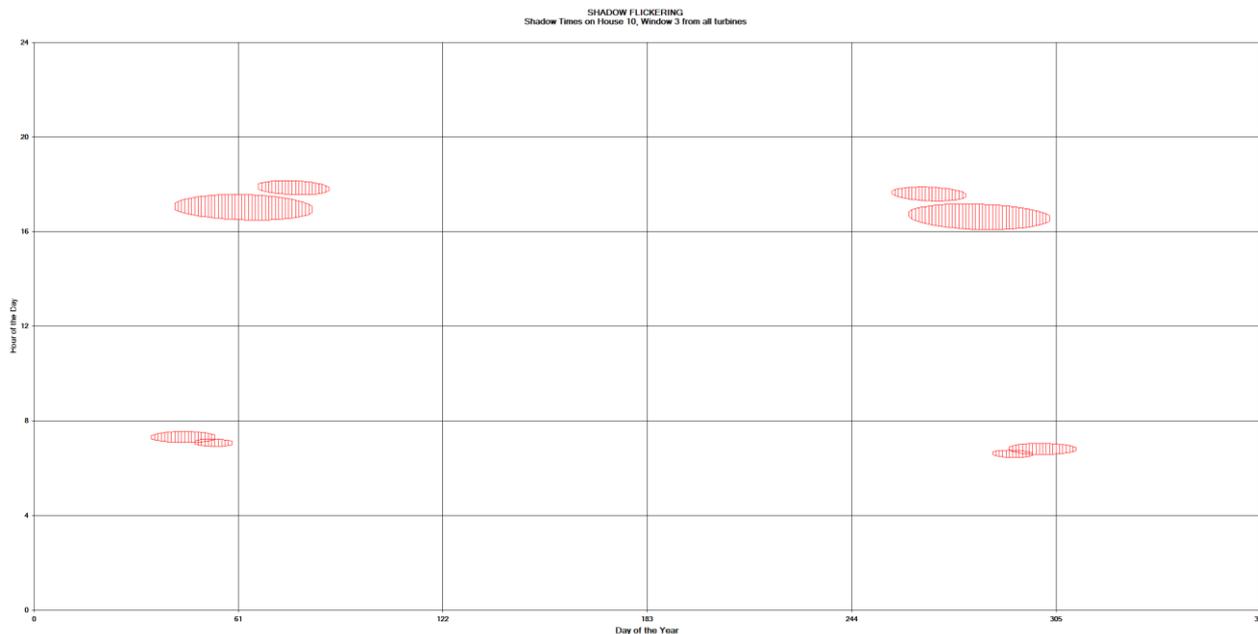


Figura 11 - Grafico che mostra per il recettore 10 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 3

La finestra n° 3 del recettore 10 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalle: WTG2, WTG3, WTG6 e WTG7. Mostra la persistenza del fenomeno nei mesi autunnali ed invernali, nelle ore pomeridiane per la WTG2 e la WTG3 e nelle ore mattutine per le WTG6 e WTG7.

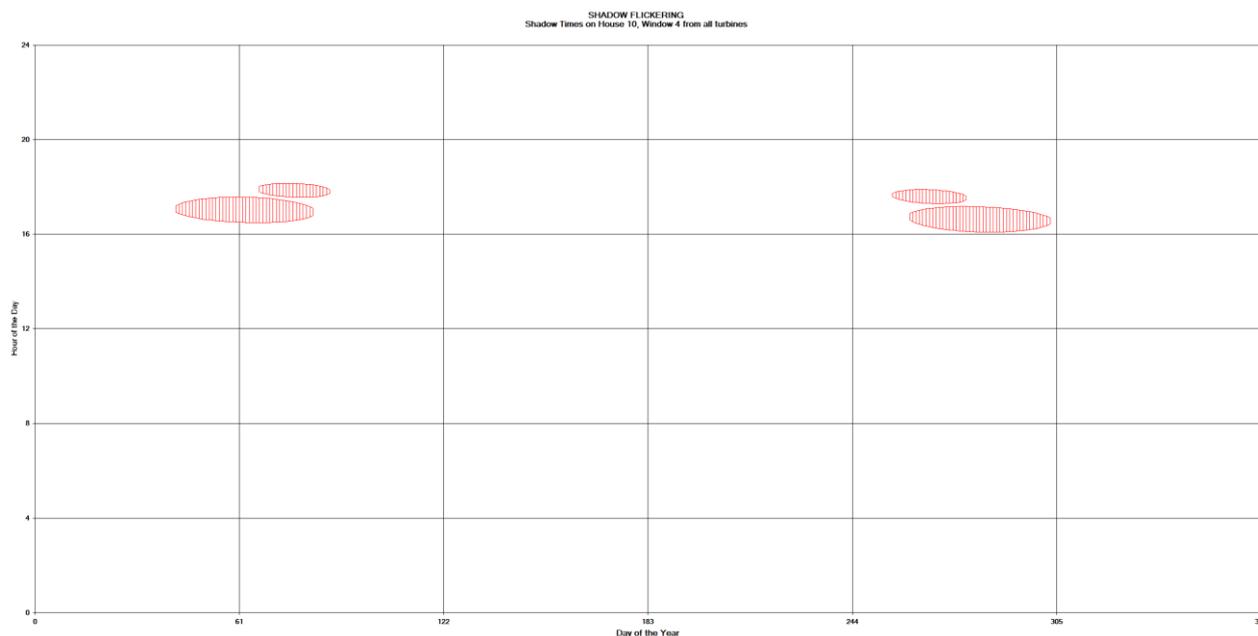


Figura 12 - Grafico che mostra per il recettore 10 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 4

La finestra n° 4 del recettore 10 risulta essere investita dall'ombra proveniente principalmente dalla WTG2 e dalla WTG3. Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore pomeridiane della giornata,

nei mesi autunnali e invernali.

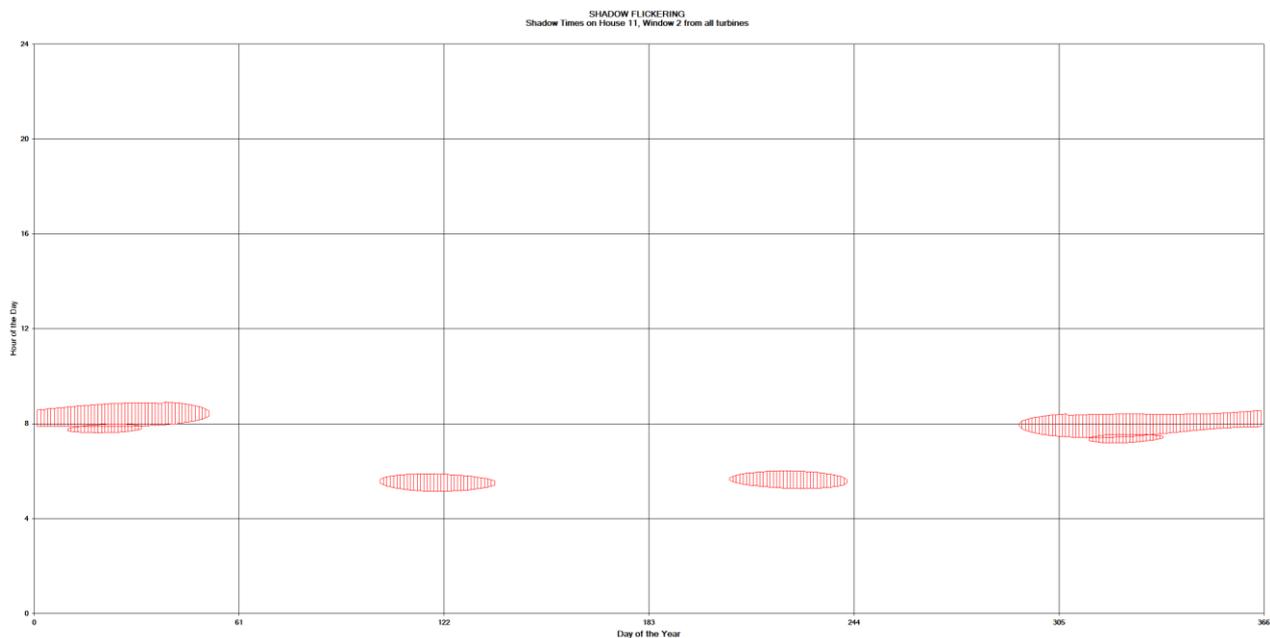


Figura 13 - Grafico che mostra per il recettore 11 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 2

La finestra n° 2 del recettore 11 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG5 e dalla WTG7 nei mesi autunnali e invernali; e dalla WTG10 nei mesi primaverili ed estivi. Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore mattutine della giornata.

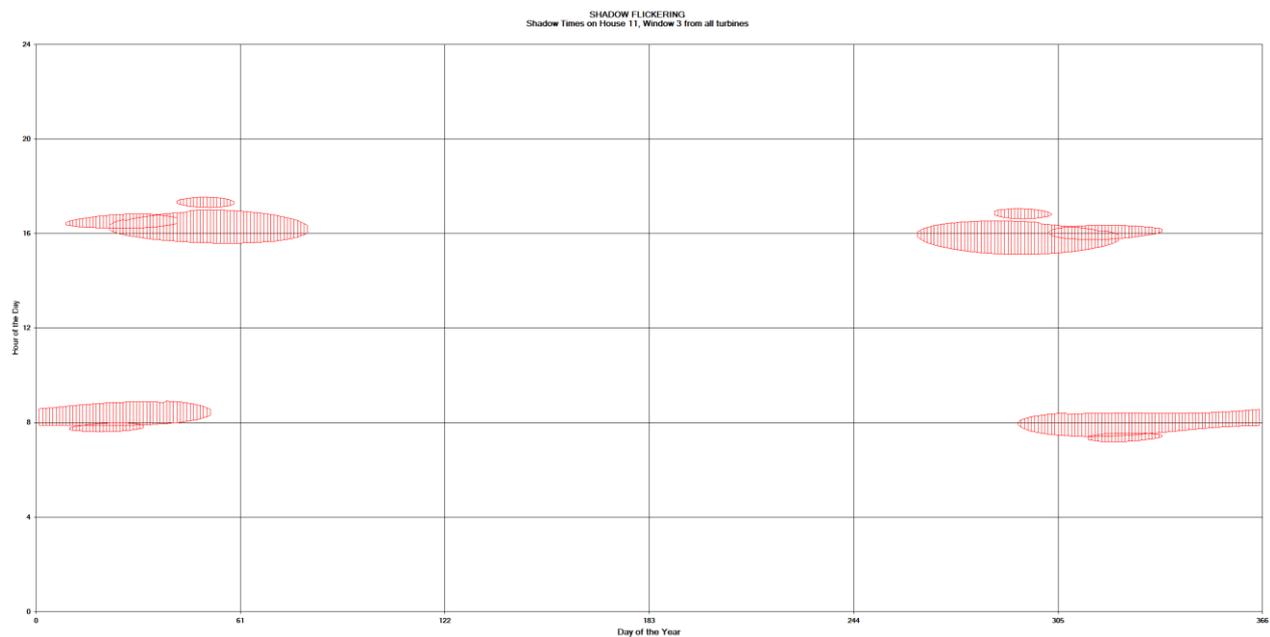


Figura 14 - Grafico che mostra per il recettore 11 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 3

La finestra n° 3 del recettore 11 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalle: WTG2, WTG3, WTG4, WTG5 e WTG7. Mostra la persistenza del fenomeno nei mesi autunnali ed invernali, nelle

ore pomeridiane per le WTG2, WTG3 e WTG4, e nelle ore mattutine per le WTG5 e WTG7.

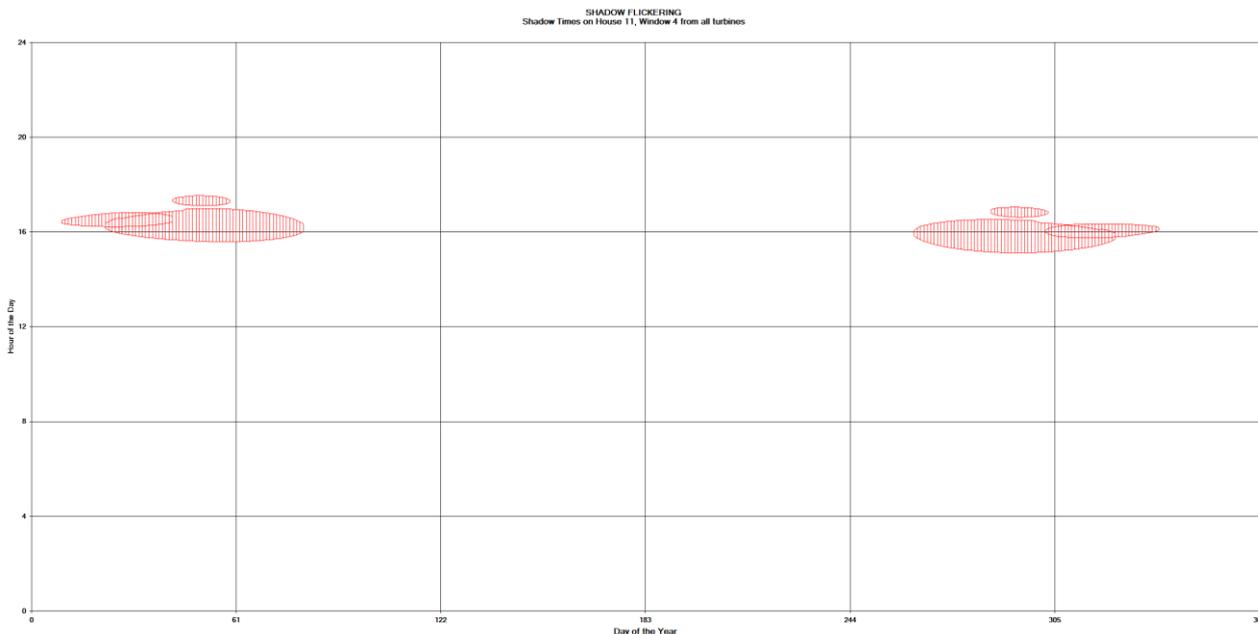


Figura 15 - Grafico che mostra per il recettore 11 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 4

La finestra n° 4 del recettore 11 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalle WTG2, WTG3 e dalla WTG4. Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore pomeridiane, nei mesi autunnali e invernali.

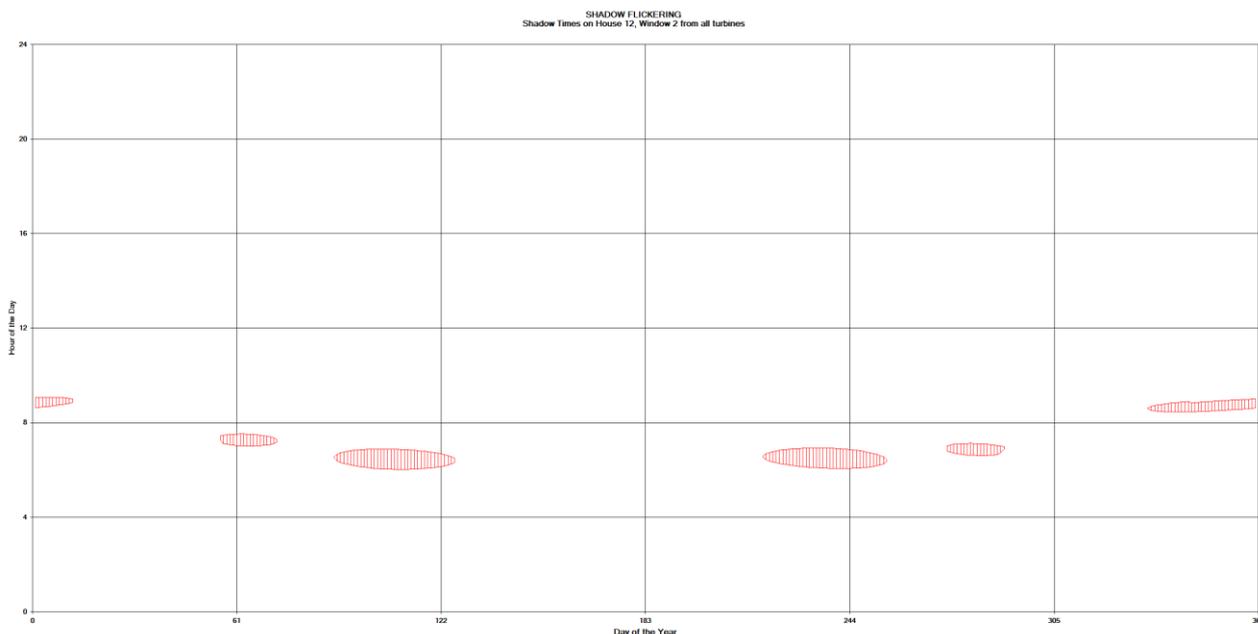


Figura 16 - Grafico che mostra per il recettore 12 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 2

La finestra n° 2 del recettore 12 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG5 nei mesi invernali, e dalle WTG8 e WTG10 dai mesi primaverili ed estivi. Mostra la persistenza del

fenomeno nelle ore mattutine della giornata.

L'analisi dei grafici mostra la persistenza del fenomeno sia nei mesi autunnali/invernali, che primaverili/estivi. Non si omette di sottolineare che i mesi autunnali/invernali risultano caratterizzati dalle peggiori condizioni metereologiche dell'anno e quindi da una maggiore probabilità di cielo coperto rendendo ancora più plausibili le considerazioni riportate in merito al "caso reale" in cui si è tenuto conto di un fattore correttivo dovuto alla possibilità di avere cielo nuvoloso.

Per quanto riguarda l'analisi dei mesi primaverili/estivi, l'oscillazione dell'ombra si concentra principalmente nelle ore mattutine in prossimità del sorgere del sole, rendendo quindi minimi anche in questo periodo gli effetti dovuti allo shadow flickering.

6. CONCLUSIONI

A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti si può concludere che il fenomeno dello *shadow-flickering* si basa su una stima cautelativa, in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale (non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra) e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, all'ipotesi di finestre poste su tutti e quattro lati degli edifici.

Pertanto, in 7 superfici finestrate non risulta soddisfatto il valore limite di riferimento di 30 ore/anno. Per tutti gli altri recettori indagati lo *shadow-flickering* risulta inferiore a 30 ore l'anno e a 30 minuti al giorno.

Va sottolineato comunque che:

- la velocità di rotazione delle turbine che verranno montate è 8,8 rpm (rotazioni al minuto), quindi nettamente inferiore a 50 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere;
- non sussiste una normativa italiana in materia, per cui il progetto non si pone in difformità a prescrizioni normative o prassi.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



7. ALLEGATI

A.1: ELENCO DEI RECETTORI

ID WindFarm	ID Recettore	Coord X	Coord Y	Comune	Foglio	Particella	Categoria	Distanza da WTG più vicina
1	R 40	475843	4636047	San Felice del Molise	21	227	D/10	734 m da WTG1
2	R 77	478134	4635791	Acquaviva Collecroce	6	227	D/10	801 m da WTG3
3	R 75	478037	4635714	Acquaviva Collecroce	6	231	D/10	888 m da WTG3
4	R 73	477635	4635988	Acquaviva Collecroce	6	230	D/10	709 m da WTG2
5	R 87	477251	4637623	San Felice del Molise	15	175	A/3	987 m da WTG2
6	R 86	477251	4637613	San Felice del Molise	15	318	A/4	978 m da WTG2
7	R 84	477179	4637533	San Felice del Molise	15	336	D/10	933 m da WTG2
8	R 81	477120	4637531	San Felice del Molise	15	241	D/10	959 m da WTG2
9	R 93	477984	4637304	Acquaviva Collecroce	4	199	A/4	723 m da WTG2
10	R 96	478773	4636770	Acquaviva Collecroce	5	178	D/10	228 m da WTG4
11	R 112	479224	4637209	Acquaviva Collecroce	2	211	D/10	464 m da WTG4
12	R 106	478816	4637827	Acquaviva Collecroce	2	212	D/10	793 m da WTG8
13	R 97	478354	4637797	Acquaviva Collecroce	1	154	D/10	923 m da WTG4
14	R 177	480199	4638579	Tavenna	19	547	A/4	916 m da WTG8
15	R 178	479476	4638701	Tavenna	19	548	A/4	833 m da WTG8
16	R 148	481085	4635754	Palata	21	117	D/10	368 m da WTG7
17	R 165	481585	4636933	Palata	16	399	A/3	947 m da WTG7
18	R 166	481590	4636964	Palata	16	399	A/3	976 m da WTG7
19	R 167	481622	4636954	Palata	16	399	A/3	984 m da WTG7
20	R 140	479950	4635347	Acquaviva Collecroce	12	731	D/10	933 m da WTG6
21	R 142	479973	4635380	Acquaviva Collecroce	13	249	A/4	895 m da WTG6



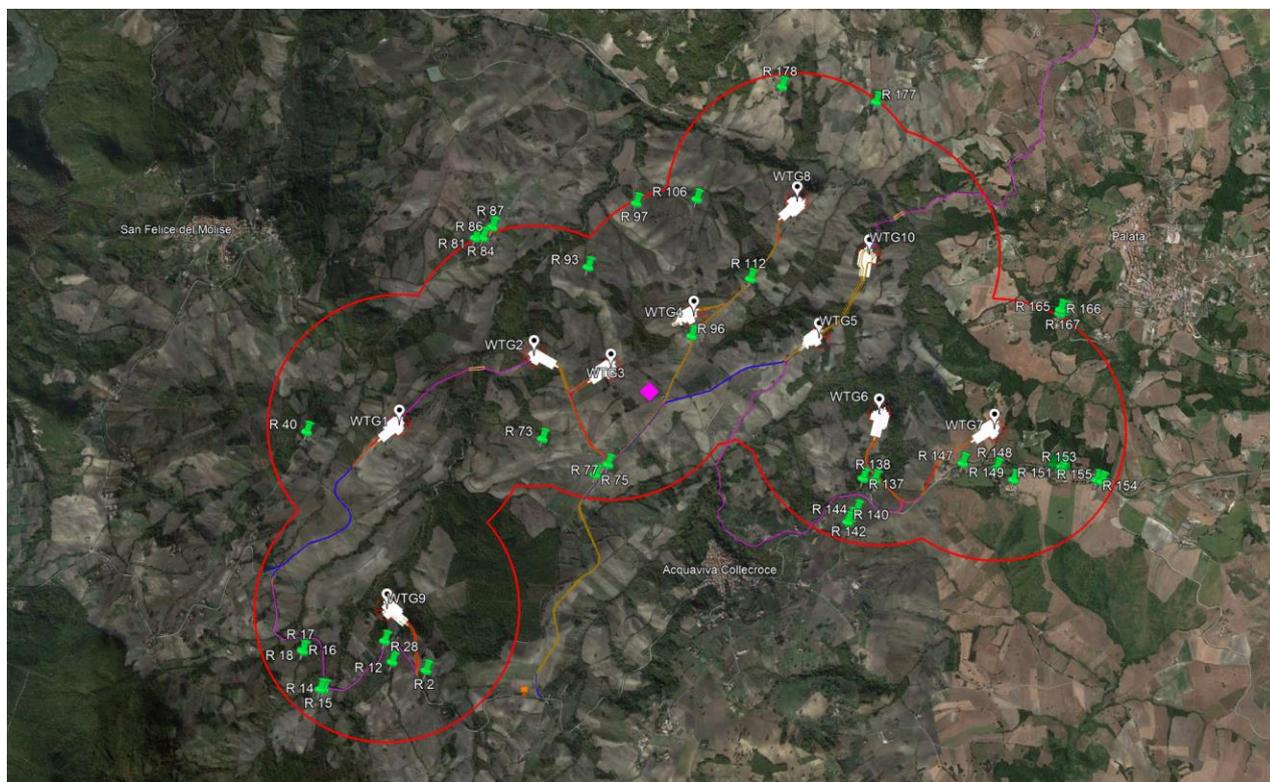
GRE CODE
GRE.EEC.K.73.IT.W.15235.05.029.03

PAGE
37 di/of 50

ID WindFarm	ID Recettore	Coord X	Coord Y	Comune	Foglio	Particella	Categoria	Distanza da WTG più vicina
22	R 144	480020	4635437	Acquaviva Collecroce	13	274	A/4	828 m da WTG6
23	R 137	480070	4635678	Acquaviva Collecroce	8	363	D/1	582 m da WTG6
24	R 138	480160	4635667	Acquaviva Collecroce	8	369	A/2	577 m da WTG6
25	R 12	476503	4634303	Castelmauro	3	270	A/4	468 m da WTG9
26	R 28	476447	4634461	Castelmauro	1	129	A/4	312 m da WTG9
27	R 14	475988	4634100	Castelmauro	2	341	D/10	833 m da WTG9
28	R 15	475963	4634099	Castelmauro	2	341	D/10	849 m da WTG9
29	R 16	475829	4634387	Castelmauro	2	357	D/10	758 m da WTG9
30	R 17	475827	4634395	Castelmauro	2	358	D/10	756 m da WTG9
31	R 18	475831	4634397	Castelmauro	2	356	D/10	751 m da WTG9
32	R 2	476760	4634238	Castelmauro	3	115	C/1	600 m da WTG9
33	R 147	480828	4635792	Palata	21	118	D/10	424 m da WTG7
34	R 149	481212	4635664	Palata	21	120	A/3	472 m da WTG7
35	R 150	481513	4635781	Palata	21	94	A/4	539 m da WTG7
36	R 151	481581	4635760	Palata	21	88	A/3	606 m da WTG7
37	R 152	481609	4635773	Palata	21	14	A/4	621 m da WTG7
38	R 153	481573	4635721	Palata	21	27A	B/1	623 m da WTG7
39	R 154	481844	4635661	Palata	21	87	A/4	879 m da WTG7
40	R 155	481881	4635648	Palata	21	91	A/4	917 m da WTG7

A/2	Abitazione di tipo civile
A/3	Abitazione di tipo economico
A/4	Abitazione di tipo popolare
B/1	Collegi e convitti, educandati; ricoveri; orfanotrofi; ospizi; conventi; seminari; caserme
C/1	Negozi e botteghe
D/1	Opifici
D/10	Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole

A.2: MAPPA DEI RECETTORI



A.3: RISULTATI DELL'ANALISI DELLA FLUTTUAZIONE D'OMBRA (WORST CASE)

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
1	R 40	1/1	475843	4636047	1	1	2	0	0	82	0 h 57 min	0 h 43 min	59 h 18 min
		1/2	475843	4636047	1	1	2	90	0	82	0 h 58 min	0 h 44 min	59 h 42 min
		1/3	475843	4636047	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		1/4	475843	4636047	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
2	R 77	2/1	478134	4635791	1	1	2	0	0	72	0 h 27 min	0 h 17 min	20 h 18 min
		2/2	478134	4635791	1	1	2	90	0	34	0 h 17 min	0 h 12 min	6 h 54 min
		2/3	478134	4635791	1	1	2	180	0	75	0 h 24 min	0 h 18 min	22 h 42 min
		2/4	478134	4635791	1	1	2	270	0	113	0 h 27 min	0 h 19 min	36 h 12 min
3	R 75	3/1	478037	4635714	1	1	2	0	0	76	0 h 28 min	0 h 19 min	23 h 24 min
		3/2	478037	4635714	1	1	2	90	0	30	0 h 16 min	0 h 13 min	6 h 36 min
		3/3	478037	4635714	1	1	2	180	0	79	0 h 25 min	0 h 18 min	23 h 30 min
		3/4	478037	4635714	1	1	2	270	0	125	0 h 28 min	0 h 19 min	40 h 24 min
4	R 73	4/1	477635	4635988	1	1	2	0	0	57	0 h 39 min	0 h 30 min	28 h 36 min
		4/2	477635	4635988	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		4/3	477635	4635988	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		4/4	477635	4635988	1	1	2	270	0	57	0 h 39 min	0 h 30 min	28 h 42 min
5	R 87	5/1	477251	4637623	1	1	2	0	0	25	0 h 19 min	0 h 14 min	6 h 6 min
		5/2	477251	4637623	1	1	2	90	0	112	0 h 40 min	0 h 18 min	33 h 24 min
		5/3	477251	4637623	1	1	2	180	0	87	0 h 40 min	0 h 19 min	27 h 18 min
		5/4	477251	4637623	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
6	R 86	6/1	477251	4637613	1	1	2	0	0	25	0 h 19 min	0 h 14 min	6 h 6 min
		6/2	477251	4637613	1	1	2	90	0	119	0 h 40 min	0 h 18 min	35 h 30 min
		6/3	477251	4637613	1	1	2	180	0	94	0 h 40 min	0 h 19 min	29 h 18 min

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
		6/4	477251	4637613	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
7	R 84	7/1	477179	4637533	1	1	2	0	0	24	0 h 18 min	0 h 14 min	5 h 54 min
		7/2	477179	4637533	1	1	2	90	0	154	0 h 36 min	0 h 20 min	51 h 12 min
		7/3	477179	4637533	1	1	2	180	0	130	0 h 36 min	0 h 21 min	45 h 12 min
		7/4	477179	4637533	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		8/1	477120	4637531	1	1	2	0	0	24	0 h 18 min	0 h 14 min	5 h 36 min
8	R 81	8/2	477120	4637531	1	1	2	90	0	159	0 h 34 min	0 h 20 min	52 h 48 min
		8/3	477120	4637531	1	1	2	180	0	135	0 h 34 min	0 h 21 min	47 h 6 min
		8/4	477120	4637531	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		9/1	477984	4637304	1	1	2	0	0	71	0 h 26 min	0 h 19 min	22 h 18 min
9	R 93	9/2	477984	4637304	1	1	2	90	0	142	1 h 7 min	0 h 29 min	69 h 6 min
		9/3	477984	4637304	1	1	2	180	0	121	1 h 7 min	0 h 43 min	86 h 54 min
		9/4	477984	4637304	1	1	2	270	0	51	0 h 59 min	0 h 47 min	40 h 24 min
		10/1	478773	4636770	1	1	2	0	0	56	0 h 41 min	0 h 32 min	29 h 42 min
10	R 96	10/2	478773	4636770	1	1	2	90	0	106	0 h 41 min	0 h 28 min	50 h 0 min
		10/3	478773	4636770	1	1	2	180	0	110	1 h 29 min	1 h 1 min	112 h 24 min
		10/4	478773	4636770	1	1	2	270	0	95	1 h 29 min	0 h 58 min	92 h 36 min
		11/1	479224	4637209	1	1	2	0	0	71	0 h 44 min	0 h 34 min	40 h 6 min
11	R 112	11/2	479224	4637209	1	1	2	90	0	196	1 h 13 min	0 h 46 min	151 h 0 min
		11/3	479224	4637209	1	1	2	180	0	184	2 h 26 min	1 h 27 min	266 h 0 min
		11/4	479224	4637209	1	1	2	270	0	147	1 h 49 min	1 h 4 min	155 h 48 min
		12/1	478816	4637827	1	1	2	0	0	74	0 h 51 min	0 h 40 min	48 h 48 min
12	R 106	12/2	478816	4637827	1	1	2	90	0	156	0 h 51 min	0 h 31 min	80 h 0 min
		12/3	478816	4637827	1	1	2	180	0	86	0 h 53 min	0 h 35 min	49 h 54 min
		12/4	478816	4637827	1	1	2	270	0	50	0 h 28 min	0 h 23 min	19 h 12 min

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
13	R 97	13/1	478354	4637797	1	1	2	0	0	46	0 h 33 min	0 h 25 min	19 h 30 min
		13/2	478354	4637797	1	1	2	90	0	159	0 h 34 min	0 h 22 min	57 h 24 min
		13/3	478354	4637797	1	1	2	180	0	113	0 h 34 min	0 h 20 min	37 h 48 min
		13/4	478354	4637797	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
14	R 177	14/1	480199	4638579	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		14/2	480199	4638579	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		14/3	480199	4638579	1	1	2	180	0	35	0 h 14 min	0 h 12 min	7 h 6 min
		14/4	480199	4638579	1	1	2	270	0	35	0 h 14 min	0 h 12 min	7 h 6 min
15	R 178	15/1	479476	4638701	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		15/2	479476	4638701	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		15/3	479476	4638701	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		15/4	479476	4638701	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
16	R 148	16/1	481085	4635754	1	1	2	0	0	75	0 h 45 min	0 h 37 min	46 h 0 min
		16/2	481085	4635754	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		16/3	481085	4635754	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		16/4	481085	4635754	1	1	2	270	0	75	0 h 45 min	0 h 37 min	46 h 6 min
17	R 165	17/1	481585	4636933	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		17/2	481585	4636933	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		17/3	481585	4636933	1	1	2	180	0	30	0 h 23 min	0 h 19 min	9 h 18 min
		17/4	481585	4636933	1	1	2	270	0	30	0 h 23 min	0 h 19 min	9 h 18 min
18	R 166	18/1	481590	4636964	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		18/2	481590	4636964	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		18/3	481590	4636964	1	1	2	180	0	30	0 h 23 min	0 h 19 min	9 h 12 min
		18/4	481590	4636964	1	1	2	270	0	30	0 h 23 min	0 h 19 min	9 h 12 min
19	R 167	19/1	481622	4636954	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		19/2	481622	4636954	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		19/3	481622	4636954	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		19/4	481622	4636954	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
20	R 140	20/1	479950	4635347	1	1	2	0	0	37	0 h 23 min	0 h 17 min	10 h 36 min

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
		20/2	479950	4635347	1	1	2	90	0	37	0 h 23 min	0 h 17 min	10 h 36 min
		20/3	479950	4635347	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		20/4	479950	4635347	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
21	R 142	21/1	479973	4635380	1	1	2	0	0	36	0 h 16 min	0 h 11 min	6 h 30 min
		21/2	479973	4635380	1	1	2	90	0	36	0 h 16 min	0 h 11 min	6 h 42 min
		21/3	479973	4635380	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		21/4	479973	4635380	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
22	R 144	22/1	480020	4635437	1	1	2	0	0	55	0 h 33 min	0 h 27 min	24 h 42 min
		22/2	480020	4635437	1	1	2	90	0	55	0 h 33 min	0 h 27 min	24 h 48 min
		22/3	480020	4635437	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		22/4	480020	4635437	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
23	R 137	23/1	480070	4635678	1	1	2	0	0	101	0 h 40 min	0 h 32 min	54 h 36 min
		23/2	480070	4635678	1	1	2	90	0	101	0 h 40 min	0 h 32 min	54 h 48 min
		23/3	480070	4635678	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		23/4	480070	4635678	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
24	R 138	24/1	480160	4635667	1	1	2	0	0	88	0 h 43 min	0 h 38 min	56 h 6 min
		24/2	480160	4635667	1	1	2	90	0	88	0 h 43 min	0 h 38 min	56 h 18 min
		24/3	480160	4635667	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		24/4	480160	4635667	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
25	R 12	25/1	476503	4634303	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		25/2	476503	4634303	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		25/3	476503	4634303	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		25/4	476503	4634303	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
26	R 28	26/1	476447	4634461	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		26/2	476447	4634461	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		26/3	476447	4634461	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		26/4	476447	4634461	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
27	R 14	27/1	475988	4634100	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		27/2	475988	4634100	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
		27/3	475988	4634100	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		27/4	475988	4634100	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
28	R 15	28/1	475963	4634099	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		28/2	475963	4634099	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		28/3	475963	4634099	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		28/4	475963	4634099	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
29	R 16	29/1	475829	4634387	1	1	2	0	0	80	0 h 56 min	0 h 47 min	62 h 30 min
		29/2	475829	4634387	1	1	2	90	0	80	0 h 56 min	0 h 47 min	0 h 0 min
		29/3	475829	4634387	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		29/4	475829	4634387	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
30	R 17	30/1	475827	4634395	1	1	2	0	0	84	0 h 56 min	0 h 47 min	66 h 12 min
		30/2	475827	4634395	1	1	2	90	0	84	0 h 56 min	0 h 47 min	0 h 0 min
		30/3	475827	4634395	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		30/4	475827	4634395	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
31	R 18	31/1	475831	4634397	1	1	2	0	0	83	0 h 57 min	0 h 47 min	66 h 12 min
		31/2	475831	4634397	1	1	2	90	0	84	0 h 57 min	0 h 47 min	0 h 0 min
		31/3	475831	4634397	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		31/4	475831	4634397	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
32	R 2	32/1	476760	4634238	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		32/2	476760	4634238	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		32/3	476760	4634238	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		32/4	476760	4634238	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
33	R 147	33/1	480828	4635792	1	1	2	0	0	32	0 h 29 min	0 h 23 min	0 h 0 min
		33/2	480828	4635792	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		33/3	480828	4635792	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		33/4	480828	4635792	1	1	2	270	0	32	0 h 29 min	0 h 23 min	12 h 30 min
34	R 149	34/1	481212	4635664	1	1	2	0	0	67	0 h 39 min	0 h 32 min	0 h 0 min
		34/2	481212	4635664	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min

Num.	ID	ID WindFarm / Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num. di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
		34/3	481212	4635664	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		34/4	481212	4635664	1	1	2	270	0	67	0 h 39 min	0 h 32 min	35 h 36 min
35	R 150	35/1	481513	4635781	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		35/2	481513	4635781	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		35/3	481513	4635781	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		35/4	481513	4635781	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
36	R 151	36/1	481581	4635760	1	1	2	0	0	38	0 h 38 min	0 h 30 min	18 h 54 min
		36/2	481581	4635760	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		36/3	481581	4635760	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		36/4	481581	4635760	1	1	2	270	0	38	0 h 38 min	0 h 30 min	19 h 6 min
37	R 152	37/1	481609	4635773	1	1	2	0	0	56	0 h 53 min	0 h 42 min	39 h 30 min
		37/2	481609	4635773	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		37/3	481609	4635773	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		37/4	481609	4635773	1	1	2	270	0	56	0 h 53 min	0 h 43 min	39 h 36 min
38	R 153	38/1	481573	4635721	1	1	2	0	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		38/2	481573	4635721	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		38/3	481573	4635721	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		38/4	481573	4635721	1	1	2	270	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
39	R 154	39/1	481844	4635661	1	1	2	0	0	64	0 h 46 min	0 h 36 min	38 h 12 min
		39/2	481844	4635661	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		39/3	481844	4635661	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		39/4	481844	4635661	1	1	2	270	0	64	0 h 46 min	0 h 36 min	38 h 24 min
40	R 155	40/1	481881	4635648	1	1	2	0	0	65	0 h 46 min	0 h 36 min	39 h 0 min
		40/2	481881	4635648	1	1	2	90	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		40/3	481881	4635648	1	1	2	180	0	0	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
		40/4	481881	4635648	1	1	2	270	0	66	0 h 46 min	0 h 35 min	39 h 6 min

A.4: CONFRONTO TRA WORST CASE E STATISTICAL REAL CASE

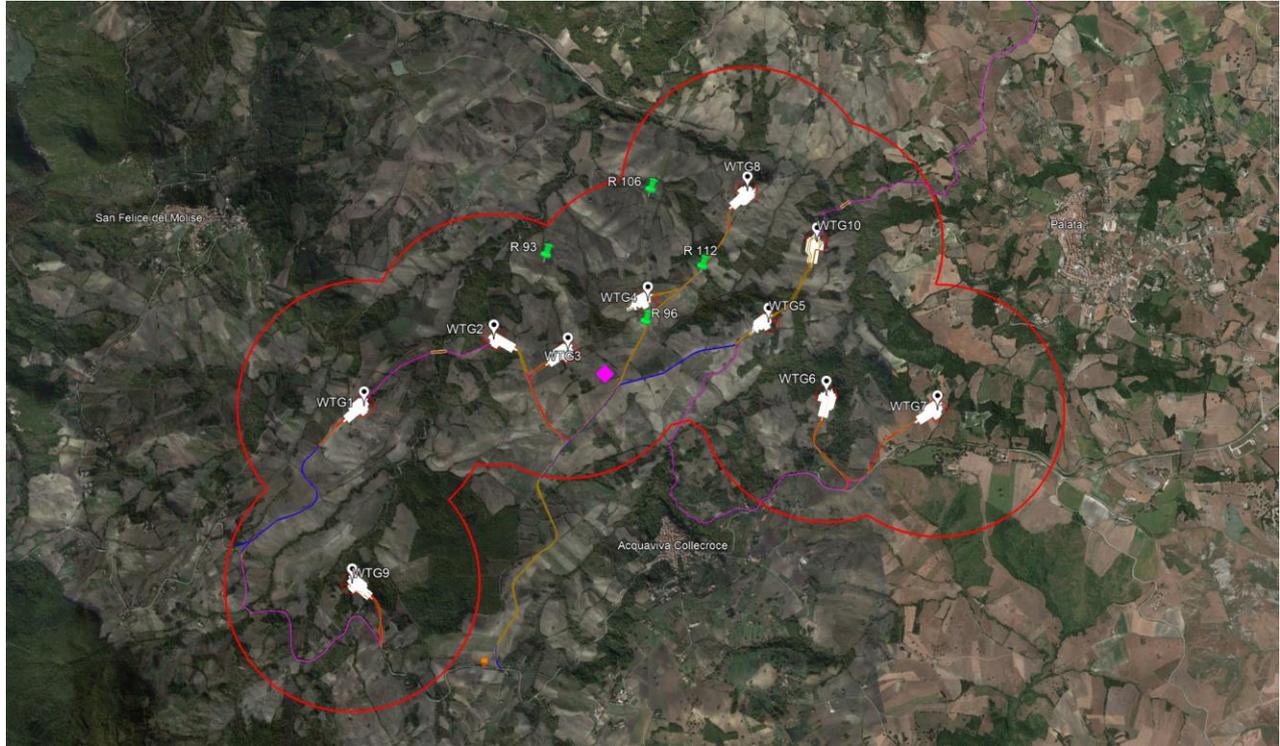
ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
R 40	1/1	0 h 57 min	59 h 18 min	0 h 24 min	25 h 3 min
	1/2	0 h 58 min	59 h 42 min	0 h 24 min	25 h 13 min
	1/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	1/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 77	2/1	0 h 27 min	20 h 18 min	0 h 11 min	8 h 34 min
	2/2	0 h 17 min	6 h 54 min	0 h 7 min	2 h 55 min
	2/3	0 h 24 min	22 h 42 min	0 h 10 min	9 h 35 min
	2/4	0 h 27 min	36 h 12 min	0 h 11 min	15 h 17 min
R 75	3/1	0 h 28 min	23 h 24 min	0 h 12 min	9 h 53 min
	3/2	0 h 16 min	6 h 36 min	0 h 7 min	2 h 47 min
	3/3	0 h 25 min	23 h 30 min	0 h 11 min	9 h 56 min
	3/4	0 h 28 min	40 h 24 min	0 h 12 min	17 h 4 min
R 73	4/1	0 h 39 min	28 h 36 min	0 h 16 min	12 h 5 min
	4/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	4/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	4/4	0 h 39 min	28 h 42 min	0 h 16 min	12 h 7 min
R 87	5/1	0 h 19 min	6 h 6 min	0 h 8 min	2 h 35 min
	5/2	0 h 40 min	33 h 24 min	0 h 17 min	14 h 6 min
	5/3	0 h 40 min	27 h 18 min	0 h 17 min	11 h 32 min
	5/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 86	6/1	0 h 19 min	6 h 6 min	0 h 8 min	2 h 35 min
	6/2	0 h 40 min	35 h 30 min	0 h 17 min	14 h 60 min
	6/3	0 h 40 min	29 h 18 min	0 h 17 min	12 h 23 min
	6/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 84	7/1	0 h 18 min	5 h 54 min	0 h 8 min	2 h 30 min
	7/2	0 h 36 min	51 h 12 min	0 h 15 min	21 h 38 min
	7/3	0 h 36 min	45 h 12 min	0 h 15 min	19 h 6 min
	7/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 81	8/1	0 h 18 min	5 h 36 min	0 h 8 min	2 h 22 min
	8/2	0 h 34 min	52 h 48 min	0 h 14 min	22 h 18 min
	8/3	0 h 34 min	47 h 6 min	0 h 14 min	19 h 54 min
	8/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 93	9/1	0 h 26 min	22 h 18 min	0 h 11 min	9 h 25 min
	9/2	1 h 7 min	69 h 6 min	0 h 28 min	29 h 11 min
	9/3	1 h 7 min	86 h 54 min	0 h 28 min	36 h 42 min
	9/4	0 h 59 min	40 h 24 min	0 h 25 min	17 h 4 min
R 96	10/1	0 h 41 min	29 h 42 min	0 h 17 min	12 h 33 min
	10/2	0 h 41 min	50 h 0 min	0 h 17 min	21 h 7 min
	10/3	1 h 29 min	112 h 24 min	0 h 38 min	47 h 29 min

ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
	10/4	1 h 29 min	92 h 36 min	0 h 38 min	39 h 7 min
R 112	11/1	0 h 44 min	40 h 6 min	0 h 19 min	16 h 56 min
	11/2	1 h 13 min	151 h 0 min	0 h 31 min	63 h 47 min
	11/3	2 h 26 min	266 h 0 min	1 h 2 min	112 h 22 min
	11/4	1 h 49 min	155 h 48 min	0 h 46 min	65 h 49 min
R 106	12/1	0 h 51 min	48 h 48 min	0 h 22 min	20 h 37 min
	12/2	0 h 51 min	80 h 0 min	0 h 22 min	33 h 48 min
	12/3	0 h 53 min	49 h 54 min	0 h 23 min	21 h 5 min
	12/4	0 h 28 min	19 h 12 min	0 h 12 min	8 h 7 min
R 97	13/1	0 h 33 min	19 h 30 min	0 h 14 min	8 h 14 min
	13/2	0 h 34 min	57 h 24 min	0 h 14 min	24 h 15 min
	13/3	0 h 34 min	37 h 48 min	0 h 14 min	15 h 58 min
	13/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 177	14/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	14/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	14/3	0 h 14 min	7 h 6 min	0 h 6 min	2 h 60 min
	14/4	0 h 14 min	7 h 6 min	0 h 6 min	2 h 60 min
R 178	15/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	15/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	15/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	15/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 148	16/1	0 h 45 min	46 h 0 min	0 h 19 min	19 h 26 min
	16/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	16/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	16/4	0 h 45 min	46 h 6 min	0 h 19 min	19 h 28 min
R 165	17/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	17/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	17/3	0 h 23 min	9 h 18 min	0 h 10 min	3 h 56 min
	17/4	0 h 23 min	9 h 18 min	0 h 10 min	3 h 56 min
R 166	18/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	18/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	18/3	0 h 23 min	9 h 12 min	0 h 10 min	3 h 53 min
	18/4	0 h 23 min	9 h 12 min	0 h 10 min	3 h 53 min
R 167	19/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	19/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	19/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	19/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 140	20/1	0 h 23 min	10 h 36 min	0 h 10 min	4 h 29 min
	20/2	0 h 23 min	10 h 36 min	0 h 10 min	4 h 29 min
	20/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	20/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min

ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
R 142	21/1	0 h 16 min	6 h 30 min	0 h 7 min	2 h 45 min
	21/2	0 h 16 min	6 h 42 min	0 h 7 min	2 h 50 min
	21/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	21/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 144	22/1	0 h 33 min	24 h 42 min	0 h 14 min	10 h 26 min
	22/2	0 h 33 min	24 h 48 min	0 h 14 min	10 h 29 min
	22/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	22/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 137	23/1	0 h 40 min	54 h 36 min	0 h 17 min	23 h 4 min
	23/2	0 h 40 min	54 h 48 min	0 h 17 min	23 h 9 min
	23/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	23/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 138	24/1	0 h 43 min	56 h 6 min	0 h 18 min	23 h 42 min
	24/2	0 h 43 min	56 h 18 min	0 h 18 min	23 h 47 min
	24/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	24/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 12	25/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	25/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	25/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	25/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 28	26/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	26/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	26/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	26/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 14	27/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	27/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	27/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	27/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 15	28/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	28/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	28/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	28/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 16	29/1	0 h 56 min	62 h 18 min	0 h 24 min	26 h 19 min
	29/2	0 h 56 min	62 h 30 min	0 h 24 min	26 h 24 min
	29/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	29/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 17	30/1	0 h 56 min	66 h 0 min	0 h 24 min	27 h 53 min
	30/2	0 h 56 min	66 h 12 min	0 h 24 min	27 h 58 min
	30/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	30/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 18	31/1	0 h 57 min	65 h 54 min	0 h 24 min	27 h 50 min

ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
	31/2	0 h 57 min	66 h 12 min	0 h 24 min	27 h 58 min
	31/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	31/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 2	32/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	32/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	32/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	32/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 147	33/1	0 h 29 min	12 h 24 min	0 h 12 min	5 h 14 min
	33/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	33/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	33/4	0 h 29 min	12 h 30 min	0 h 12 min	5 h 17 min
R 149	34/1	0 h 39 min	35 h 30 min	0 h 16 min	14 h 60 min
	34/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	34/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	34/4	0 h 39 min	35 h 36 min	0 h 16 min	15 h 2 min
R 150	35/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	35/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	35/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	35/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 151	36/1	0 h 38 min	18 h 54 min	0 h 16 min	7 h 59 min
	36/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	36/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	36/4	0 h 38 min	19 h 6 min	0 h 16 min	8 h 4 min
R 152	37/1	0 h 53 min	39 h 30 min	0 h 22 min	16 h 41 min
	37/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	37/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	37/4	0 h 53 min	39 h 36 min	0 h 22 min	16 h 44 min
R 153	38/1	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	38/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	38/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	38/4	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
R 154	39/1	0 h 46 min	38 h 12 min	0 h 20 min	16 h 8 min
	39/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	39/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	39/4	0 h 46 min	38 h 24 min	0 h 20 min	16 h 13 min
R 155	40/1	0 h 46 min	39 h 0 min	0 h 19 min	16 h 28 min
	40/2	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	40/3	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
	40/4	0 h 46 min	39 h 6 min	0 h 19 min	16 h 31 min

A.5: MAPPA DEI RECETTORI PER I QUALI VIENE SUPERATO IL VALORE N° ORE/ANNO



A.6: MAPPA DI ISO OMBREGGIAMENTO

