

REGIONE  
PUGLIA



COMUNE DI SPINAZZOLA (BAT)

Località "Masseria Capo Posto"

REGIONE  
BASILICATA



Provincia  
B.A.T.



COMUNE DI MONTEMILONE (PZ)

Località "La Sterpara"

Provincia  
Potenza



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 11 AEROGENERATORI E  
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

ELABORATO

AM04

PROPONENTE:



ITW  
Spinazzola1

**ITW SPINAZZOLA 1 S.R.L.**

Sede Legale Via Del Gallitello, 89  
85100 Potenza (PZ)  
P.IVA 02054880766

CONSULENZA:

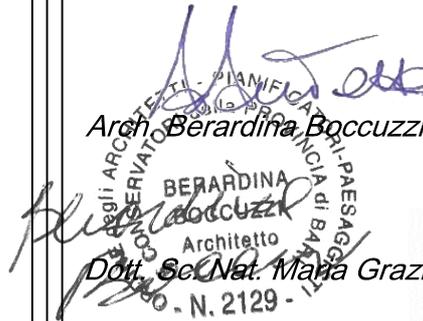


Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari tel. 080 3219948 fax. 080 2020986

Dott. Ing. Alessandro Antezza



Arch. Berardina Boccuzzi



Dott. Sc. Nat. Maria Grazia Fracalvieri

II DIRETTORE TECNICO  
Dott. Ing. Orazio Tricarico



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	DIC 2019	B.B. - M.G.F.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

Progetto	<i>PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 11 AEROGENERATORI E DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R. T. N.</i>				
Regione	<i>Puglia - Basilicata</i>				
Comune	<i>Spinazzola (Provincia BAT – Regione Puglia) – Montemilone (Provincia PZ – Regione Basilicata)</i>				
Proponente	<i>ITW SPINAZZOLA 1 S.R.L. Sede Legale Via Del Gallitello, 89 85100 Potenza (PZ)</i>				
Redazione SIA	<i>ATECH S.R.L. – Società di Ingegneria e Servizi di Ingegneria Sede Legale Via della Resistenza 48 70125 Bari (BA)</i>				
Documento	<i>Relazione sull'evoluzione dell'ombra indotta</i>				
Revisione	<i>00</i>				
Emissione	<i>Dicembre 2019</i>				
Redatto	<i>B.B. - M.G.F. – ed altri</i>	Verificato	<i>A.A.</i>	Approvato	<i>O.T.</i>

Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Ing. Alessandro Antezza Arch. Berardina Boccuzzi Ing. Alessandrina Ester Calabrese Ing. Sara Calabritta Arch. Claudia Cascella Dott. Naturalista Maria Grazia Fraccalvieri Ing. Emanuela Palazzotto Ing. Orazio Tricarico</i>
Verificato:	<i>Ing. Alessandro Antezza (Socio di Atech srl)</i>
Approvato:	<i>Ing. Orazio Tricarico (Amministratore Unico e Direttore Tecnico di Atech srl)</i>

*Questo rapporto è stato preparato da Atech Srl secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.*

*Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Atech Srl non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.*

*Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di ITW SPINAZZOLA 1 S.R.L., Atech Srl non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Atech Srl.*

*I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.*

*Atech Srl non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.*



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **ITW SPINAZZOLA 1 Srl**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 11 turbine e relative opere di connessione da realizzarsi nel comune di Spinazzola (BAT)

<b>1.PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA.....</b>	<b>4</b>
<b>4.EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DALL'IMPIANTO.....</b>	<b>6</b>

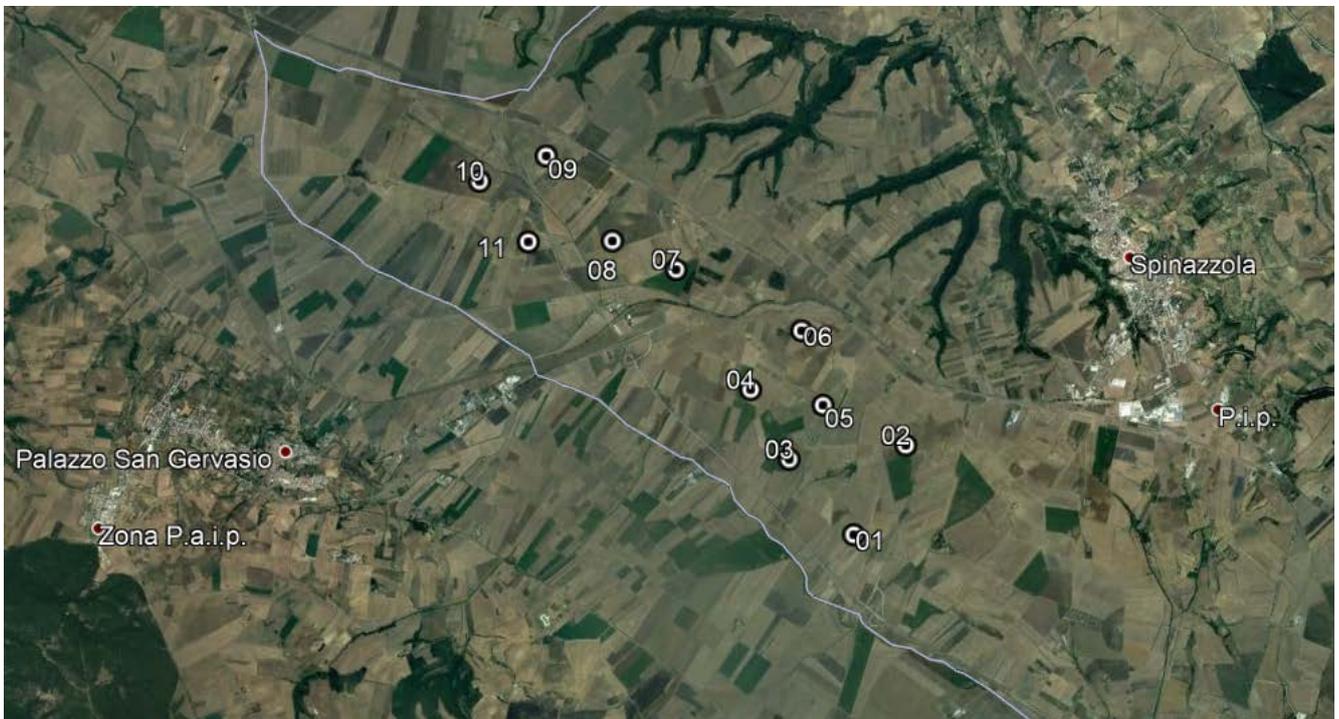


## 1. PREMESSA

Il presente documento, allegato allo Studio di Impatto Ambientale, analizza l'evoluzione dell'ombra (shadow flickering) indotta dagli aerogeneratori nell'area in cui sono inseriti.

## 2. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in oggetto consiste nella realizzazione di un impianto eolico, costituito da 11 aerogeneratori aventi potenza complessiva di 70 MW situati nel comune di Spinazzola (BAT – Regione Puglia).



**Figura 2-1: Layout di progetto su ortofoto**

Il layout dell'impianto è costituito da **11 turbine eoliche** ciascuna avente **diametro rotore fino a 170 m e altezza al mozzo fino a 115 metri**, ciascuna aventi **potenza massima pari a 6,8 MW**.

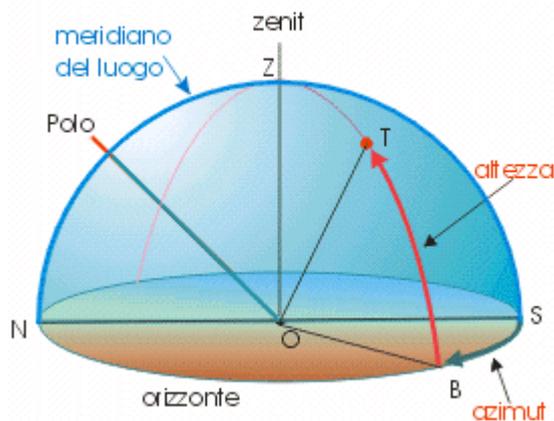
L'energia prodotta dagli aerogeneratori sarà raccolta dalla cabina di consegna d'impianto, dotata di trasformatore MT/AT, da realizzarsi in adiacenza alla stazione di consegna Terna ubicata nel territorio del comune di Montemilone (PZ – Regione Basilicata) in *località "La Sterpara"*.



### 3. ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA

La posizione occupata da un oggetto nel cielo, come il sole, può essere univocamente individuata con due coordinate angolari: azimut ed elevazione.

L'azimut si misura in senso orario sul piano orizzontale a partire dal nord geografico fino al punto sull'orizzonte direttamente sotto all'oggetto; l'elevazione o altezza si misura sul piano verticale, partendo dal suddetto punto, su fino all'oggetto.



**Figura 3-1: Individuazione dell'altezza e dell'azimut**

Poiché la Terra si muove rispetto al sole, l'azimut e l'elevazione cambiano continuamente nel tempo ed il percorso seguito nel cielo durante il giorno dal sole appare più o meno come un arco. Ogni giorno ha il suo arco, il quale si discosta leggermente sia da quello percorso il giorno precedente sia da quello che percorrerà il giorno seguente. Tuttavia un certo arco si ripete quasi esattamente ogni anno.

Per giorno s'intende il periodo nel quale giunge a noi la luce solare diretta.; quindi la durata del giorno è il tempo che intercorre tra alba e tramonto.

La durata del giorno non coincide con la durata della luce naturale.

Infatti sia prima dell'alba sia dopo il tramonto ci sono intervalli di tempo, chiamati entrambe crepuscolo (rispettivamente crepuscolo mattutino e crepuscolo serale o serotino), durante i quali giunge a terra una luce diffusa naturale fornita dai livelli atmosferici superiori.

Questi, trovandosi a quota superiore, ricevono infatti luce solare diretta per un tempo più lungo e ne riflettono una parte verso la terra. Senza atmosfera il passaggio dal giorno alla notte e viceversa



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **ITW SPINAZZOLA 1 Srl**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

*Progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 11 turbine e relative opere di connessione da realizzarsi nel comune di Spinazzola (BAT)*

sarebbe immediato e brusco; la durata dell'illuminazione solare è quindi pari alla somma della durata del giorno e della durata dei crepuscoli mattutino e serale.



Elaborato: **Relazione sull'evoluzione dell'ombra indotta**

Rev. 0 – Dicembre 2019

Pagina 5 di 14

#### 4. EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DALL'IMPIANTO

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta.

Rispetto alle altre strutture sviluppate in altezza (come tralicci della alta tensione, pali della illuminazione, pali di media tensione, torrini piezometrici, silos, ecc), il problema che può determinare un aerogeneratore non è la proiezione dell'ombra sul terreno e/o strutture esistenti, bensì il movimento della stessa dovuto alla rotazione delle pale.

Una progettazione attenta a questa problematica permette di evitare lo spiacevole fenomeno di flickering (turbina in moto interposta tra una fonte luminosa e l'osservatore) 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.

A tal proposito è stato prodotto lo studio dell'evoluzione dell'ombra generata dagli aerogeneratori, eseguito grazie all'ausilio di un software che effettua analisi informative territoriali sulla base di cartografie digitali in 3D.

Il software ha permesso l'esecuzione dei calcoli della proiezione dell'ombra nell'arco di un intero anno solare.

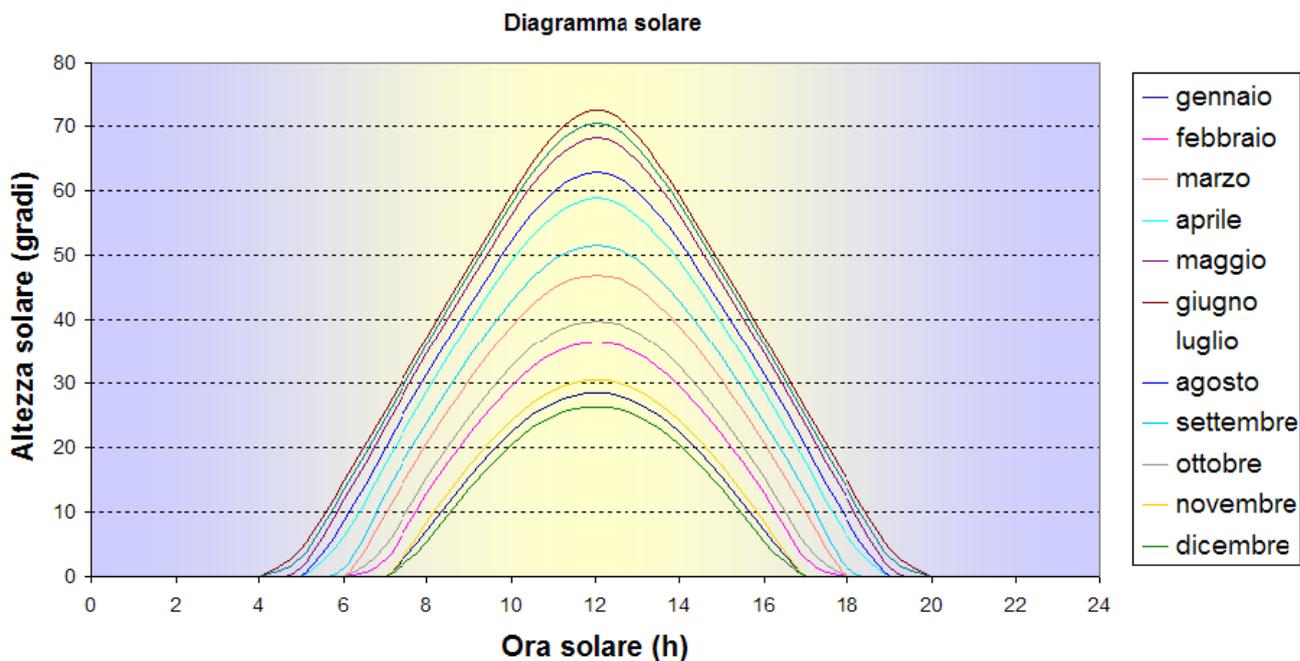


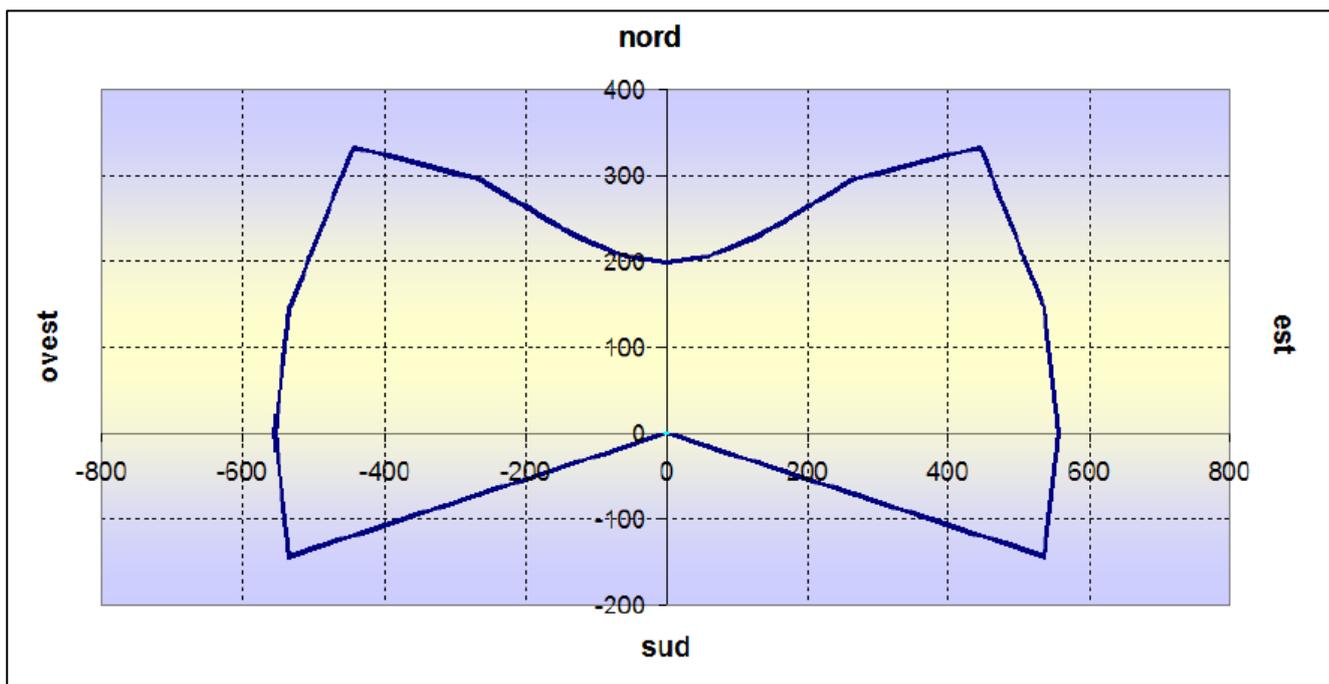
Figura 4-1: Diagramma solare della zona di Spinazzola



Le simulazioni sono state effettuate considerando due diversi scenari:

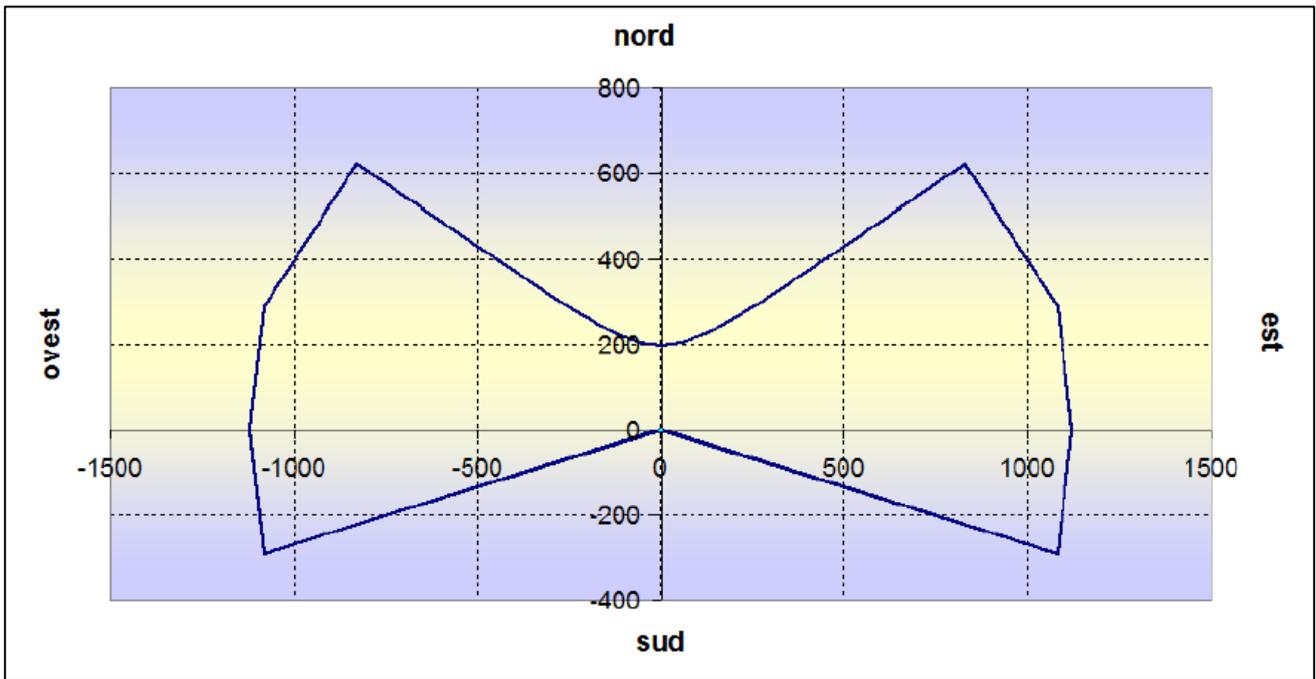
- sole con un'altezza sull'orizzonte di 5°;
- sole con un'altezza sull'orizzonte di 10°.

Vengono così generate due aree di ombreggiamento; una più estesa, quella a 5°, in cui l'ombreggiamento avviene dalle ore 5 a.m. alle ore 19 p.m., ed una più ristretta, a 10°, dove si considera l'ombreggiamento dalle ore 5,30 a.m. alle ore 18.30 p.m.



**Figura 4-2: Diagramma di ombreggiamento della zona di Spinazzola (angolo limite 10°)**





**Figura 4-3: Diagramma di ombreggiamento della zona di Spinazzola (angolo limite 5°)**

I diagrammi in figura mostrano, al variare dell'angolo limite considerato e quindi della altezza solare rispetto all'orizzonte, l'ombreggiamento di un aerogeneratore nell'arco della giornata esteso all'intero anno solare.

Tale ombreggiamento, determinato per una superficie piana, è stato poi adattato alla orografia del suolo, note le quote altimetriche del terreno dell'area del parco.

La differenziazione di colore individua il passaggio dell'altezza dell'angolo solare da 5° a 10°, individua, quindi, la proiezione dell'ombra con angolo limite di 5° e 10°.

Lo studio dell'ombreggiamento è finalizzato alla verifica dell'effetto flickering sui ricettori sensibili (rappresentati nell'immagine seguente) presenti nei pressi del parco eolico.





**Figura 4-4: Individuazione dei ricettori sensibili nell'area dell'impianto eolico**

Nel dettaglio si analizzano i 12 ricettori sensibili individuati nell'area di impianto, tutti rientranti nel territorio comunale di Spinazzola (BAT – Regione Puglia):

- R1 – masseria agricola – in uso;
- R2 - masseria agricola – in abbandono;
- R3 - masseria agricola – in abbandono;
- R4 - masseria agricola – in uso;
- R5 - masseria agricola – in uso;
- R6 - masseria agricola – in uso;
- R7 - masseria agricola – in uso;
- R8 - masseria agricola – in uso;
- R9 - masseria agricola – in abbandono;
- R10 - masseria agricola – in uso;
- R11 - masseria agricola – in uso;
- R12 - masseria agricola – in uso;



L'effetto flickering, ossia l'oscillazione dell'ombra prodotta dal rotore, non deve verificarsi, secondo la normativa vigente, in maniera prolungata in prossimità di abitazioni, masserie, o comunque luoghi dove sia prevista una sosta superiore alle 4 ore.

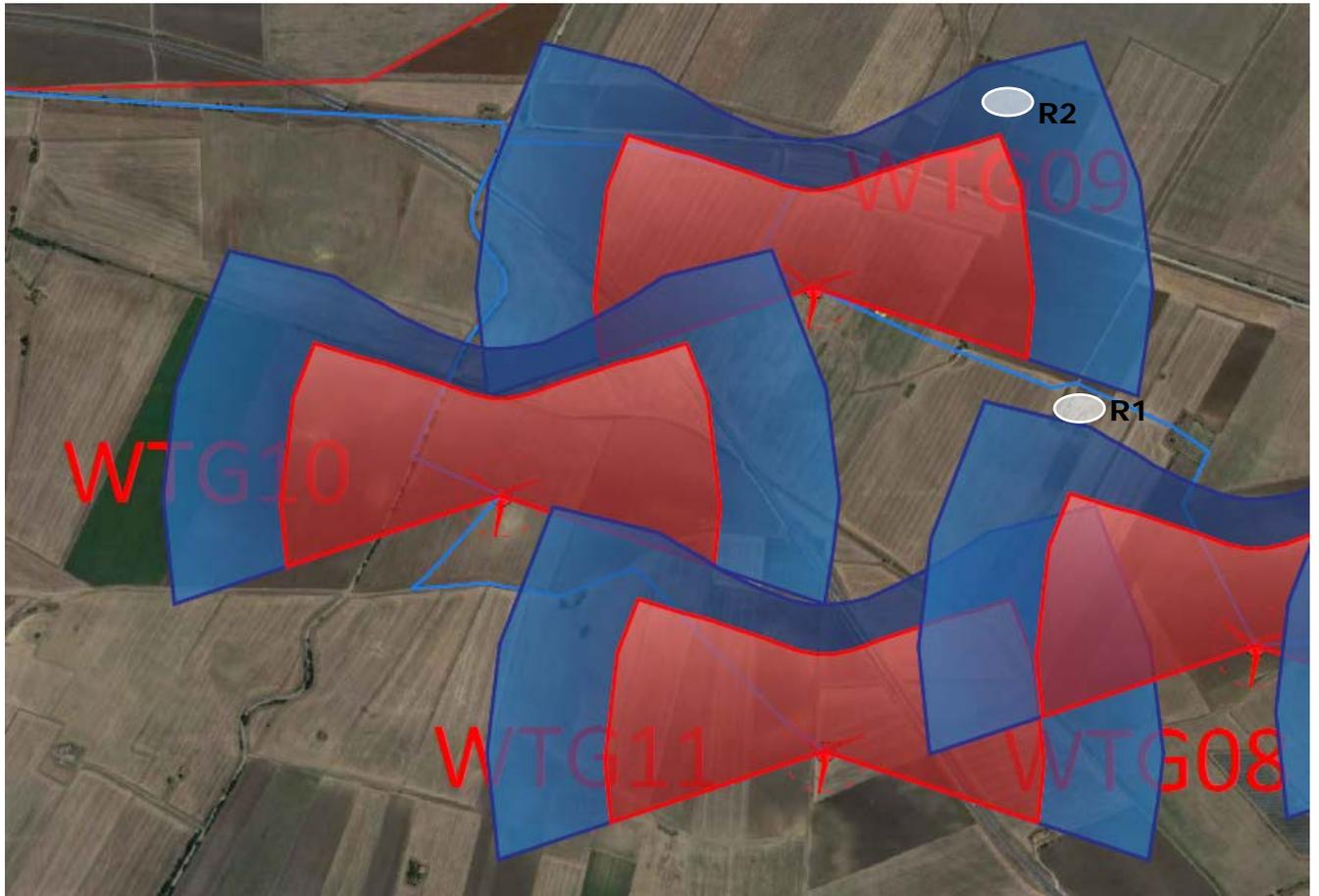
Si è quindi analizzata **l'intensità dell'effetto flickering**, valutandola in base al quantitativo di ore (da 0 a 4) in cui il flickering ha interferenza con i recettori sensibili considerati, così come schematizzato di seguito:

- ❖ Assenza di flickering  $F = 0$ ;
- ❖ Flickering trascurabile  $F = 1$ ;
- ❖ Flickering di lieve entità  $1 < F < 2$ ;
- ❖ Flickering di media entità  $2 < F < 3$ ;
- ❖ Flickering intenso  $3 < F < 4$

L'assenza di flickering si verifica quando ci si trova sulla **linea blu** di confine della proiezione dell'ombra; si passa da trascurabile a lieve entità nella fascia che degrada dal **bordo blu** verso il **bordo interno rosso**; ovviamente diventa di media intensità all'interno dell'**area rossa**, sino a divenire intenso in prossimità dell'aerogeneratore.

Nelle immagini seguenti sono individuate planimetricamente le aree ombreggiate su descritte, con la finalità di verificare se insistono sui ricettori sensibili individuati e quantificarne l'intensità dell'impatto prodotto.





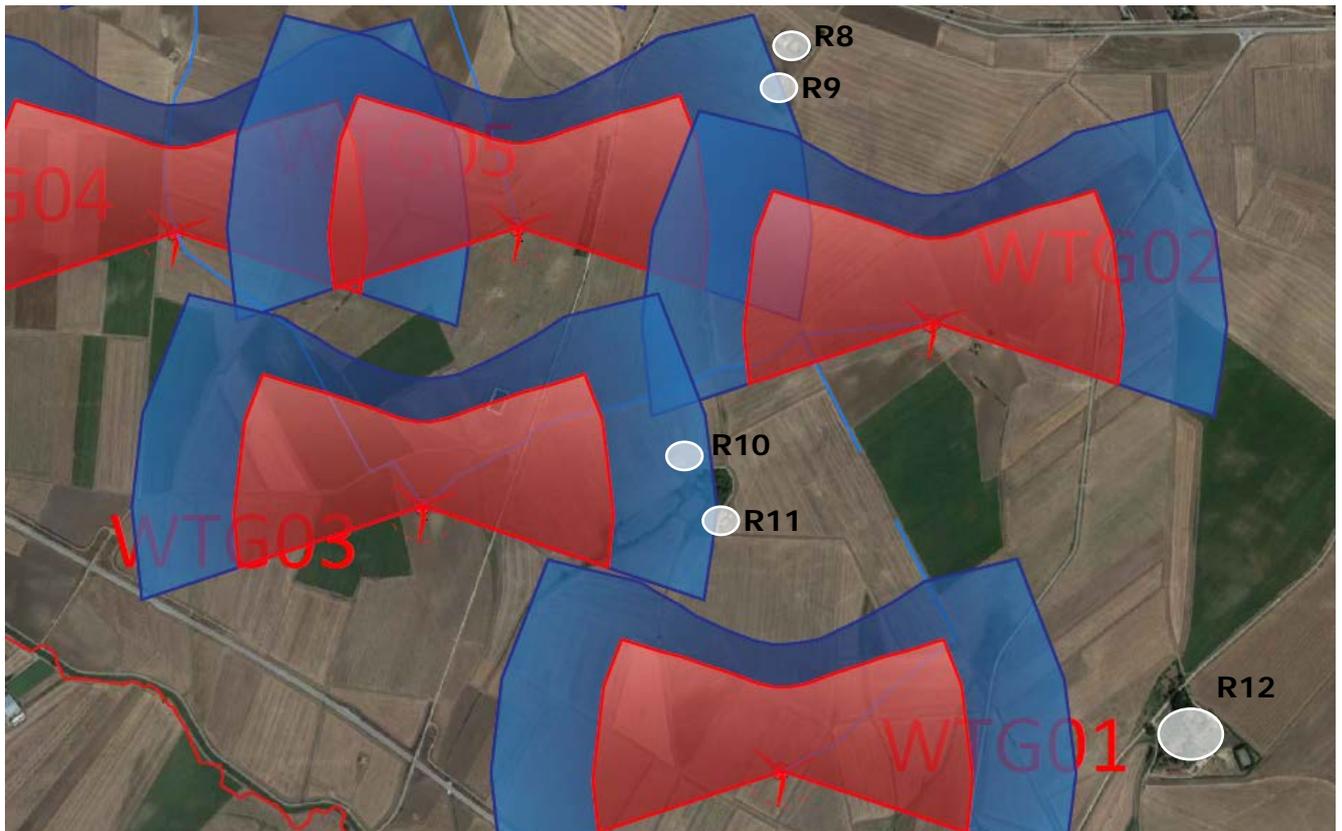
**Figura 4-5: Effetto sui ricettori R1 e R2**



**Figura 4-6: Effetto sui ricettori R3, R4, R5 e R6**



**Figura 4-7: Effetto sul ricevitore R7**



**Figura 4-8: Effetto sui ricettori R8, R9, R10, R11 e R12**

Concludendo, i risultati ottenuti evidenziano **che l'impatto dovuto all'effetto del flickering è del tutto assente per i ricettori R1, R3, R6, R7, R8 e R12, mentre è trascurabile per i rimanenti ricettori, tra l'altro R2 ed R9 sono in stato di abbandono.**

Comunque, ad ulteriore garanzia delle condizioni di sicurezza desunte dalle analisi, si può considerare che:

- ❖ le turbine eoliche non sono funzionanti per tutte le ore dell'anno;
- ❖ in molte ore all'anno, il sole è oscurato e non genera ombra diretta;
- ❖ molte delle ore di luce analizzate corrispondono a frazioni della giornata poco attive da parte delle attività antropiche (primissime ore mattutine).