



REGIONE BASILICATA

Provincia di MATERA

CRACO E STIGLIANO



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI A 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' PANTANO E MANCA FIORENTINA

COMMITTENTE



wpd Calanchi s.r.l.

Viale Luca Gaurico, 9-11 - 00143 Roma (RM)
P.IVA: 16919481008

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 23_26_EO_CRC



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Direttore Tecnico : Dott. Ing. Angelo Micolucci



REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS

OGGETTO DELL'ELABORATO

**RELAZIONE SULL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA -
FENOMENO SHADOW FLICKERING**

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A3	-	CRC	AMB	REL	073	01	CRC-AMB-REL-073_01	

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

SOMMARIO

1.	PREMESSA	2
2.	INTERVENTI IN PROGETTO	2
3.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO	4
4.	EFFETTO SHADOW FLICKER	5
5.	MODELLO DI CALCOLO	7
6.	RISULTATI	8

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

1. PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 6 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW da installare nei comuni di Craco e Stigliano (MT) nelle località "Pantano" e "Manca Fiorentina" con opere di connessione ricadenti nel medesimo comune, commissionato dalla società wpd Calanchi Srl.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato che collegherà l'impianto alla futura SSE sita in agro del comune di Craco per poi collegarsi in alta tensione alla futura SE sita nello stesso comune.

La Sottostazione Elettrica RTN 30/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate 622295 E, 4467254 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 30 e 31 del Comune di Craco (MT), mentre la futura Stazione Elettrica La Futura Stazione Elettrica RTN 150/380 kV è localizzabile alle seguenti coordinate 622372 E, 4467470 N, identificabile a livello catastale al Foglio 40 – Particelle 20, 21, 24, 25, 97 del Comune di Craco (MT).

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto è il Modello V 172-7,2 da 7,2 MW con altezza Mozzo 164 m e diametro 172 m.

2. INTERVENTI IN PROGETTO

Il sito interessato dai previsti aerogeneratori, con denominazione che va da WTG01 a WTG06, si trova ad una distanza dai centri abitati rispettivamente di 1,8 km dalla frazione Gannano del Monte del comune di Stigliano, 4,0 km dalla frazione Serra di Croce del comune di Stigliano, 3,0 km dalla Borgata Sant'antonio del comune di Stigliano, 6,9 km dalla Frazione Peschiera del comune di Craco, 3,2 km dalla Frazione Caprarico del comune di Tursi, 3,1 km dalla Frazione Caprarico Sotto del comune di Tursi, 3,7 km dalla Frazione Caprarico Vallo del comune di Tursi.

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

- SS 598 – Strada Statale 598 di Fondo Valle d'Agri
- SP 103 – Strada Provinciale 103
- Strade comunali

Nel dettaglio gli interventi previsti sono:

- n° 6 aerogeneratori – Modello Vestas V172 - 7,2 MW con altezza al mozzo 164 m e diametro 172 m e relative fondazioni
- potenza totale dell'impianto: 43,2 MW
- n° 6 piazzole temporanee di montaggio
- n° 6 piazzole definitive per l'esercizio e la manutenzione degli aerogeneratori
- Cavidotto interrato in media tensione per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la futura sottostazione elettrica 30/150 kV in agro del comune di Craco per poi collegarsi in alta tensione alla futura stazione elettrica 150/380 kV sempre in agro del comune di Craco;
- Autorizzazione sia della SSE che della SE RTN Terna SpA in agro del comune di Craco (MT);
- Una linea in fibra ottica che collega tra di loro gli aerogeneratori e la stazione elettrica di trasformazione per il telecontrollo del parco eolico

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE SULL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA FENOMENO SHADOW FLICKERING	Pagina 2 di 11
---	--	----------------

La collocazione degli aerogeneratori in progetto è la seguente:

TURBINA	E (UTM WGS84 33N) [m]	N (UTM WGS84 33N) [m]
WTG01	621223	4465571
WTG02	620914	4466197
WTG03	620213	4466532
WTG04	619965	4467301
WTG05	619406	4467777
WTG06	619289	4468574

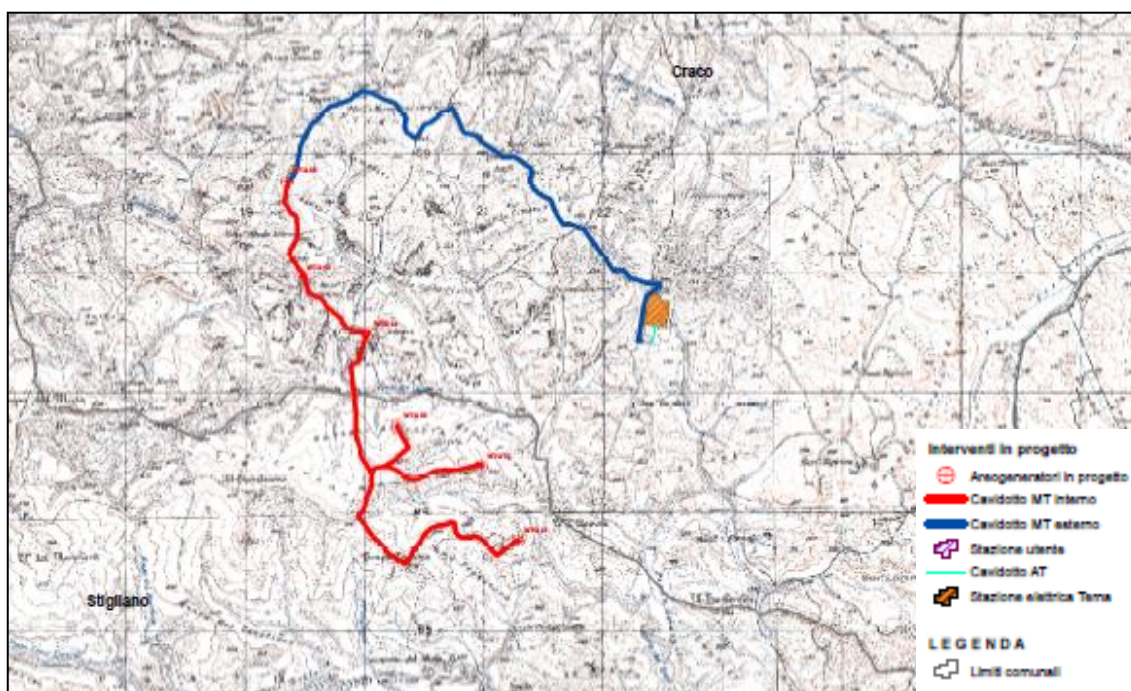


Figura 1 – Inquadramento Territoriale - IGM 25.000

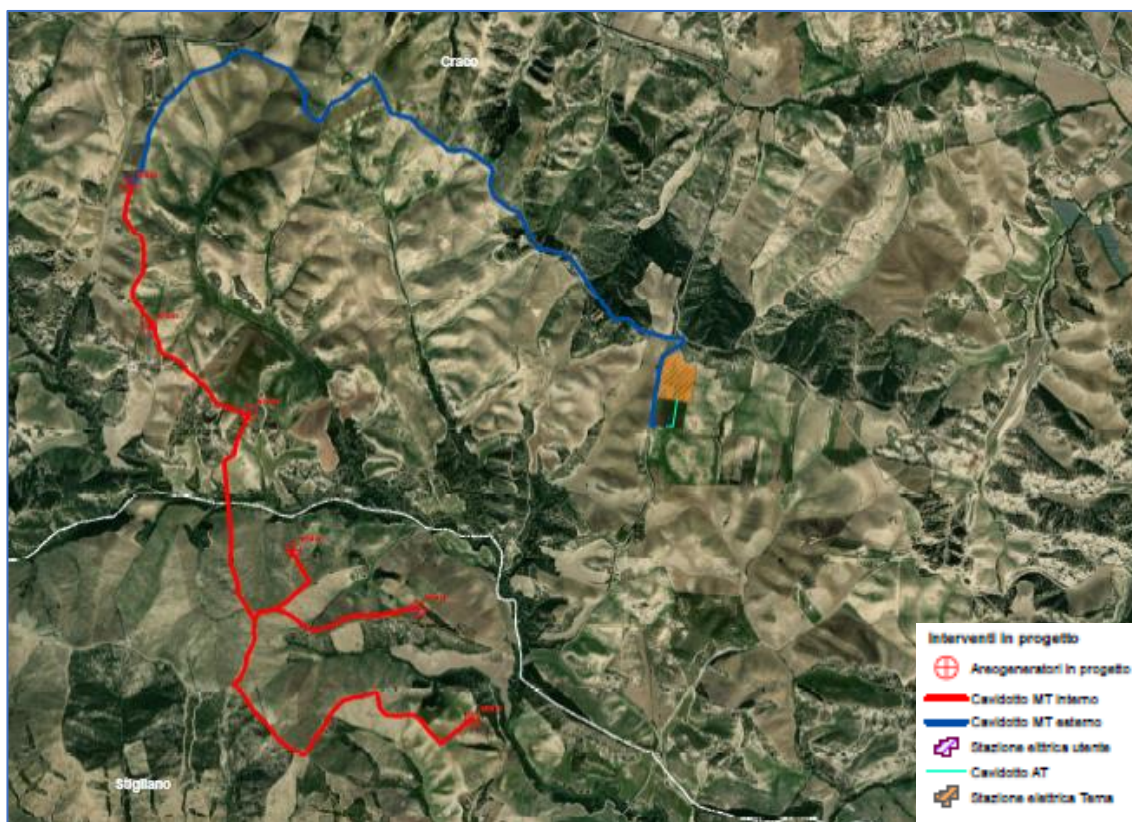


Figura 2 - Inquadramento Territoriale – Ortofoto

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

Il Parco è ubicato nella Provincia di Matera e, più precisamente, nei territori comunali di Craco e Stigliano in località "Pantano" e "Manca Fiorentina".

Il tracciato del cavidotto di collegamento prima fino alla futura Sottostazione e poi alla futura Stazione Elettrica attraversa i Comuni di Craco e Stigliano (MT).

Gli aerogeneratori sono stati posizionati lungo il sito tenendo conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata) quindi della natura geologica del terreno oltre che del suo andamento plani altimetrico.

La potenza totale da installare dell'impianto sarà prodotta con la realizzazione mediante l'installazione di n° **6 aerogeneratori** di potenza unitaria pari a **7,2 MW**.

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

- SS 598 – Strada Statale 598 di Fondo Valle d'Agri
- SP 103 – Strada Provinciale 103
- Strade comunali

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

L'area dell'impianto in progetto interessa l'ambito de "La collina argillosa" come è indicato nella suddivisione del PPR. Gli insediamenti umani sono scarsi, e localizzati generalmente lungo la viabilità provinciale, a relativa distanza dai siti previsti per gli aerogeneratori.

4. EFFETTO SHADOW FLICKER

Lo "shadow flicker" (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l'espressione comunemente impiegata per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici allorquando il sole si trova alle loro spalle (cfr. figura 3). Il fenomeno si traduce in una variazione alternata di intensità luminosa che, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Il fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in assenza di vento, le pale del generatore non sono in rotazione.

In particolare, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2.5 ed i 20 Hz (Verkuijlen and Westra, 1984), e, l'effetto sugli individui è simile a quello che si sperimenterebbe in seguito alle variazioni di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

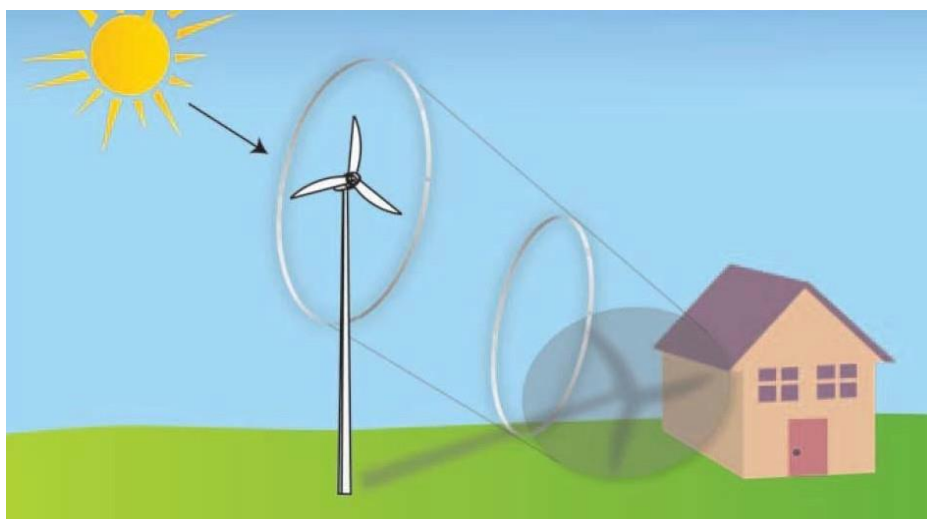


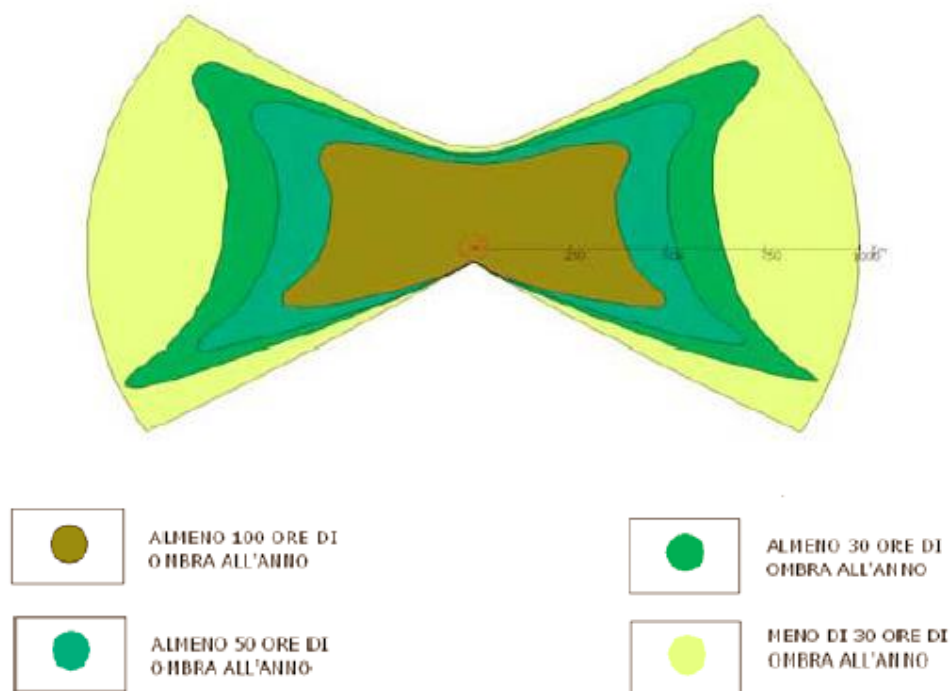
Figura 3 Rappresentazione schematica del fenomeno dello shadow flicker

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione inferiore ai 35 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1.75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2.5 Hz. Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su) raramente superano la velocità di rotazione di 20 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricevitore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell'ordine dei 300 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 ricevitore – sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al rotore del generatore eolico.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE SULL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA FENOMENO SHADOW FLICKERING	Pagina 5 di 11
---	---	----------------

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 20/30 minuti di durata nell'arco di una giornata.



L'intensità del fenomeno è definita come la differenza di luminosità che si percepisce in presenza ed in assenza di flickering in una data posizione. In generale, si può affermare che:

- Avendo le pale una forma rastremata con lo spessore che cresce verso il mozzo; il fenomeno risulterà tanto più intenso quanto maggiore sarà la porzione di disco solare coperta dalla pala stessa e quanto minore la distanza dal ricettore;
- L'intensità del flickering sarà minima quando l'ombra prodotta è generata all'estremità delle pale;
- Maggiori distanze tra generatore e ricettore determinano ombre meno nette; in tal caso l'effetto flickering risulterà meno intenso e distinto.

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

5. MODELLO DI CALCOLO

L'analisi dell'impatto da shadow flickering prodotto da un campo eolico è realizzata, generalmente, attraverso l'impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I pacchetti software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di flickering.

L'analisi si basa sull'impiego di un modello digitale del terreno dell'area oggetto di progettazione, sulle posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori e dei ricettori sensibili, nonché sui 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 ricettori è necessario definire la longitudine, la latitudine ed il fuso orario dell'area interessata dal progetto.

Lo studio dell'effetto delle ombre è stato condotto per l'intero periodo annuale. Sono stati considerati i valori di ombreggiamento medio su ciascuna area analizzata. Queste analisi hanno restituito un range di valori unitari che va da 0 a 850 ore di ombreggiamento annuo.

Le curve rappresentate graficamente indicano i limiti delle aree ugualmente ombreggiate in termini di ore/anno, da quella più esterna che individua un'area ombreggiata in media 50 ore/anno, fino a quella più interna che rappresenta un'area ombreggiata mediamente 1000 ore/anno. La rappresentazione è stata prodotta a step di 50 ore di ombreggiamento medio annuo, considerando trascurabili le aree dove risulta un valore inferiore a 100 ore/anno.

Un particolare effetto considerato nell'analisi condotta, riguarda i limiti in cui l'intensità della luce diffusa si omogenea con l'ombra prodotta dall'aerogeneratore. In altre parole esiste un limite fisico, in termini di distanza dall'aerogeneratore, in cui l'ombra prodotta dallo stesso, si confonde con la bassa intensità della luce diffusa, che si sviluppa al mattino presto ed al tramonto.

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

6. RISULTATI

La frequenza dello shadow flickering è correlata alla velocità di rotazione del rotore; le frequenze tipiche per le macchine considerate nel presente progetto sono dell'ordine di 0.7 - 1.5 Hz (circa un passaggio al secondo). In termini di impatto sulla popolazione, tali frequenze sono innocue; basti pensare che le lampade stroboscopiche, largamente impiegate nelle discoteche, producono frequenze comprese tra 5 e 10 Hz. Inoltre, a livello internazionale, è universalmente accettato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

Nel caso in esame dalle informazioni derivanti dagli strumenti urbanistici e di pianificazione vigenti, dalla banca dati catastale, dal sopralluogo finalizzato a valutare l'effettiva destinazione d'uso, lo stato di conservazione, la presenza di requisiti minimi di abitabilità o possibilità di permanenza di attività umana, si evince che la maggior parte dei fabbricati censiti sono costituiti da ruderi, fabbricati collabenti o depositi agricoli, o unità dove la presenza dell'uomo non si concretizza per un numero di ore significative/giorno; tali edifici sono rappresentati in nero nell'estratto di mappa mostrato in figura 4 con la dicitura in legenda "Recettori non sensibili". Nella stessa immagine sono invece rappresentati in arancione i recettori sensibili, che però non sono interferiti dalle ombre degli aereogeneratori in progetto (a parte R01 che però si trova nella fascia di trascurabilità di 100 ore/anno).

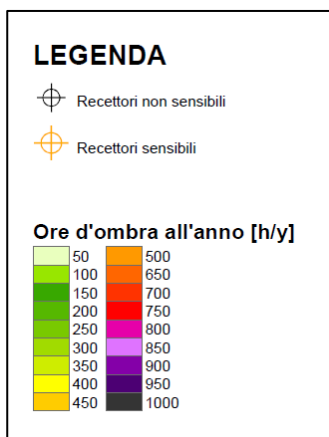
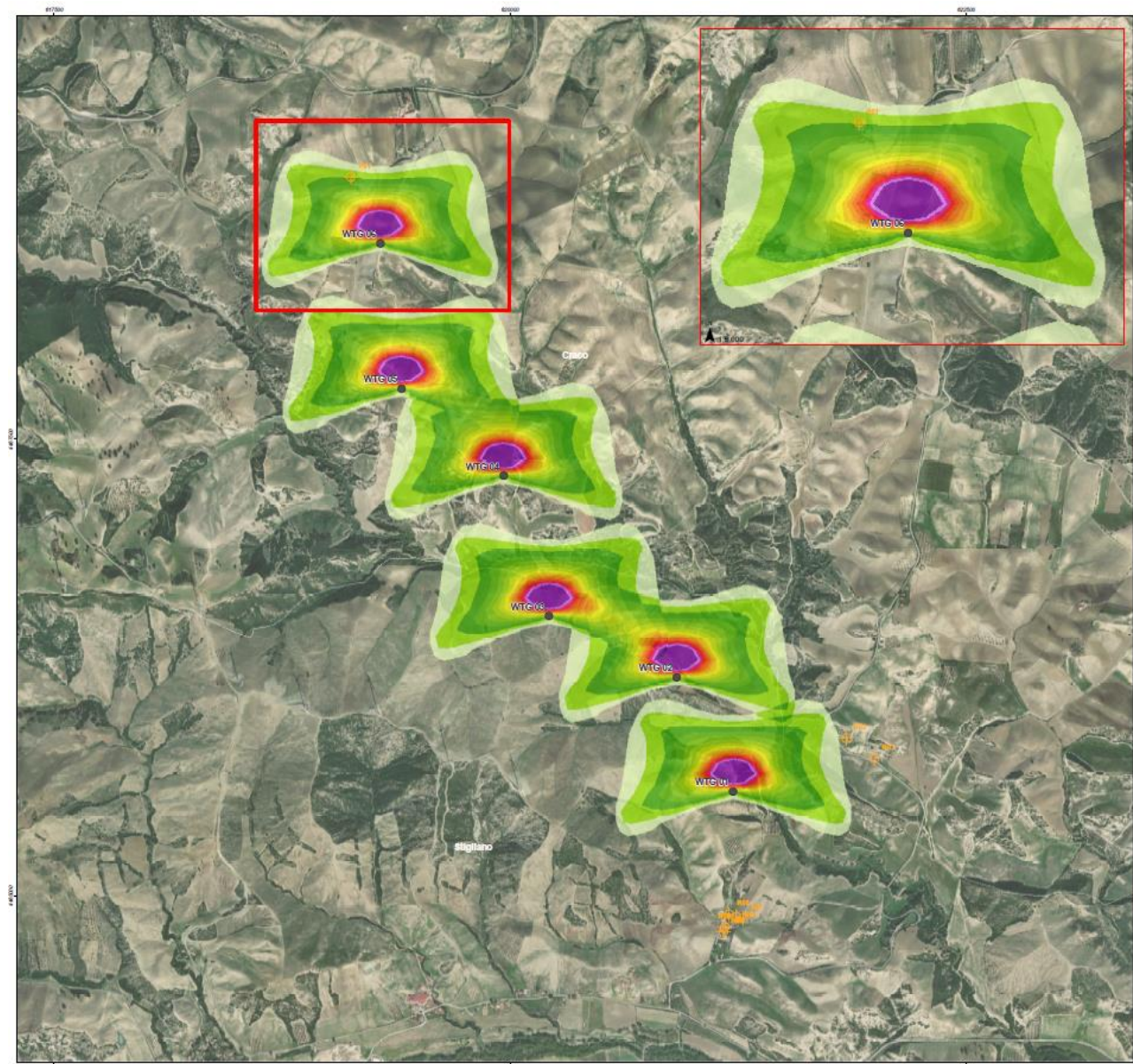


Figura 4 Estratto cartografico con indicazione ombre e recettori sensibili e non sensibili

Committente: wpd Calanchi S.r.L. Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma (RM)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO, DI POTENZA PARI 43,2 MW, NEI COMUNI DI CRACO E STIGLIANO NELLE LOCALITA' "PANTANO" E "MANCA FIORENTINA"	Nome del file: CRC-AMB-REL-073_01
--	---	---

Nella seguente tabella sono indicate le caratteristiche principali dei recettori sensibili:

ID_RIC	X	Y	COMUNE	STATO	USO	Foglio	Particella	Cat Catast
R01	619125,9	4468928	Craco	costruito	residenziale	22	113	C02
R02	621842,2	4465854	Craco	costruito	residenziale	40	250	A04
R03	621996,4	4465744	Craco	costruito	residenziale	40	253	A04
R04	621239,4	4464876	Stigliano	costruito	residenziale	101	243	A03
R05	621199,3	4464890	Stigliano	costruito	residenziale	101	149	A04+D10
R06	621177,1	4464821	Stigliano	costruito	residenziale	101	265	A03+C02
R07	621275,3	4464868	Stigliano	costruito	residenziale	101	287	A04
R08	621167,6	4464794	Stigliano	costruito	agricolturale	101	253	A03+D10

Si può quindi concludere che non è presente alcun impatto significativo da shadow flickering sui ricettori sensibili individuati.

Da un'ulteriore analisi effettuata, è stata rilevata un'interferenza con un' infrastruttura stradale (SP Craco-Gannano) relativa ai seguenti aerogeneratori:

AEROGENERATORE	INFR.STRADALE	Interferenza massima h/anno
WTG01	SP Craco-Gannano	100

Si evidenzia che l'interferenza legata alla presenza del parco rispetto alla rete stradale individuata non rappresenta un fenomeno costante nel tempo, si sottolinea altresì che la sagoma della stessa muta durante il corso delle ore del giorno per essere minima in corrispondenza della fascia oraria in cui il traffico stradale è intenso.

L'evoluzione della sagoma dell'ombra, inoltre, non è stabile durante l'arco della giornata ma subisce una rotazione pari a circa 15 gradi ogni ora per cui si desume presumibilmente che l'ombreggiamento risulterebbe mitigato da tale condizione.

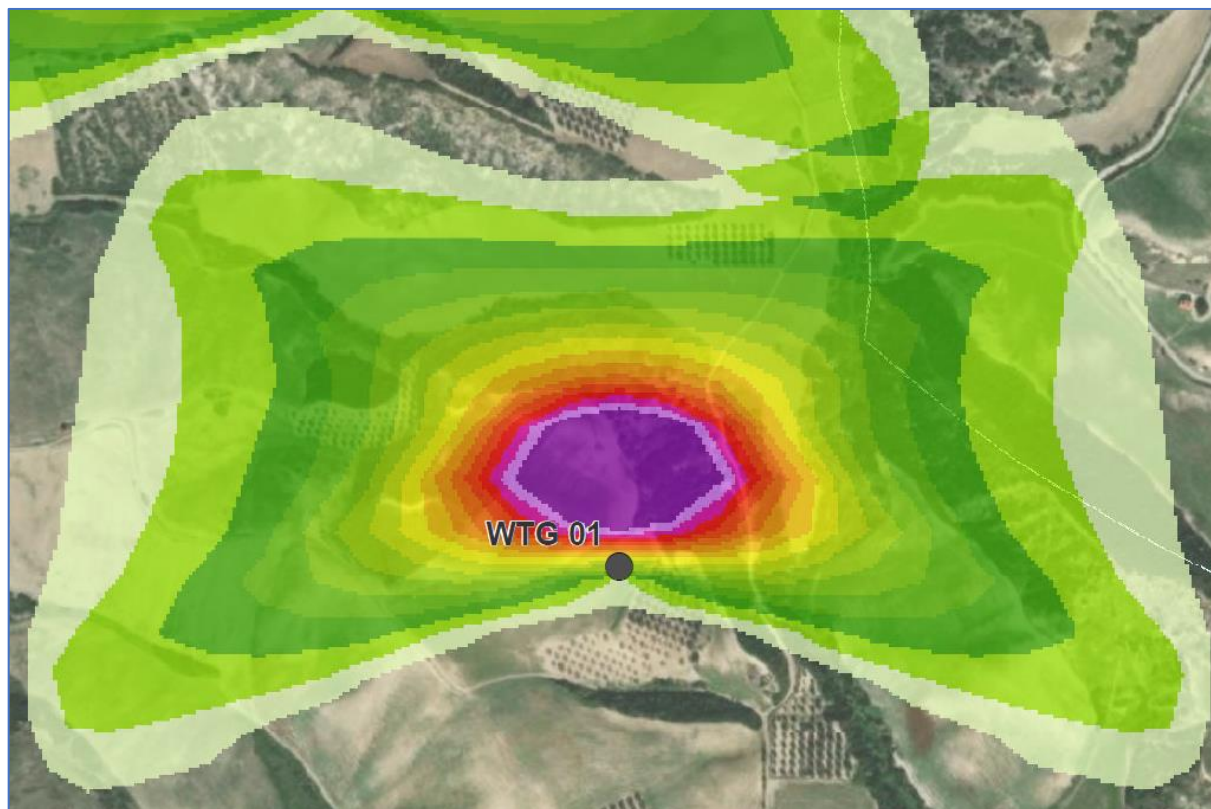


Figura 5 - Effetto flickering rispetto alla viabilità della SP Craco-Gannano

Si potrebbero, quindi, prevedere nelle future fasi progettuali delle eventuali misure di mitigazione, tramite la realizzazione di alberature con vegetazione autoctona, per ridurre il fenomeno dello shadow flickering e dei riflessi di luce causati dagli aerogeneratori.