

Regione Puglia

COMUNE DI GUAGNANO(LE) - SALICE SALENTINO(LE) - CAMPI SALENTINO(LE)
SAN DONACI(BR) - CELLINO SAN MARCO(BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
NOMINALE PARI A 36 MW ALIMENTATO DA FONTE EOLICA,
CON ANNESSO SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DI POTENZA
PARI A 24 MW, PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 60MW
DENOMINATO IMPIANTO "NEXT1"**

PROGETTO PARCO EOLICO "NEXT1"

Codice Regionale AU: O3Q5NM4

Tav.:	Titolo:
R37	SHADOW FLICKERING

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	O3Q5NM4_NPDI2_GUA_R37_ShadowFlickering

Progettazione:	Committente:
QMSOLAR s.r.l. Via Guglielmo Marconi scala C n.166 - Cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02683290742 - qmsolar.srls@pec.it Amm.re unico Ing. Francesco Masilla Gruppo di progettazione: MSC Innovative Solutions s.r.l.s - Via Milizia 55 - 73100 LECCE (LE) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@gmail.com Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto	NPD Italia Il s.r.l. Galleria Passarella, 2, Cap - 20122 MILANO P.IVA 11987560965 - email: npditalia@legalmail.it
Indagini Specialistiche :	

Data Progetto	Motivo	Redatto:	Controllato:	Approvato:
15/06/2023	Prima versione Documento riservato	F.M.	S.M.	NPD Italia Il srl

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

Sommario

1. SHADOW FLICKERING 2

2. CALCOLO DELL'OMBRA..... 3

3. CONCLUSIONI 7

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

1. SHADOW FLICKERING

Lo *shadow flickering* consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata, causata dalla proiezione, su una superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Per un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un ricettore, dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista di un ricettore, lo *shadow flickering* si manifesta in una variazione ciclica dell'intensità luminosa: in presenza di luce solare diretta, un ricettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore, sarà investito da un continuo alternarsi di luce diretta ed ombra, causato dalla proiezione delle ombre dalle pale in movimento.

Tale fenomeno se vissuto dal recettore per periodi di tempo non trascurabile può generare un disturbo, quando:

- si sia in presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ossia in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- la linea recettore-aerogeneratore non incontri ostacoli: in presenza di vegetazione o edifici interposti l'ombra generata da quest'ultimi annulla il fenomeno. Pertanto, ad esempio, qualora il ricettore sia un'abitazione, perché si generi lo *shadow flickering* le finestre dovrebbero essere orientate perpendicolarmente alla linea recettore-aerogeneratore e non affacciarsi su ostacoli (alberi, altri edifici, ecc.);
- la turbina sia orientata in modo che il rotore risulti perpendicolare alla linea sole-recettore: quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-recettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "cerchio" che riferisce alla circonferenza del rotore inducendo uno *shadow flickering* non trascurabile;
- per situazioni in cui, dal punto di vista del recettore, il piano del rotore risulti essere in linea con il sole ed il recettore, l'ombra proiettata è sottile, di bassa intensità ed è caratterizzata da un rapido movimento, risultando pertanto lo *shadow flickering* di entità trascurabile;
- la posizione del sole sia tale da indurre una luminosità sufficiente. Ciò si traduce, in riferimento alla latitudine di progetto, in un'altezza del sole pari ad almeno 15° - 20°;
- le pale siano in movimento;
- turbina e recettore siano vicini: le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità e nitidezza rispetto a quelle proiettate lontano. Quando una turbina è posizionata sufficientemente vicino al recettore, così che una porzione ampia di pala copra il sole (così come osservato dal punto di vista del recettore), l'intensità del flicker risulta maggiore. All'aumentare della distanza tra turbina e recettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un flicker di minore entità. Inoltre il fenomeno risulta di bassa entità

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

quando l'ombra proiettata sul recettore è indotta dall'estremità delle pale (rotor tip); raggiunge il massimo dell'intensità in corrispondenza dell'attacco di pala all'hub.

Pertanto, in riferimento a quanto sin qui esposto, durata ed entità dello *Shadow flickering* sono determinate e condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione ed intensità del vento;
- dall'orientamento del recettore;
- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista recettore – aerogeneratore – sole;
- dalle condizioni meteorologiche;
- dall'altezza del sole.

2. CALCOLO DELL'OMBRA

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello *shadow flickering* indotto dalle opere in progetto di n.6 aerogeneratori previsti nel Comune di Salice Salentino (Le) e Guagnano (Le) , del progetto denominato NEXT1, sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- del diagramma solare riferito alla latitudine di installazione del parco;
- dell'altezza complessiva di macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza di pala;
- dall'orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- della posizione dei possibili recettori.

Le simulazioni effettuate con l'ausilio del programma windPRO facendo le seguenti assunzioni:

- la massima distanza di influenza pari a 1.904 m è stata calcolata solo quando più del 20% del sole è coperto dalla pala;
- altezza minima del sole sull'orizzonte 3°;
- probabilità di ore di sole nell'area di impianto, sulla base di dati statistici elaborati dallo stesso programma windPRO
- le ore di funzionamento dell'impianto, in relazione anche alla direzione del vento, sono state calcolate sulla base di dati statistici elaborati dallo stesso programma. Si rammenta a tal proposito che windPRO è uno dei programmi più utilizzati per il calcolo della producibilità degli impianti eolici
- un aerogeneratore è stato considerato visibile quando è completamente visibile dalle finestre del ricettore

- sono stati individuati nell'area di impianto i ricettori potenzialmente sensibili (edifici rurali);
- non sono stati considerati eventuali ostacoli interposti tra i recettori e la turbina eolica
- la simulazione è stata altresì condotta non considerando l'orografia del terreno in quanto non ha una influenza significativa sulla proiezione delle ombre per via dell'andamento piano altimetrico praticamente piatto dell'area di esame.

Sono stati censiti i seguenti recettori sensibili relativi a masserie censite dal PPTR

ID_PO	COMUNE	PROV	DENOMINAZIONE	TIPO_SITO
PO12	Salice Salentino	LE	Chiesa E Convento Maria Della Visitazione	Vincolo Architettonico
PO21	San Donaci	BR	Masseria Nardo Di Prato	Masseria
PO43	Salice Salentino	LE	Masseria San Giovanni	Masseria
PO44	Salice Salentino	LE	Masseria Case Aute	Masseria
PO45	Salice Salentino	LE	Masseria Ursi	Masseria
PO46	Salice Salentino	LE	Masseria Palombaro	Masseria
PO50	San Donaci	BR	Mass.A Paduli	Masseria
PO54	San Donaci	BR	Mass.A San Gaetano	Masseria

Il sito PO43 Masseria San Giovanni, PO44 Masseria Caseaute, risultano abitate e sono fuori dall'influenza di calcolo delle ombre.

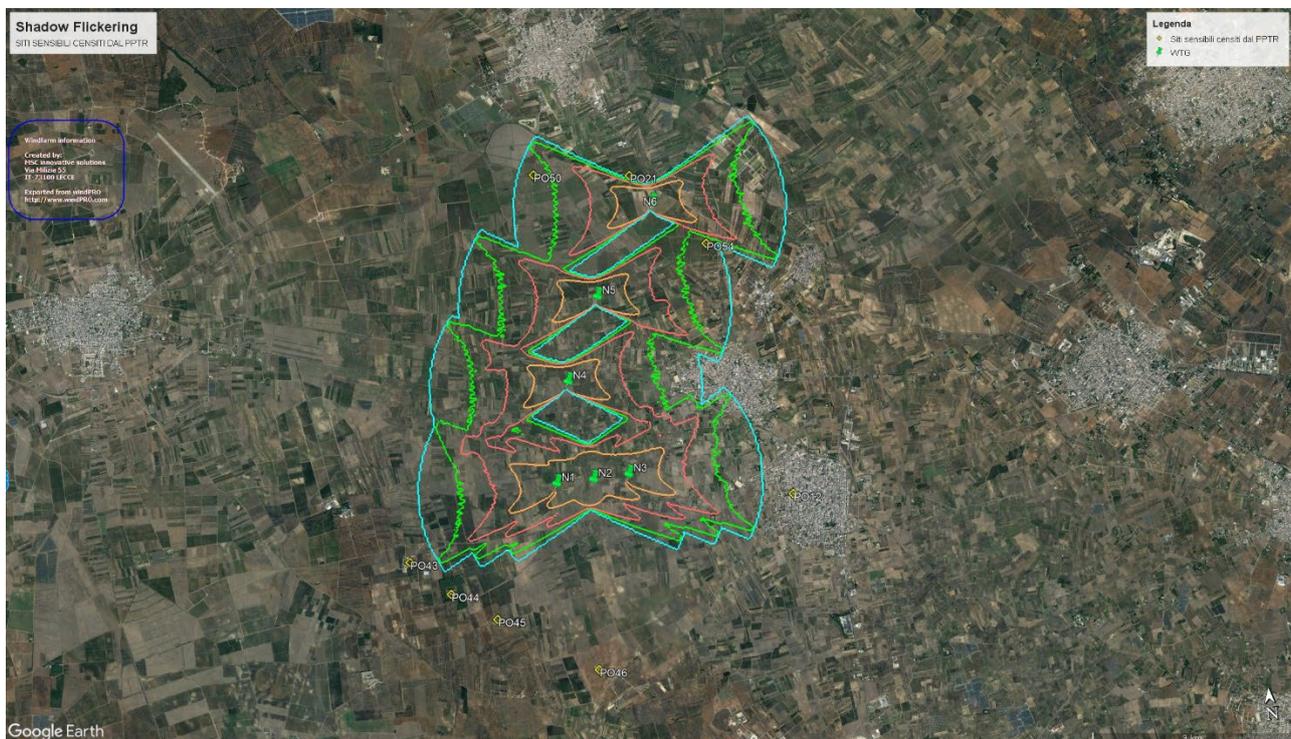


Fig.1 Shadow Flickering – worst case siti sensibili segnalati dal PPTR

Inoltre sulla tavola O3Q5NM4_StudioFattibilitàAmbientale_51 sono stati inseriti tutti i siti censiti nel raggio di 1 Km dalle WTG di progetto, come riportato nella figura 1:

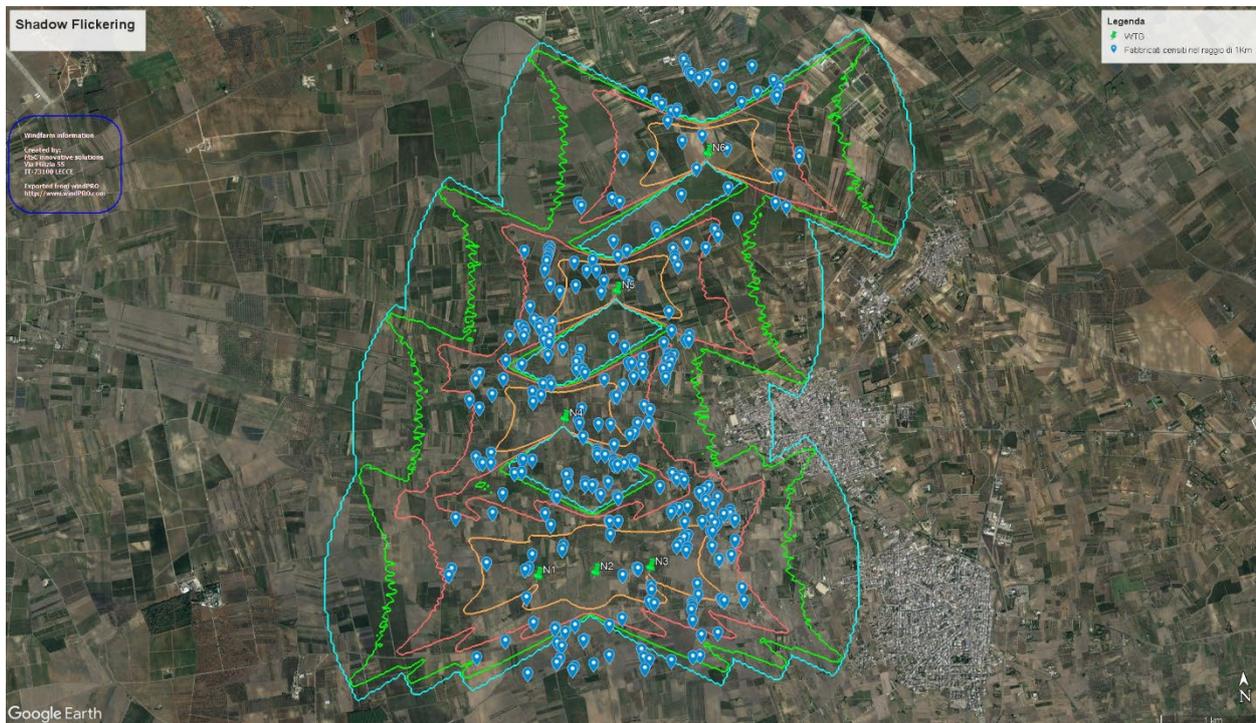


Fig.2 Shadow Flickering – worst case siti sensibili segnalati censiti nel raggio di 1 km dalla WTG

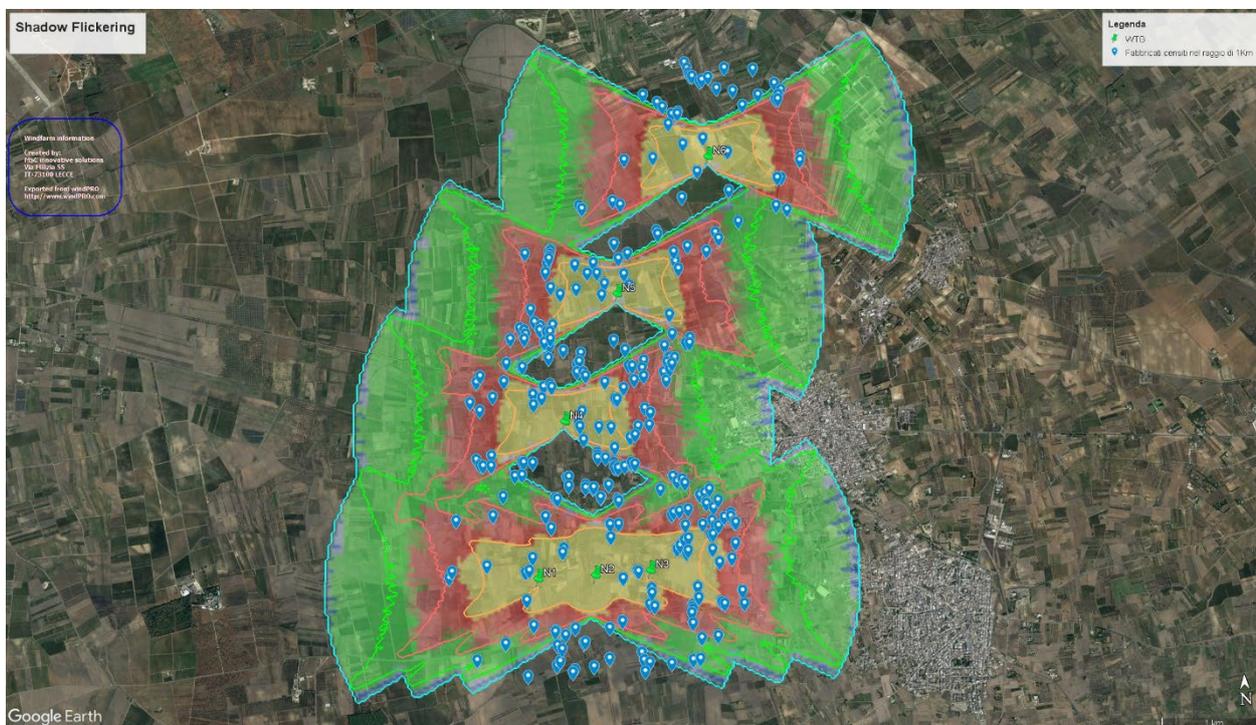


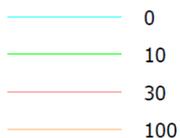
Fig.2bis Shadow Flickering – worst case siti sensibili segnalati censiti nel raggio di 1 km dalla WTG

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

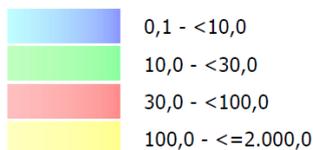
Il programma effettua il calcolo delle ore del giorno in cui si potrebbe avere l'effetto del flickering sul ricevitore, facendo la somma dei minuti. Effettua poi la somma teorica dei minuti di ciascun mese (worst case) e quindi per l'intero anno, valori che poi sono corretti prendendo in considerazione le giornate soleggiate, l'operatività effettiva dell'impianto eolico, la direzione del vento.

Si ottiene così la mappa sotto riportata. Nella mappa sono perimetrare le aree in cui gli ombreggiamenti si manifestano per 5, 10, 50 ore anno. E' evidente che un ombreggiamento che si manifesta per sole 10 ore l'anno non può produrre effetti negativi sulla salute umana. Prenderemo in considerazione pertanto solo le aree in cui l'effetto di ombreggiamento si manifesta per almeno 50 ore durante l'anno. In queste aree non abbiamo edifici rurali agibili.

Hours per year, worst case



Hours per year, worst case



Legenda: ore all'anno nel peggiore dei casi.

Dall'analisi di calcoli gli edifici censiti 94,102,105,99,100,35,33 con agibilità saltuaria non permanente risultano nell'influenza del cono d'ombra della turbina.

Area	N.	Comune	X	Y	Distanza	WTG	Agibile
NEXT 1	94	Guagnano	748889,74	4477145,49	800	N5	no
NEXT 1	102	Guagnano	748646,17	4476945,35	868	N5	Sì
NEXT 1	105	Guagnano	748631,79	4477025,34	872	N5	no
NEXT 1	99	Guagnano	748924,63	4477066,85	883	N5	no
NEXT 1	100	Guagnano	748902,80	4477013,22	915	N5	Sì
NEXT 1	35	Guagnano	750001,19	4479697,09	911	N6	Sì
NEXT 1	33	Guagnano	750033,67	4479791,72	999	N6	Sì

Considerate le condizioni orografiche e la presenza di alberature sull'esposizione delle finestre dei ricettori risultati sensibili nonche' la notevole distanza dai singoli aerogeneratori, si puo' considerare il fenomeno del tutto trascurabile.

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

In ogni caso, la Società si impegna, se dovessero nascere delle precise e puntuali criticità, a mitigare l'effetto stroboscopico presso il recettore, intervenendo con piantumazioni di alberi schermanti e/o attraverso l'installazione di pensiline in prossimità delle aperture finestrate più esposte.

3. CONCLUSIONI

A commento riportati riguardanti lo shadow flickering osserviamo quanto segue.

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell'ordine dei 375 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto piccolo. Quindi, come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricettore – sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al rotore del generatore eolico. Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate rivolte verso le ombre. In generale, l'area soggetta a shadow flicker non si estende oltre i 500-1000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno; il flickering, se presente, non supera in genere i 20 minuti di durata nell'arco di una giornata. Lo studio di shadow flickering che è parte integrante del progetto definitivo del parco eolico ha consentito di stabilire che nel caso in esame non è presente nessun impatto significativo da shadow flickering sui ricettori individuati.

Inoltre vi è da osservare che:

- 1) L'effetto sui ricettori si presenta per un periodo limitato durante la giornata, tipicamente per circa 1,5 ore nelle prime ore del mattino e 1,5 ore prima del tramonto
- 2) L'effetto sui ricettori non si presenta tutti i giorni dell'anno ma solo in alcuni periodi;
- 3) In genere anche sulla base di normative presenti in altri Paesi, l'effetto si considera trascurabile qualora si mantenga al di sotto delle 10 ore anno.
- 4) E' evidente che si tratta di ore potenziali poiché se l'aerogeneratore è fermo per assenza di vento l'effetto dello shadow flickering è assente, potendosi manifestare solo l'ombra sul ricettore.
- 5) Studi scientifici hanno accertato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica. Nel nostro caso gli aerogeneratori hanno una velocità di rotazione massima di 12,1 g/min, corrispondente a circa 0,2 Hz circa.

Infine per quanto attiene all'ombra che si potrebbe manifestare sulle strade più vicine al parco eolico:

- Date le latitudini l'ombra non può generare ghiaccio sulla sede stradale;

	Shadow Flickering		
	Elaborato: O3Q5NM4_ShadowFlickering_R37	Rev. 0	

- Sono interessati dal fenomeno tratti stradali molto brevi di strade peraltro secondarie.

Dall'analisi dei ricettori nell'area "gialla" sono tutti ruderi o piccoli depositi di attrezzi agricoli, la maggior parte senza avere censimento catastale.

E' importante sottolineare che i calcoli effettuati sono molto cautelativi in quanto nella stima non sono stati considerati alcuni aspetti fondamentali che potrebbero abbattere tali valori, es. direzione del rotore ortogonale alla direttrice sole-finestra, eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione arbustiva tra finestra e direttrice. Ad ogni modo riportando il calendario annuale (nel caso del WORST CASE – caso peggiore) e l'effetto ombre generato dalle turbine sui ricettori sopra richiamati, si può notare l'effetto transitorio e quindi trascurabile del fenomeno.

Nell'elaborato grafico O3Q5NM4_StudioFattibilitàAmbientale_51 sono riportate le posizioni dei fabbricati censiti le cui schede, per le aree "gialle" e "rosse", relative al loro stato di fatto, sono allegate alla presente.

Le distanze reciproche tra generatori eolici e ricettori, le condizioni orografiche del sito considerato, nonché la percentuale dei giorni dell'anno con la presenza concomitante di sole e vento (condizioni necessarie affinché ci sia il fenomeno di shadow flickering) determinano la pressoché totale assenza del fenomeno in esame su tutti i fabbricati censiti abitati.

SCHEDA: Codice recettore **33**

(Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N6 impianto eolico NEXT1)

LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 750033.67 Y = 4479791.72 (UTM WGS84-33N)

UBICAZIONE: **Guagnano (LE)**

ESTREMI CATASTALI: Foglio 3 , particella 204

Destinazione d'uso: **Fabbricato rurale agibile**

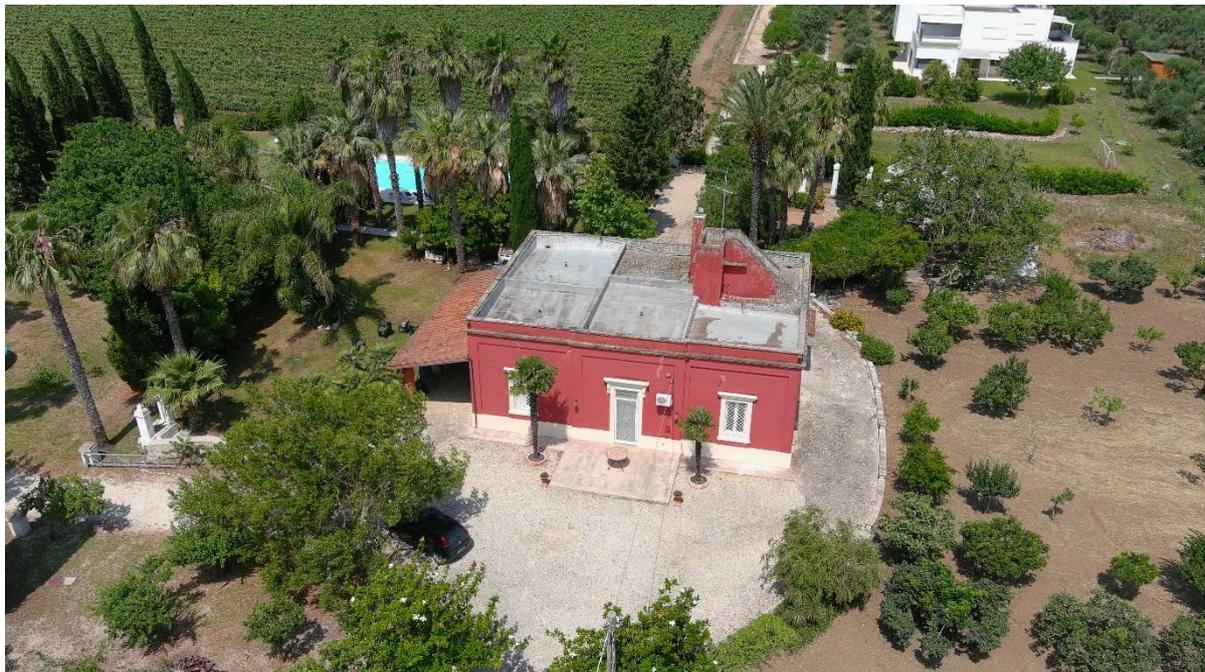
BREVE DESCRIZIONE: edificio adibito a residenza o assimilabili

DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: **999 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N6**



Vista satellitare

Report fotografico



SCHEDA: Codice recettore 35 (Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N6 impianto eolico NEXT1)
LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 750001.19 Y = 4479697.09 (UTM WGS84-33N)
UBICAZIONE: Guagnano (LE)
ESTREMI CATASTALI: Foglio 3 , particella 628
Destinazione d'uso: Tettoia supporto per fotovoltaico
BREVE DESCRIZIONE: non si tratta di edificio
DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: 911 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N6



Vista satellitare

Report fotografico

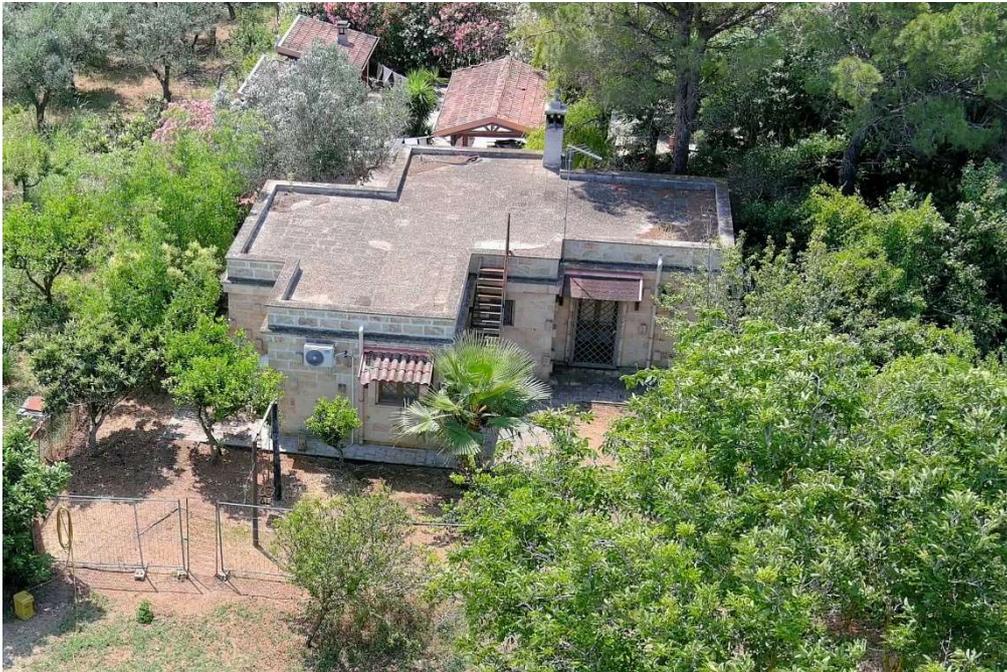


SCHEDA: Codice recettore 94 (Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N5 impianto eolico NEXT1)
LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 748889.74 Y = 4477145.49 (UTM WGS84-33N)
UBICAZIONE: Guagnano (LE)
ESTREMI CATASTALI: Foglio 24 , particella 1262
Destinazione d'uso: Fabbricato rurale agibile
BREVE DESCRIZIONE: edificio adibito a residenza o assimilabili
DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: 800 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N5



Vista satellitare

Report fotografico



SCHEDA: Codice recettore 99 (Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N5 impianto eolico NEXT1)
LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 748924.63 Y = 4477066.85 (UTM WGS84-33N)
UBICAZIONE: Guagnano (LE)
ESTREMI CATASTALI: Foglio 24 , particella 1154
Destinazione d'uso: Container chiuso
BREVE DESCRIZIONE: probabile deposito attrezzi o assimilabile
DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: 883 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N5



Vista satellitare

Report fotografico



SCHEDA: Codice recettore **100**

(Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N5 impianto eolico NEXT1)

LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 748902.8 Y = 4477013.22 (UTM WGS84-33N)

UBICAZIONE: **Guagnano (LE)**

ESTREMI CATASTALI: Foglio 24 , particella 1099

Destinazione d'uso: **Capannone industriale**

BREVE DESCRIZIONE: Azienda per la lavorazione del marmo

DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: **915 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N5**



Vista satellitare

Report fotografico



SCHEDA: Codice recettore **102**

(Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N5 impianto eolico NEXT1)

LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 748646.17 Y = 4476945.35 (UTM WGS84-33N)

UBICAZIONE: **Guagnano (LE)**

ESTREMI CATASTALI: Foglio 24 , particella 1480

Destinazione d'uso: **Fabbricato rurale agibile**

BREVE DESCRIZIONE: edificio adibito a residenza o assimilabili

DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: **868 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N5**



Vista satellitare

Report fotografico



SCHEDA: Codice recettore 105 (Sito rilevato nel raggio di 1000 dalla WTG N5 impianto eolico NEXT1)
LOCALIZZAZIONE PLANO-ALTIMETRICA: X = 748631.79 Y = 4477025.34 (UTM WGS84-33N)
UBICAZIONE: Guagnano (LE)
ESTREMI CATASTALI: Foglio 24 , particella 1231
Destinazione d'uso: Fabbricato rurale NON agibile
BREVE DESCRIZIONE: edificio adibito a deposito o assimilabili
DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: 872 m ca. dall'aerogeneratore più vicino: N5



Vista satellitare

Report fotografico



