



Regione Basilicata  
Provincia di Potenza  
Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica avente potenza di connessione pari a 37,2 MW e relative opere connesse denominato "Vento del Carpine" sito nei Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata (PZ)

Titolo:

NOTA TECNICA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Pro. doc.	Rev.
2 1 4 3 0 1	D	R	0 3 3 1	0 0

Proponente:

**FRI-EL**

FRI-EL S.p.A.  
Piazza della Rotonda 2  
00186 Roma (RM)  
[fri-elspa@legalmail.it](mailto:fri-elspa@legalmail.it)  
P. Iva 01652230218  
Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO

A.18.12

Progettazione:



**PROGETTO ENERGIA S.R.L.**

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)  
Tel. +39 0825 891313  
[www.progettoenergia.biz](http://www.progettoenergia.biz) - [info@progettoenergia.biz](mailto:info@progettoenergia.biz)

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	22.02.2023	INTEGRAZIONE VOLONTARIA	A. FIORENTINO S.P. IACOVIELLO	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

Con la presente Nota Tecnica si intende fornire opportuni approfondimenti, volontari, sulla compatibilità ambientale del Progetto inerente la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 6 aerogeneratori per una potenza complessiva massima di 37,2 MW, denominato "Vento del Carpine", nel comune di Cancellara (PZ), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV in antenna su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN "Vaglio" ubicata all'interno del Comune di Vaglio Basilicata (PZ).

Si precisa, inoltre, che fermo restando la connessione al futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN "Vaglio", si è reso necessario un modesto spostamento della stazione elettrica d'utenza, per un'ottimizzazione dell'utilizzo delle reti attraverso un accordo di condivisione con altri Produttori.

In particolare, la presente nota tecnica, riportante integrazioni volontarie, si articola nell'approfondimento delle seguenti tematiche:

- **Principali alternative ragionevoli del Progetto**
- **Valutazione del Ciclo di Vita**
- **Modello di Economia Circolare**
- **Monitoraggio dell'Avifauna**
- **Mitigazioni, con particolare riferimento al Consumo di Suolo ed alla Biodiversità**
- **Compensazioni**

## **PRINCIPALI ALTERNATIVE RAGIONEVOLI DEL PROGETTO**

In accordo alle indicazioni ed ai contenuti dell'Allegato VII alla parte seconda del D. Lgs n.152/2006, modificato dal D. Lgs n.104/2017, lo Studio di Impatto Ambientale contiene *"una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto prese in esame, compresa l'alternativa zero, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale, e la motivazione della scelta progettuale, sotto il profilo dell'impatto ambientale, con una descrizione delle alternative prese in esame e loro comparazione con il progetto presentato"*.

### **1. Layout di progetto ed alternative localizzative**

L'ottimizzazione del layout di progetto, circa gli aspetti attinenti all'impatto ambientale, paesaggistico, la trasformazione antropica del suolo, la producibilità e l'affidabilità è stato ottenuto partendo dall'analisi dei seguenti fattori:

- percezione della presenza dell'impianto rispetto al paesaggio circostante;
- orografia dell'area;
- condizioni geologiche dell'area;
- presenza di vincoli ambientali;
- ottimizzazione della configurazione d'impianto (conformazione delle piazzole, morfologia dei percorsi stradali e dei cavidotti);
- presenza di strade, linee elettriche ed altre infrastrutture;
- producibilità;
- micrositing, verifiche turbolenze indotte sugli aerogeneratori.

In generale, si può dunque affermare che la disposizione del Progetto sul terreno dipende oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, anche da fattori legati alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all'orografia, all'esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati e, non meno importante, da considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme.

Con riferimento ai fattori suddetti si richiamano alcuni criteri di base utilizzati nella scelta delle diverse soluzioni individuate, al fine di migliorare l'inserimento del Progetto nel territorio:

- analisi dalla pianificazione territoriale ed urbanistica, avendo avuto cura di evitare di localizzare gli aerogeneratori all'interno e in prossimità delle aree soggette a tutela ambientale e paesaggistica;
- limitazione delle opere di scavo/riporto;
- massimo utilizzo della viabilità esistente; realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- impiego di materiali che favoriscano l'integrazione con il paesaggio dell'area per tutti gli interventi che riguardino manufatti (strade, cabine, muri di contenimento, ecc.);
- attenzione alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione "ante operam" delle aree occupate. Particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o rimboschimento sia delle aree occupate dalle opere da dismettere che dalle aree occupate temporaneamente da camion e autogrù nella fase di montaggio degli aerogeneratori.

A tal proposito, si evidenzia come il Progetto in esame sia stato progettato compatibilmente ai "Principi generali per la progettazione, la costruzione, l'esercizio e la dismissione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" dell'Allegato A del PIEAR.

Il layout definitivo dell'impianto eolico è, dunque, quello che risulta più adeguato in virtù dei criteri analizzati.

## **2. Alternative tecnologiche**

È stata presa in esame la possibilità di realizzare la stessa potenza con un altro impianto di energia rinnovabile, quale il fotovoltaico. Considerando un sistema ad inseguitore solare monoassiale, detto "TRACKER", per sviluppare la medesima potenza massima sviluppata dall'impianto in progetto, pari a 37,2 MW, sarà necessario impiegare una superficie di suolo pari a circa 75,0 ha, con una incidenza di 2.0 ha /MW.

La fattibilità dell'impianto fotovoltaico è molto più limitata, considerato che in un territorio di medio-bassa valenza paesaggistica è difficile trovare circa 75 ettari di terreni a seminativi (escludendo possibili colture di pregio), privi di vincoli e nel rispetto dei buffer di rispetto dettati dalla normativa vigente. In un territorio a forte vocazione agricola, è doveroso scegliere una tecnologia che consenta il minor consumo possibile di suolo agricolo.

Dal punto di vista degli impatti ambientali mettendo a confronto le due tecnologie emerge quanto segue.

### **Impatto visivo**

L'impatto visivo determinato dall'impianto eolico è sicuramente maggiore dato lo sviluppo verticale degli aerogeneratori anche se non risulterebbe trascurabile l'impatto determinato da un impianto fotovoltaico di 75 ettari soprattutto sulle aree prossime a quelle d'installazione.

### **Impatto sul suolo**

In termini di occupazione di superficie, l'installazione eolica risulta essere molto vantaggiosa. Infatti, considerato che l'occupazione permanente di suolo dell'impianto eolico di progetto è pari a circa 3 ha contro i circa 75 ha previsti per l'installazione del fotovoltaico, la differenza è elevatissima. Inoltre, la sottrazione di suolo determinata dall'impianto fotovoltaico è totale (anche perché tale tipologia d'impianto prevede una recinzione perimetrale), mentre nel caso dell'impianto eolico le pratiche agricole possono continuare indisturbate su tutte le aree contigue a quelle di installazione.

### **Impatto su flora – fauna ed ecosistema**

L'impatto determinato dall'impianto eolico sulle componenti naturalistiche è basso e reversibile. L'impatto determinato da un impianto fotovoltaico da 75 ettari risulterebbe sicuramente non trascurabile soprattutto in termini di sottrazione di habitat. L'occupazione di una superficie così ampia per una durata di almeno 20 anni potrebbe determinare impatti non reversibili o reversibili in un periodo molto lungo.

### **Impatto acustico**

L'impatto acustico non è trascurabile per l'impianto eolico, ma in ogni caso reversibile, mentre praticamente trascurabile per l'impianto fotovoltaico.

### Impatto elettromagnetico

Dal punto di vista dell'elettromagnetismo, per entrambe le tipologie di installazione gli impatti sono trascurabili anche se nel caso dell'impianto fotovoltaico in prossimità dei punti di installazione le emissioni sono di maggiore entità.

**In conclusione**, l'alternativa tecnologica di utilizzare un impianto fotovoltaico invece di quello eolico di grande taglia previsto in progetto, a parità di energia prodotta, comporta un incremento dell'impatto complessivo sull'ambiente.

### 3. Alternative dimensionali

L'analisi anemometrica del sito ha evidenziato la propensione dell'area alla realizzazione di un impianto eolico, e i dati raccolti sono tali da ammettere l'impiego di aerogeneratori aventi caratteristiche geometriche e tecnologiche ben definite. In particolare, di seguito un elenco delle principali considerazioni valutate per la scelta dell'aerogeneratore:

- in riferimento alle caratteristiche anemometriche e potenzialità eoliche di sito ed alle caratteristiche orografiche e morfologiche dello stesso, la producibilità dell'impianto, scegliendo l'aerogeneratore che, a parità di condizioni al contorno, permetta di giustificare l'investimento e garantisca la massimizzazione del rendimento in termini di energia annua prodotta, nonché di vita utile dell'impianto;
- in riferimento alla distribuzione di eventuali recettori sensibili nell'area d'impianto, la generazione degli impatti prodotta dall'impianto, scegliendo un aerogeneratore caratterizzato da valori di emissione acustica idonei al contesto e tali da garantire il rispetto dei limiti previsti dalle norme di settore;
- in riferimento alla distribuzione di eventuali recettori sensibili nell'area d'impianto, la velocità di rotazione del rotore al fine di garantire la sicurezza relativamente alla rottura degli elementi rotanti.

Sulla base delle valutazioni prima descritte, con l'obiettivo di utilizzare la migliore tecnologia disponibile, si è optato per la scelta di un aerogeneratore di grande taglia al fine di ridurre al minimo il numero delle turbine e nello stesso tempo di ottimizzare la produzione di energia da produrre. L'impianto prevede l'installazione di 6 aerogeneratori, di altezza complessiva 200 m.

#### Alternativa - Impianto eolico con aerogeneratori di media taglia

Per quanto riguarda le eventuali alternative di carattere tecnologico viene valutata l'ipotesi di un campo eolico utilizzando aerogeneratori di taglia minore rispetto a quella di progetto.

Dal punto di vista dimensionale, gli aerogeneratori si possono suddividere nelle seguenti taglie:

- macchine di piccola taglia, con potenza compresa nell'intervallo 5-200 kW, diametro del rotore da 3 a 25 m, altezza del mozzo variabile tra 10 e 35 m;
- macchine di media taglia, con potenza compresa nell'intervallo 200-1.000 kW, diametro del rotore da 30 a 100 m, altezza del mozzo variabile tra 40 e 80 m;
- macchine di grande taglia, con potenza compresa nell'intervallo 1.000-5.000 kW, diametro del rotore superiore a 80 m, altezza del mozzo variabile tra 80 e 150 m.

Le macchine di piccola taglia sono destinate generalmente alle singole utenze private. Per ottenere la medesima potenza sviluppata con l'impianto in progetto, si dovrebbero installare circa 186 macchine di piccola taglia, con un'ampissima superficie occupata e un impatto sul paesaggio elevatissimo. Nel confronto tra le due soluzioni, pertanto, quella di progetto risulterà la migliore.

Considerato che le macchine utilizzate per il progetto oggetto del presente SIA rientrano tra quelle di grande taglia, il confronto sarà eseguito con impianti di media taglia.

Supponendo di utilizzare macchine con potenza pari a 1.000 kW, dovrebbero essere installate circa 37 turbine anziché 6 per poter raggiungere la potenza di 37,2 MW. A tal proposito, è opportuno effettuare una riflessione tra la potenza installata e l'energia prodotta. In particolare, gli aerogeneratori di progetto (di grande taglia) con una potenza massima da 6,2 MW hanno una produzione molto più alta di un aerogeneratore di 1,0 MW, per cui, a rigore, per produrre la stessa energia sarebbe necessario installare un numero di

turbine superiore di 37 da 1,0 MW. Ciononostante, ragionando per difetto, il confronto sarà effettuato con le 37 macchine da 1 MW. Di seguito saranno confrontati gli impatti potenziali prodotti dai due impianti, ovvero:

- impianto di progetto di 6 aerogeneratori di grande taglia, potenza massima unitaria 6,2 MW, altezza massima mozzo pari a 125 m, rotore di diametro massimo pari a 158 m, potenza complessiva 37,2 MW.
- impianto di 37 aerogeneratori di media taglia, potenza unitaria 1 MW, installati altezza mozzo pari a 80 m, rotore di diametro pari a 90 m, potenza complessiva 37 MW.

### Impatto visivo

Per individuare l'area di ingombro visivo prodotto dagli aerogeneratori viene considerata l'involuppo dell'area che si estende per 50 volte l'altezza massima degli aerogeneratori, secondo le linee guida nazionale DM/2010.

- aerogeneratori di grande taglia → limite impatto (50 volte l'altezza massima) =  $50 \times 200 = 10.000\text{m}$
- aerogeneratori di media taglia → limite impatto (50 volte l'altezza massima) =  $50 \times 125 = 6.250\text{m}$

Anche se l'area di potenziale impatto visivo è 1,6 volte maggiore per gli impatti di grande taglia, l'indice di affollamento prodotto dall'installazione di 37 macchine contro le 6 macchine, in un territorio è molto rilevante. Inoltre, nelle aree immediatamente contermini all'impianto (nel raggio dei primi km dagli aerogeneratori), l'ampiezza del fronte visivo prodotto da 37 turbine contro le 6 di progetto è notevolmente maggiore, con un significativo effetto barriera.

### Impatto sul suolo

Per entrambe le tipologie di impianto (di media e di grande taglia) la valutazione dell'impatto sul suolo va fatta in termini di occupazione di suolo destinato a seminativi, essendo questa la tipologia di suolo scelta per l'installazione delle turbine e delle relative piazzole definitive. In termini quantitativi l'occupazione di territorio sarà il seguente:

n. Aerogeneratori	Area piazzole (fase di esercizio)	Piste (fase di esercizio)	Totale
6	$1.500 \text{ m}^2 \times 6 = 9.000 \text{ m}^2$	$4000 \text{ m}^2 \times 6 = 24.000 \text{ m}^2$	33.000 m <sup>2</sup>
37	$500 \text{ m}^2 \times 37 = 18.500 \text{ m}^2$	$2500 \text{ m}^2 \times 37 = 92.500 \text{ m}^2$	111.000 m <sup>2</sup>

Si precisa che la valutazione è di massima e finalizzata ad un confronto fra due tipologie di impianto. Per una valutazione puntuale dell'occupazione di suolo del Progetto in esame si rimanda al punto 4.6 "Suolo e Sottosuolo" della presente.

Comunque, la valutazione di massima effettuata ha messo in evidenza che il suolo occupato da un impianto di media taglia è oltre tre volte quello di grande taglia. Ciò comporta una maggiore consumo di suolo agricolo con conseguente maggiore impatto sull'economia agricola locale.

### Impatto su flora-fauna ed ecosistema

Nel caso in cui si consideri l'installazione di aerogeneratori di media taglia è evidente che il maggiore utilizzo del suolo, e comunque la presenza di aerogeneratori su un'area molto più ampia, accentua l'impatto su fauna e flora. La presenza di un maggior numero di aerogeneratori comporta, inoltre, un aumento di disturbo antropico con conseguente allontanamento o uccisione di avifauna.

### Impatto acustico

Non potendo definire con precisione, per l'impianto di media taglia, la localizzazione degli edifici di civile abitazione, come invece sarebbe possibile fare per l'impianto in progetto, si suppone che tali edifici siano posti oltre l'area di interferenza acustica prodotta dagli impianti di progetto, al fine di garantire un impatto acustico trascurabile. È opportuno precisare, comunque, che l'installazione di 37 aerogeneratori genera complessivamente un'area di interferenza acustica maggiore rispetto a quella prodotta da 6 aerogeneratori.

### Costo dell'impianto

La realizzazione di 37 turbine di media potenza, al posto di 6 di grande taglia, implica realizzare una maggiore lunghezza dei cavidotti,

delle piste e di conseguenza un maggiore costo di ripristino a fine cantiere e a fine vita utile dell'impianto. Tutto ciò comporta un aggravio di costo pari al 10-15% della spesa complessiva.

**In conclusione** la realizzazione di un impianto di media taglia comporta:

- un aumento del consumo di suolo agricolo;
- un aumento del raggio di interferenza acustica;
- un aumento della barriera visiva conseguente aumento dell'effetto selva;
- un maggiore disturbo per avifauna locale;
- un maggiore area di cantiere sia in fase di realizzazione che di dismissione;
- un maggiore costo di realizzazione.

Possiamo pertanto concludere che l'alternativa tecnologica di utilizzare aerogeneratori di media taglia invece di quelli di grande taglia previsti in progetto, a parità di energia prodotta, comporta un incremento dell'impatto complessivo sull'ambiente.

#### **4. Alternativa zero**

Nel paragrafo in esame ci si concentrerà sulla valutazione dell'alternativa zero, ovvero sulla rinuncia alla realizzazione del progetto. Quest'ultima prevede la non realizzazione dell'Impianto, mantenendo lo status quo dell'ambiente. Tuttavia, ciò comporterebbe il mancato beneficio degli effetti positivi del progetto sulla comunità.

Non realizzando il parco, infatti, si rinunciarebbe alla produzione di energia elettrica pari a 93,0 GWh/anno che contribuirebbero a:

- risparmiare in termini di emissioni in atmosfera di composti inquinanti e di gas serra che sarebbero, di fatto, emessi da un altro impianto di tipo convenzionale;
- incrementare in maniera importante la produzione da Fonti Energetiche Rinnovabili, favorendo il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Pacchetto Clima-Energia;

Inoltre, si perderebbero anche gli effetti positivi che si avrebbero dal punto di vista socioeconomico, con la creazione di un indotto occupazionale in aree che vivono in maniera importante il fenomeno della disoccupazione. L'iniziativa in progetto in un contesto così depresso potrebbe essere volano di sviluppo di nuove professionalità e assicurare un ritorno equo ai conduttori dei lotti su cui si andranno ad inserire gli aerogeneratori senza tuttavia precludergli la possibilità di continuare ad utilizzare tali terreni per le attività agricole. Inoltre, durante la fase di costruzione/dismissione, figure altamente specializzate potranno utilizzare le strutture ricettive dell'area e gli operai e gli operatori di cantiere si serviranno dei servizi di ristorazione, generando un indotto economico nell'area locale. Anche la fase d'esercizio dell'impianto, seppur in misura più limitata rispetto alla fase di costruzione/dismissione, comporterà l'impiego di professionalità per le attività di manutenzione preventiva.

Va inoltre ricordato che si effettueranno interventi sia per l'adeguamento della viabilità esistente, sia per la realizzazione dei brevi nuovi tratti stradali per l'accesso alle singole piazzole attualmente non servite da viabilità alcuna. Fermo restando il carattere necessariamente provvisorio degli interventi maggiormente impattanti sullo stato attuale di alcuni luoghi e tratti della viabilità esistente, si prende atto del fatto che la maggioranza degli interventi risultano percepibili come utili forme di adeguamento permanente della viabilità, a tutto vantaggio dell'attività agricola attualmente in essere in vaste aree dell'ambito territoriale interessate dal progetto, dell'attività di prevenzione e gestione degli incendi, nonché della maggiore accessibilità e migliore fruibilità di aree di futura accresciuta attrattività.

Inoltre, la presenza dell'impianto potrà diventare un'attrattiva turistica se potenziata con accorgimenti opportuni, come l'organizzazione di visite guidate per scolaresche o gruppi, ai quali si mostrerà l'importanza delle energie rinnovabili ai fini di uno sviluppo sostenibile.

Si evince che la considerazione dell'alternativa zero, sebbene non produca azioni impattanti sull'ambiente, compromette i principi della direttiva comunitaria a vantaggio della promozione energetica da fonti rinnovabili, oltre che precludere la possibilità di generare nuovo reddito e nuova occupazione.

Pertanto, tali circostanze dimostrano che l'alternativa zero rispetto agli scenari che prevedono la realizzazione dell'intervento non sono auspicabili per il contesto in cui si debbono inserire.

##### **5. Studio del Layout di Impianto effettuato**

La prima ipotesi di impianto elaborata prevedeva l'installazione di 8 aerogeneratori di potenza nominale massima di 6,2MW, per un totale di 49,6MW. La disposizione del parco eolico era prevista principalmente nel Comune di Cancellara (PZ), con due aerogeneratori nei Comuni di Tolve (PZ) e Vaglio Basilicata (PZ), alle seguenti coordinate:

Aerogeneratore	X	Y	Comune
C1	578236	4507387	Cancellara (PZ)
C2	579661	4505861	Tolve (PZ)
C3	577912	4506900	Cancellara (PZ)
C4	579148	4505262	Vaglio Basilicata (PZ)
C5	577321	4507127	Cancellara (PZ)
C6	577249	4507719	Cancellara (PZ)
C7	578474	4508590	Cancellara (PZ)
C8	578938	4508269	Cancellara (PZ)

La prima configurazione del layout, si basava essenzialmente nel posizionare gli aerogeneratori sfruttando quanto più possibile le caratteristiche anemometriche e le potenzialità eoliche del sito scelto. Si riporta, di seguito, uno stralcio della mappa della risorsa eolica con sovrapposizione della prima ipotesi di layout.

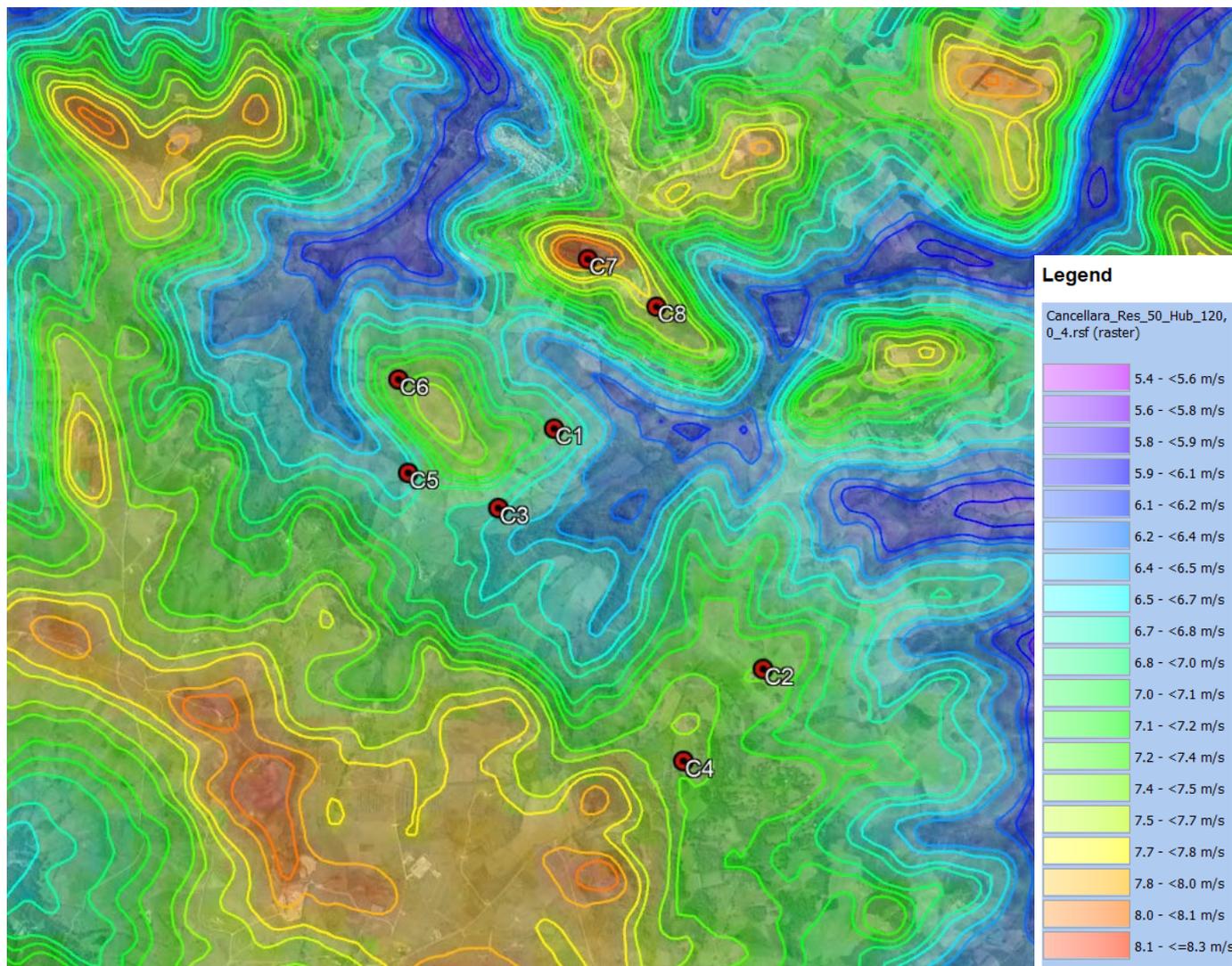


Figura 1 – Prima ipotesi di Layout di Impianto n.8 aerogeneratori con mappa della risorsa eolica su Ortofoto

Da una analisi più dettagliata, è stata valutata:

- la riduzione del parco eolico da 8 a 6 aerogeneratori;
- lo spostamento di alcuni aerogeneratori per eliminare le interferenze con il PIEAR della Regione Basilicata.

In particolare, il PIEAR della Regione Basilicata individua delle aree non idonee, dove non è consentita la realizzazione di impianti eolici di macro generazione. Tra queste aree rientrano i siti archeologici, storico-monumentali ed architettonici con fascia di rispetto di 1000 m. Gli aerogeneratori WTG C2, WTG C4, WTG C7 e WTG C8 presentano delle criticità con i siti archeologici e relativo buffer di 1000m, come si evidenzia dalla seguente figura:

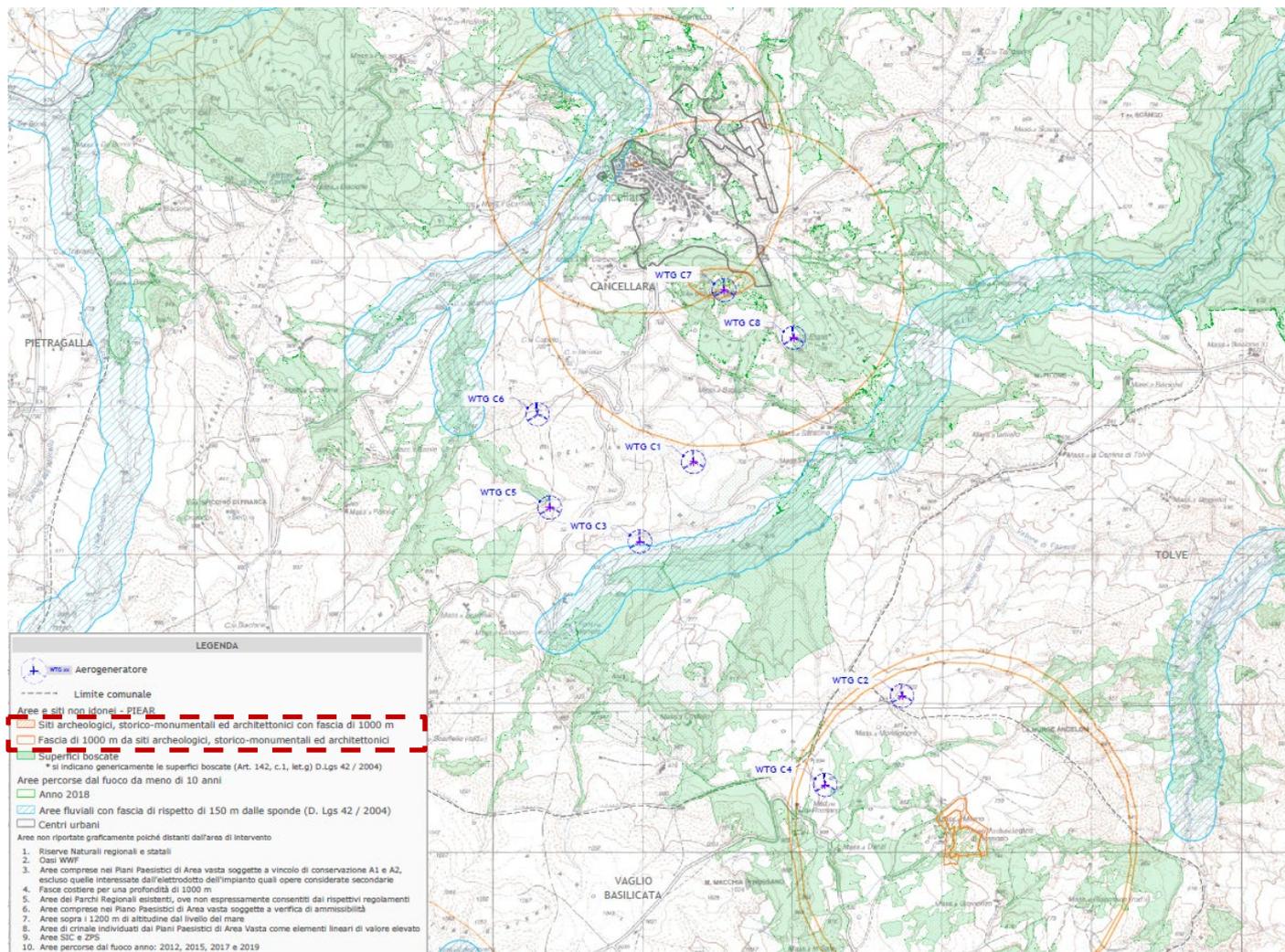


Figura 2 – Analisi delle aree e dei siti non idonei – PIEAR, con sovrapposizione della prima ipotesi di layout

Pertanto, si è deciso di rinunciare a due aerogeneratori WTG C7 e WTG C8, il primo dei quali ricadeva proprio all'interno di un sito archeologico, e di spostare gli aerogeneratori WTG C2 e WTG C4 al di fuori delle aree non idonee del PIEAR, tenuto conto anche dell'inquadramento vincolistico generale. A seguito di tale spostamento, gli aerogeneratori risultano ubicati interamente nel Comune di Cancellara (PZ).

Inoltre, al fine di rispettare la distanza minima tra gli aerogeneratori, misurata a partire dall'estremità delle pale disposte orizzontalmente pari a tre volte il diametro del rotore più grande, con la nuova posizione dell'aerogeneratore WTG C2, si è reso necessario anche un modesto spostamento dell'aerogeneratore WTG C1.

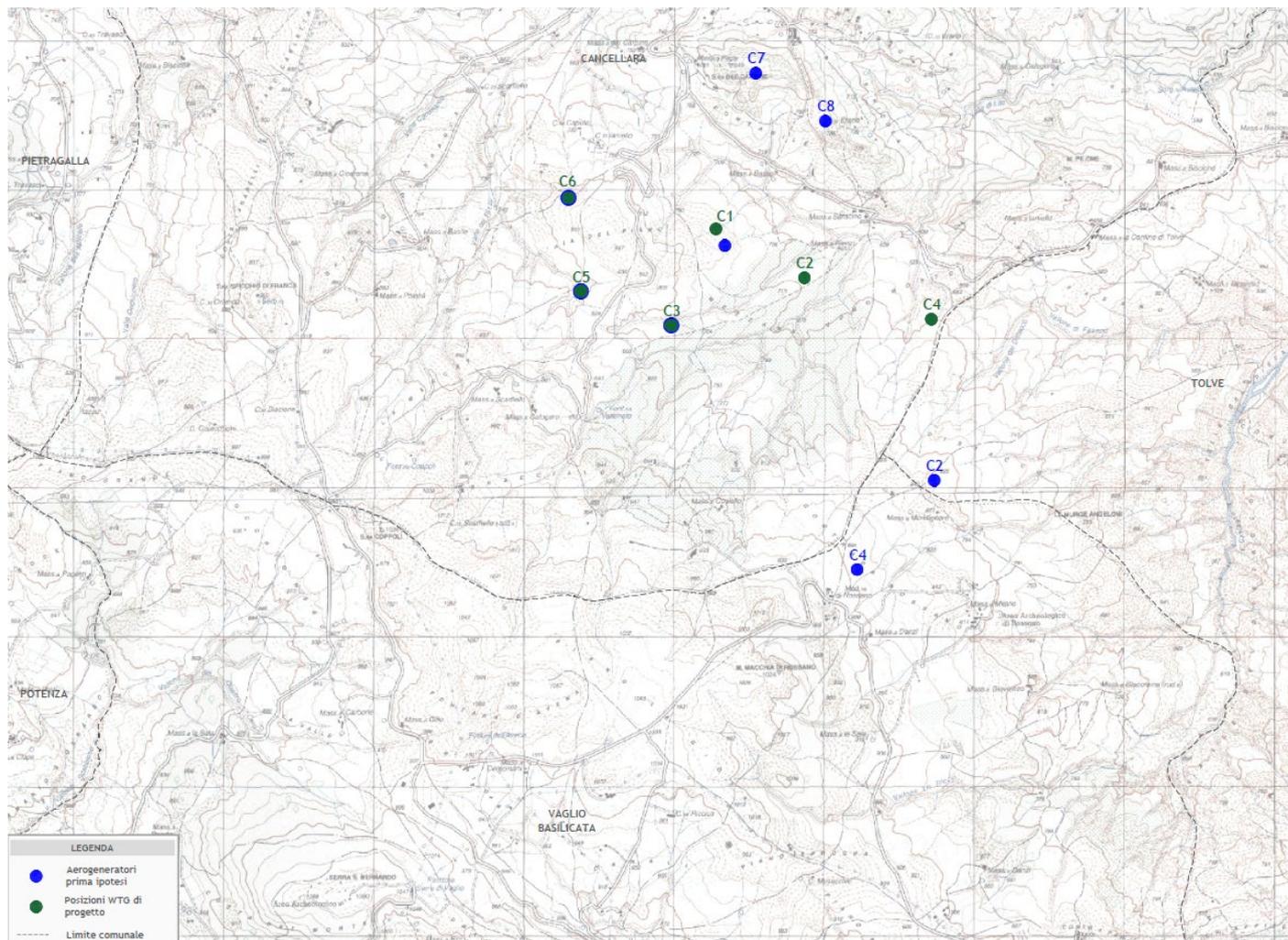


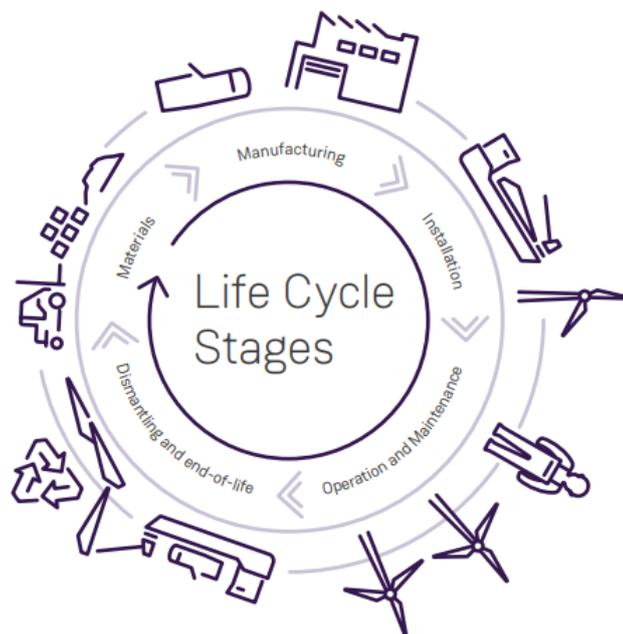
Figura 3 – Confronto tra la prima ipotesi di layout e quella definitiva – IGM 1:25.000

## VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

Il Life Cycle Assessment (LCA o Valutazione del Ciclo di Vita) è un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/progetto lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("dalla Culla alla Tomba").

La metodologia è standardizzata dalle norme della serie ISO 14040 le quali descrivono nel dettaglio i criteri per condurre uno studio di LCA, attraverso un processo suddiviso in quattro fasi.

### Fasi del ciclo di vita di un impianto eolico



FASE	DESCRIZIONE
<b>COSTRUZIONE</b>	Produzione dei materiali, manifattura dei componenti principali (pale, navicelle e torri), fondamenta, messa in posa, costruzione delle infrastrutture necessarie all'accesso all'impianto
<b>TRASPORTO</b>	Trasporto di materiali e componenti presso il sito
<b>FASE OPERATIVA E MANUTENZIONE</b>	Sostituzione di componenti e materiali (es. olio lubrificante), trasporto di componenti e materiali sostituiti, trasporti collegati alle visite ispettive
<b>FINE VITA</b>	Disassembling, smaltimento dei materiali, trasporto dei materiali da smaltire

Tabella 1 – Descrizione delle fasi del LCA di un impianto eolico

### Ipotesi alla base dell'analisi condotta

Di seguito vengono presentati i dati delle emissioni dovute alle fasi di produzione dei materiali (calcestruzzo, metalli, ...) ed alla messa in opera dell'impianto, valutate in ottica ciclo di vita, considerando anche le fasi di manutenzione e dismissione dell'impianto dello stesso, con particolare riferimento alle emissioni in aria dei principali gas inquinanti o causa di effetto serra.

La stima di tali emissioni è stata condotta applicando la metodologia LCA (Life Cycle Assessment) ed utilizzando dati e informazioni resi disponibili dal produttore degli aerogeneratori, la società spagnola **Siemens Gamesa Renewable Energy S.A.**, tra le prime aziende promotrici di energia eolica in 13 paesi.

In particolare, la società in questione ha condotto una valutazione dell' "Environmental product declaration (EPD)" dell'Aerogeneratore SG175.

L'unità funzionale, alla quale tutti i risultati fanno riferimento, è:

1 kWh al netto dell'energia elettrica prodotta attraverso un parco eolico onshore di generatori eolici Siemens Gamesa SG 6.6-155, situato in uno scenario europeo e operante in condizioni di vento medio (IEC II), e successivamente distribuito su una rete elettrica europea a 132 kV.

Considerando che il modello di aerogeneratore previsto, salvo la diversa potenza, ha caratteristiche geometriche e costruttive identiche (modello SG155) a quello di progetto, si è ritenuto ragionevole utilizzare i dati da essi forniti come una buona base di partenza per poter valutare le emissioni.

L'analisi LCA condotta ha, poi, alla base le seguenti ipotesi:

- il tempo di vita utile dell'impianto è stato assunto pari a 20 anni;
- sono state considerati gli impatti prodotti non solo dall'impianto eolico ma anche dalla costruzione e dallo smantellamento della rete elettrica necessaria per il trasporto dell'energia, con le perdite intrinseche del trasporto elettrico e della trasformazione di tensione.
- gli impatti sono considerati direttamente proporzionali alla potenza installata;
- la produzione dell'impianto eolico in oggetto è considerata costante durante la sua vita utile;

### **Producibilità dell'impianto eolico**

La produzione netta dell'impianto, costituito da 6 aerogeneratori, risulta pari a 93,0GWh (cfr. A.5. Relazione specialistica – Studio anemologico).

### **Valutazione delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub>**

I fattori di emissione per la produzione e consumo di energia elettrica considerati nel presente lavoro sono stati calcolati in base al consumo di combustibili comunicati a ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) da TERNA (Gestore della trasmissione della rete elettrica nazionale in alta tensione) a partire dal 2005.

Sono state elaborate stime preliminari per il 2021 in base ai dati del Rapporto mensile sul sistema elettrico pubblicato da Terna a gennaio 2022 (aggiornato a dicembre 2021), ai consumi dei principali combustibili fossili periodicamente pubblicati dal Ministero dello Sviluppo economico e ai fattori di emissione elaborati per il 2020.

Utilizzando le previsioni preliminari aggiornate al 2021 (ISPRA, 2022), come riportate in Tabella 2, il fattore di sostituzione di emissioni di gas serra di un impianto alimentato da fonti rinnovabili, rispetto alla media degli impianti alimentati da fonti fossili, è pari a 445,3 gCO<sub>2</sub>/kWh, da cui si può dedurre quanto segue:

Producibilità netta dell'impianto eolico in progetto pari a 93,0 GWh/anno

$$445,3 \times 93,0 = 41,39 \text{ ktCO}_2/\text{anno}$$

Ne consegue pertanto che, per produrre la medesima quantità di energia elettrica da fonti unicamente fossili, sarebbe necessario rilasciare nell'atmosfera annualmente l'equivalente di 41,39 ktCO<sub>2</sub>/anno.

**L'impianto eolico proposto consentirebbe di evitare l'emissione di circa 827,7 ktCO<sub>2</sub> in 20 anni di esercizio.**

**Tabella 2.25 – Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale e dei consumi elettrici (g CO<sub>2</sub>/kWh).**

Anno	Produzione termoelettrica a lorda (solo fossile)	Produzione termoelettrica a lorda <sup>1</sup>	Produzione elettrica lorda <sup>2</sup>	Consumi elettrici	Produzione termoelettrica a lorda e calore <sup>1,3</sup>	Produzione elettrica lorda e calore <sup>2,3</sup>	Produzione di calore <sup>3</sup>
1990	709,3	709,1	593,1	577,9	709,1	593,1	-
1995	682,9	681,8	562,3	548,2	681,8	562,3	-
2000	640,6	636,2	517,7	500,4	636,2	517,7	
2005	585,2	574,0	487,2	466,7	516,5	450,4	246,7
2006	575,8	564,1	478,8	463,9	508,2	443,5	256,7
2007	560,1	548,6	471,2	455,3	497,0	437,8	256,3
2008	556,5	543,7	451,6	443,8	492,8	421,8	252,0
2009	548,2	529,9	415,4	399,3	480,9	392,4	260,5
2010	546,9	524,5	404,6	390,1	470,1	379,7	247,3
2011	548,5	522,4	395,6	379,1	461,0	367,7	227,8
2012	562,8	530,4	386,8	374,3	467,8	361,3	227,1
2013	556,0	506,6	338,2	327,6	438,8	317,8	218,2
2014	575,5	514,0	324,4	309,9	439,5	304,6	206,9
2015	544,4	489,2	332,7	315,2	425,3	312,9	218,9
2016	518,3	467,4	322,5	314,3	409,3	304,6	220,2
2017	492,7	446,9	317,4	309,1	394,5	299,9	215,3
2018	495,0	445,6	297,2	282,1	389,7	282,2	209,5
2019	462,7	416,3	278,1	269,1	368,2	266,9	212,2
2020	449,1	400,4	259,8	255,0	353,6	251,3	211,0
2021*	445,3	397,6	260,5	245,7	356,1	254,0	221,7

<sup>1</sup> inclusa la quota di elettricità prodotta da bioenergie

<sup>2</sup> inclusa la produzione elettrica da fonti rinnovabili al netto degli apporti da pompaggio

<sup>3</sup> incluse le emissioni di CO<sub>2</sub> per la produzione di calore

\* stime preliminari

Tabella 2 – Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale e dei consumi elettrici [Fonte: ISPRA – Rapporto 363/2022]

### Impronta di CO<sub>2</sub> durante il LCA dell'impianto

Fra le diverse categorie di impatto, il riscaldamento globale è sicuramente l'effetto ambientale di scala globale più significativo per l'attività di produzione di energia elettrica. I quantitativi di gas serra emessi durante il ciclo di vita di un impianto vengono normalmente espressi in grammi di CO<sub>2</sub>-equivalenti, attraverso un'operazione di standardizzazione basata sui "potenziali di riscaldamento globale" (GWPs, Global Warming Potentials). Questi potenziali sono calcolati per ciascun gas serra tenendo conto della sua capacità di assorbimento delle radiazioni e del tempo della sua permanenza nell'atmosfera.

Nella tabella seguente sono riassunti alcuni dati di letteratura relativi al range di variabilità e alla media delle emissioni di gas serra durante l'intero ciclo di vita di alcune fonti energetiche, sia fossili che rinnovabili.

**Tabella - potenziale di riscaldamento globale di alcune fonti energetiche**

Fonti	Media (g CO <sub>2</sub> eq./kWh)	Min (g CO <sub>2</sub> eq./kWh)	Max (g CO <sub>2</sub> eq./kWh)
Fotovoltaico	90	15	560
Eolico	25	7	130
Idroelettrico	41	1	200
Geotermico	170	150	1000
Carbone	1004	980	1200
Gas	543	510	760

Come si può notare dai dati riportati, le emissioni delle fonti rinnovabili presentano un range di variabilità notevole per ogni tecnologia: fattori di variabilità sono infatti legati alle differenze ambientali, alla potenza e alla tecnologia dell'impianto. Proprio in virtù della capacità di LCA di far emergere queste differenze che possono essere messe in luce, esso rappresenta uno strumento fondamentale su cui è consigliabile fondare le scelte tecnologiche e strategiche di sviluppo.

Per la valutazione dell'impronta di CO<sub>2</sub> dell'impianto in oggetto si è fatto riferimento, come anticipato, alla valutazione preliminare dell'"Environmental product declaration (EPD)", resa disponibile dal produttore degli aerogeneratori, la società spagnola **Siemens Gamesa Renewable Energy S.A.**

Si precisa che l'intero ciclo di vita è stato suddiviso in tre principali moduli: modulo centrale "core module" (funzionamento del parco eolico), modulo a monte "up-stream module" (produzione di sostanze ausiliarie) e modulo a valle (distribuzione di energia elettrica).

In particolare, volendo sintetizzare i concetti inclusi in ciascun modulo si ha:

- **Upstream:** comprende gli impatti ambientali legati alla produzione di tutte le sostanze ausiliarie necessarie per il corretto funzionamento del parco eolico durante i 20 anni di vita utile. Poiché l'energia eolica non richiede carburante per il funzionamento delle apparecchiature, questo modulo include principalmente le quantità necessarie di olio idraulico, oli lubrificanti e grassi, nonché le emissioni derivanti dal trasporto di tali sostanze dai fornitori all'impianto eolico.
- **Core Infrastructure:** comprende tutti i passaggi relativi alla costruzione e allo smantellamento del parco eolico, dalla culla alla tomba. Questo comprende tutte le fasi dall'estrazione delle materie prime necessarie per costruire gli aerogeneratori ed il parco eolico, fino allo smantellamento di quest'ultimo, compresa la gestione dei rifiuti prodotti e dei componenti riciclati nonché dei loro corrispondenti trattamenti di fine vita. Questo modulo si riferisce anche ai processi di fabbricazione della WTG eseguiti da Siemens-Gamesa e i suoi fornitori.
- **Core Process:** comprende tutti gli impatti ambientali legati al funzionamento del parco eolico, dati i suoi 20 anni di vita.
- **Downstream Process:** comprende gli impatti legati alle perdite elettriche inerenti alle trasformazioni di tensione e all'effetto Joule durante il trasporto dell'energia elettrica generata.
- **Downstream Infrastructure:** comprende gli impatti legati alla costruzione ed alla disattivazione della rete elettrica, che parte dal parco eolico fino a raggiungere il consumatore finale.

Potential environmental impacts		Unit	Upstream	Core process	Core Infrastructure	Total generated	Downstream process	Downstream infrastructure	Total distributed
Global warming potential	Fossil	g CO <sub>2</sub> eq	3,38E-02	8,12E-02	6,11E+00	6,22E+00	1,37E-01	1,20E-01	6,48E+00
	Biogenic		-3,41E-02	1,02E-05	1,11E-01	7,69E-02	1,69E-03	-4,90E-04	7,81E-02
	Land use and transformation		1,76E-02	1,06E-05	1,42E-02	3,18E-02	7,00E-04	2,69E-04	3,28E-02
	TOTAL		1,73E-02	8,12E-02	6,23E+00	6,33E+00	1,39E-01	1,20E-01	6,59E+00

Tabella 3 – Potenziali impatti ambientali in termini di grammi di CO<sub>2</sub>-equivalenti [Fonte: EPD assessment of the SG155 di Siemens Gamesa Renewable energy]

Pertanto, considerando il totale derivante dai tre moduli principali innanzi illustrati, si ha un potenziale di riscaldamento globale [gCO<sub>2</sub>eq/kWh] per un orizzonte temporale di 100 anni (GWP100), pari a **6,59 gCO<sub>2</sub>eq/kWh**.

Utilizzando le ore effettive di funzionamento dell'impianto in oggetto è possibile ricavare la produzione nel ciclo di vita come segue:

$$93,0 \text{ [GWh/anno]} \times 20 \text{ anni} = \mathbf{1860,0 \text{ GWh [produzione nel ciclo di vita]}}$$

Utilizzando il fattore di emissione unitario di GWP pari a 6,59 gCO<sub>2</sub>eq/kWh e la produzione relativa al periodo di vita utile dell'impianto è possibile calcolare l'emissione totale nel periodo di vita utile dell'impianto assunto pari a 20 anni.

$$1860,0 \text{ [GWh]} \times 6,59 \text{ [gCO}_2\text{eq/kWh]} = \mathbf{12,26 \text{ ktCO}_2}$$

### **Carbon payback**

Il carbon payback è il tempo necessario a compensare l'impatto ambientale dovuto alla costruzione dell'impianto eolico con l'impatto positivo dovuto alla produzione di energia elettrica pulita ottenuta senza utilizzo di combustibili fossili da mix tradizionale.

Considerando le emissioni nel LCA d'impianto, si ha quanto segue:

- l'impianto produrrà in 20 anni di vita utile 1860,0 GWh di energia elettrica;

- Il GWP dell'impianto è pari a 6,59 gCO<sub>2</sub>eq/kWh;
- durante tutto il ciclo vita dell'impianto eolico (produzione materiali, trasporto delle componenti, installazione in loco, manutenzione e dismissione), l'equivalente di 12.257,4 tonnellate di CO<sub>2</sub> verranno rilasciate nell'atmosfera;
- lo stesso quantitativo di anidride carbonica equivalente viene rilasciato dal parco termoelettrico italiano (445,3 gCO<sub>2</sub>eq/kWh) dopo aver prodotto 27,53 GWh;
- Con una producibilità annua di 93,0 GWh/anno, **dopo 0,30 anni (108 giorni circa) dalla sua messa di servizio l'impianto in progetto avrà evitato l'emissione, da parte di centrali termoelettriche, dello stesso quantitativo di anidride carbonica che verrà prodotta nel suo intero ciclo vita (20 anni).**

**Tabella riassuntiva**

Producibilità dell'impianto eolico nella vita utile di 20anni	1.860,0 [GWh]
Potenziale di riscaldamento globale (GWP) dell'impianto	6,59 [gCO <sub>2</sub> eq/kWh]
Life Cycle Emissions dell'Impianto	12.257,4 [tCO <sub>2</sub> eq]
Fattore di emissione della produzione termoelettrica (solo fossile)	445,3 [gCO <sub>2</sub> eq/kWh]
Energia prodotta da termoelettrico per emettere le stesse emissioni di vita impianto	27,53 [GWh]
Producibilità annua stimata impianto	93,0 [GWh/anno]
<b>Carbon Payback time</b>	<b>0,30 [anni]</b>

**Dopo 0,30 anni su 20 di vita utile, ovvero l'1,5%, l'impianto ha pareggiato le sue emissioni totali con quelle evitate dal parco termoelettrico.**

## MODELLO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Nella redazione del progetto in esame è stato adottato un modello di Economia Circolare al fine di tragguardare una maggiore tutela ambientale in tutte le fasi di vita del progetto con la consapevolezza che anche la crescita economica generabile dall'uso delle energie rinnovabili è intrinsecamente collegata all'uso ed al riuso delle risorse ed al valore che viene creato quando i prodotti cambiano proprietà lungo tutta la filiera.

L'economia circolare nel sistema energetico consiste in design, processi e soluzioni che permettono di disaccoppiare il consumo di risorse dalla produzione di energia. L'introduzione di misure volte a ridurre la domanda di materiale è fondamentale per un uso più efficiente delle risorse e una riduzione degli impatti negativi dell'economia sull'ambiente.

L'Economia Circolare si fonda sul principio delle 4R:

- Reduce: la base del concetto di circolarità è ridurre i consumi di materia prima, progettando prodotti con una obsolescenza a lungo termine e con una manutenzione semplice, con costi inferiori;
- Reuse: il riutilizzo delle materie prime è il primo grande ciclo di vita dei prodotti, per perdere quell'energia spesa per generare quel prodotto;
- Recycle: recupero della materia;
- Recover: il rifiuto è valorizzato sotto il profilo economico e diventa materia seconda o energia.

Uno dei temi rilevanti in ambito di Sostenibilità e Economia Circolare è il fine vita degli impianti eolici.

Per quanto attiene le valutazioni in ottica di fine vita dei vari componenti dell'aerogeneratore, si precisa che è stato redatto un Piano di dismissione con computo metrico estimativo al quale si rimanda per gli opportuni approfondimenti:

C.1.a Relazione sulle operazioni di dismissione

Nel seguito, verranno, poi, fornite delle indicazioni relative al riuso e riciclo delle componenti dell'aerogeneratore, ponendo particolare attenzione su quelle componenti più difficilmente riciclabili in relazione alle loro caratteristiche costruttive e ai materiali che le compongono, tenendo conto delle più recenti ricerche nel settore (Accelerating Wind Turbine Blade Circularity, WindEurope, Cefic and EuCIA, May 2020).

La vita utile media delle turbine eoliche è convenzionalmente pari a 20 -25 anni; dopo questo periodo, alcune delle proprietà meccaniche e strutturali dei loro componenti maggiormente sollecitati decadono, rendendo necessari interventi manutentivi per allungarne la vita utile, oppure, laddove sia più opportuno o necessario, procedendo alla completa sostituzione con macchine di ultima generazione. Al termine della vita utile dell'impianto, il parco eolico può essere oggetto di "revamping" ovvero essere "rimodernato" a seguito di una verifica dell'integrità delle strutture (fondazioni, torri tubolari di sostegno) procedendo alla sostituzione integrale delle sole turbine. In tal modo non solo una parte dell'impianto viene riutilizzata ma anche la vita utile può essere prolungata per un arco di tempo superiore a 20 anni.

Ad ogni modo, anche con un ciclo di vita aumentato, l'aerogeneratore sarà prima o poi destinato ad essere completamente smantellato e destinato agli impianti di riciclo.

Buona parte di una turbina eolica è costituita da materiale metallico, quindi facilmente riciclabile; fanno eccezione le pale che sono costituite per l'80-90% di materiali compositi (resine epossidiche arricchite con fibre di vetro o carbonio), oltre ad altri materiali minori (ad es. colla, vernici, schiuma di polistirene, schiuma poliuretana o legno di balsa). Il recupero delle materie costituenti le pale risulta poco efficace ed efficiente allo stato attuale, per la mancanza di una filiera consolidata sia nella valorizzazione della specie di rifiuto in questione che nel successivo riutilizzo delle materie da esso potenzialmente recuperabili.

Approcciare il fine vita dei materiali secondo i principi della Circular Economy significa prediligere strategie sostenibili atte a valorizzare i materiali e le caratteristiche tecniche degli stessi rispetto al conferimento in discarica o alla valorizzazione termica, il tutto in un'ottica di minimizzazione dell'utilizzo di materie prime per i cicli produttivi. Diverse aziende operanti nel settore eolico stanno sviluppando nuovi modelli ed approcci sostenibili per la filiera eolica: Prevenzione, Life Extension, Riuso e Riciclo.



Figura 4 - Possibili approcci di gestione del rifiuto [Fonte: Verso una gestione sostenibile e circolare per il fine vita delle pale eoliche – Luglio 2021]

### Prevenzione

Lo studio di nuovi materiali e di nuovi processi di costruzione per la produzione di turbine eoliche è l'approccio più sostenibile e rappresenta sicuramente la sfida più futuristica ed innovativa. La Società Proponente sta osservando questo settore con molta attenzione, auspicando in un futuro prossimo di poter acquistare aerogeneratori costruiti con materiali innovativi e sostenibili.

Nel campo dei materiali compositi stanno emergendo alcune soluzioni interessanti, ad esempio i composti polimerici rinforzati con fibre naturali su cui sta iniziando a crescere l'interesse di alcuni settori (automobilistico, navale, edile) grazie alla loro bassa densità, oppure i materiali compositi termoplastici che sono facilmente riciclabili. Affinché questa transizione verso materiali innovativi sia realizzabile, sono state avviate interlocuzioni con i principali produttori stimolandoli ed indirizzando tutta la catena del valore verso scelte tecnologiche più sostenibili.

### **Life Extension**

L'estensione della vita utile consiste nel mettere in atto, dopo opportune valutazioni tecnico-economiche, tutte le azioni possibili in ambito di esercizio e manutenzione di un componente, affinché la sua capacità di adempiere la propria funzione venga mantenuta per il maggior tempo possibile.

In questo ambito gli operatori eolici stanno studiando ed implementando soluzioni innovative per il settore eolico come sensori di nuova generazione che forniscono informazioni sullo stato di salute delle turbine e sulla vita residua delle macchine che compongono l'aerogeneratore.

Di seguito si riportano alcuni esempi di soluzioni attualmente in fase di studio/utilizzo:

- sensori per la rilevazione delle vibrazioni, utili sia per determinare lo stato di usura dei cuscinetti dei componenti rotanti (e.g. gearbox, albero primario, generatore) che per monitorare lo stato della turbina e del suo ancoraggio con le fondamenta;
- misure della conduttività dei lubrificanti;
- sensori di rilevazione del ghiaccio, utili nelle aree geografiche in cui la frequente formazione di lastre di ghiaccio, oltre a determinare perdite di produzione e problemi di sicurezza, causa un sovraccarico meccanico sulle pale e relativo indebolimento strutturale;
- robot / droni in grado di avvicinarsi alla pala e accoppiarsi per poter condurre attività di ispezione, riparazione, rivestimento, misure di conduttività.

A questi si aggiungono altri studi che vengono condotti dagli uffici di Innovation di concerto con la funzione di Operation and Maintenance rispetto a procedure di esercizio e manutenzione volte a preservare il più a lungo possibile le funzionalità dei componenti.

### **Riuso**

La soluzione di riuso da perseguire prioritariamente è il riutilizzo dell'aerogeneratore nel suo complesso, opportunamente ricondizionato al fine di ristabilirne la vita utile e l'efficienza.

Pur trattandosi di un mercato secondario dimensionalmente piuttosto limitato e subordinato valutazioni di fattibilità sito-specifiche, è talvolta percorribile l'opzione di rilocalizzazione degli aerogeneratori in altri siti contraddistinti da ventosità molto alte, infrastrutturazione di rete / stradale non ottimale, eventualmente appartenenti a Paesi che si trovano in una fase iniziale del loro percorso di decarbonizzazione/elettrificazione, come ad esempio in alcune zone del Centro e Sud America.

Quando invece un componente non è più in grado di adempiere alla propria funzione nel contesto in cui sta operando, la soluzione più sostenibile è utilizzarlo in un contesto diverso, nel quale possa mantenere il suo valore, a fronte di limitate modifiche. Le pale eoliche, essendo realizzate con materiali compositi, risultano particolarmente adatte a questo scopo in quanto il materiale è durevole, resistente al danneggiamento e all'aggressione ambientale e facile da riparare. Per esempio:

- Riutilizzo delle lame per parchi giochi o arredo urbano;
- Particolari parti strutturali della lama possono anche essere riproposte per strutture edilizie, ad es. copertura di parchi biciclette, ponti, o riusi architettonici.

La Società Proponente ha avviato ed intende approfondire rapporti con alcune aziende che sono già sul mercato con prodotti costruiti a partire da pale eoliche (es. complementi d'arredo civile ed urbano), oltre valutare altre possibili partecipazioni nate attivando l'ecosistema di innovazione.

Si mostra di seguito un esempio di riutilizzo di una pala eolica come copertura di un parco biciclette.

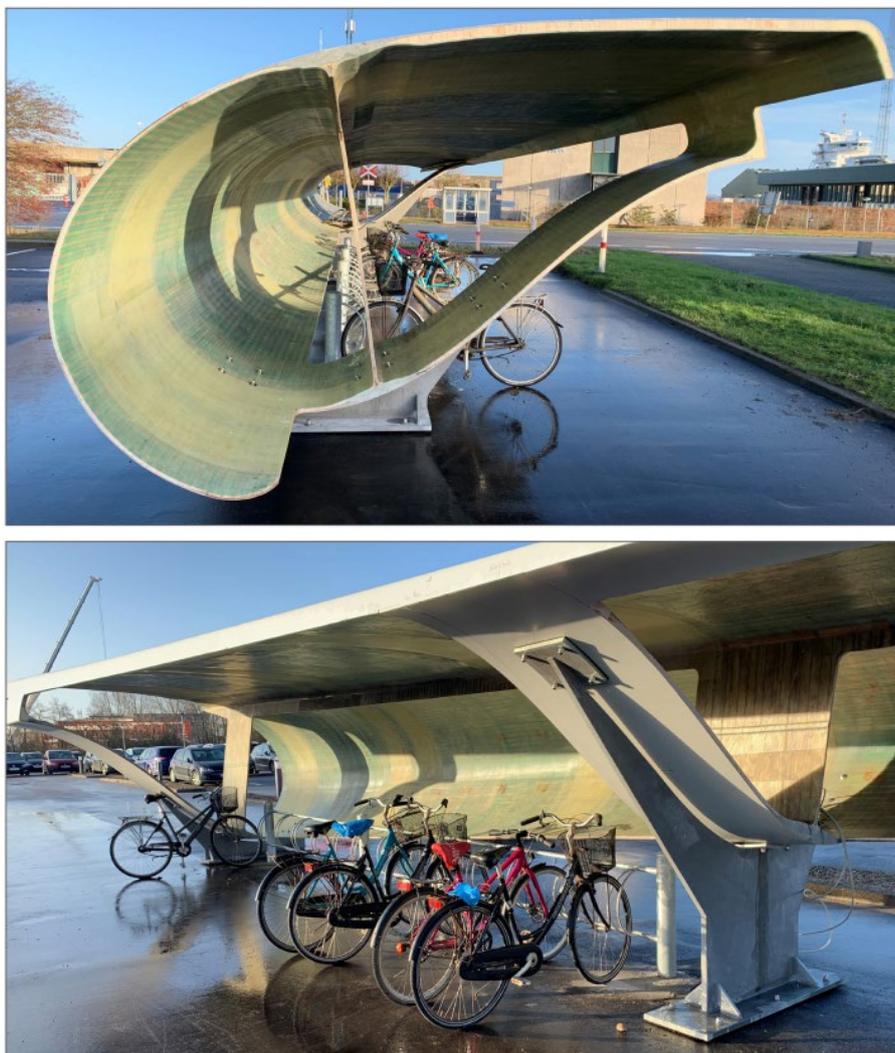


Figura 5 - Bike shed in Aalborg, Denmark [Fonte WindEurope-Accelerating-wind-turbine-blade-circularity – May 2020]

### **Riciclo**

I processi di riciclo ad oggi consentono di recuperare i materiali che compongono la pala (in modo indistinto oppure separando le fibre dalla resina) per riprocessarli al fine di generare un nuovo prodotto che ha caratteristiche e finalità diverse dal componente di partenza.

Alcune aziende ad oggi si trovano ad un buon livello di approfondimento tecnologico dei vari processi di riciclo; seppure sia un settore ancora poco consolidato rispetto al riciclo di altri materiali, si stanno affacciando sul mercato i primi recyclers di materiali compositi che hanno dimostrato la loro tecnologia passando da attività di laboratorio a primi dimostratori.

Di seguito si riportano i principali processi di riciclo in via di sviluppo:

- Riciclo meccanico: è uno dei processi più comuni grazie al potenziale di riutilizzo delle polveri per alcune applicazioni (ad es. produzione di plastica, applicazioni nel settore delle costruzioni, come riempimento di sottofondi stradali o per la realizzazione di pannelli per isolamento termico, acustico, di mobili, manufatti per arredo e oggetti di design, etc..). Garantisce un alto tasso di produttività, diminuisce il valore del materiale riciclato e consente di ottenere prodotti contenenti fino al 40% di materiale di scarto.

- Produzione di cemento: la materia prima del cemento è parzialmente sostituita da fibre di vetro e riempitivi compositi (cemento clinker). Il processo è altamente efficiente, veloce e scalabile; tuttavia, a causa dell'elevata temperatura è necessario un notevole apporto energetico.
- Solvolisi: il processo è incentrato su una reazione chimica di un solvente con il materiale composito in un reattore pressurizzato ad alta temperatura. Garantisce un recupero completo di fibre e resine pulite ma è un processo che necessita ulteriori ottimizzazioni per aumentarne l'efficienza, oltre a richiedere l'utilizzo di solventi, che in taluni casi sono ecocompatibili e completamente riutilizzabili.
- Pirolisi: il processo prevede la decomposizione termica della parte organica dei compositi in ambiente inerte. È altamente scalabile ma le fibre risultano generalmente degradate alla fine del processo in termini di caratteristiche meccaniche. Tale processo risulta molto promettente, anche se ancora lontano dalla redditività economica.
- High voltage pulse fragmentation: il processo elettromeccanico prevede la separazione delle fibre di vetro dalla matrice tramite l'uso di elettricità. Consente di ottenere una buona qualità di fibre, ma richiede molta energia ed attualmente risulta ad uno stadio poco avanzato di sviluppo tecnologico.
- Letto fluido: processo termico che consente di separare le fibre dalla matrice ottenendo però un basso livello di qualità delle prime.

Da alcuni anni si stanno sviluppando le prime collaborazioni tra aziende e centri di ricerca italiani ed europei per sviluppare e validare i processi di recupero analizzando anche la qualità delle materie prime secondarie e dei prodotti che si ottengono.

In parallelo alcune aziende si stanno muovendo anche sul fronte industriale verso la creazione di un modello di business che coinvolga vari operatori in un impianto dimostratore su scala commerciale. La filiera sarà composta da produttori ed operatori energetici che forniranno il materiale composito da recuperare, dagli operatori che effettuano il pretrattamento ed il processo di riciclo, e dagli utilizzatori finali che potranno acquistare il materiale secondo per integrarlo nel loro processo produttivo.

Si evidenzia, infine, che ogni valutazione fatta in sede di redazione del progetto di dismissione (214301\_D\_R\_0360), e qui, approfondita con riferimento alle pale degli aerogeneratori, che influiscono negativamente sul tasso di riciclabilità complessivo dell'aerogeneratore, sarà successivamente oggetto di attualizzazione al momento della dismissione a fronte delle nuove tecniche realizzative verso le quali il produttore si sta portando e a fronte delle future tecniche di riciclo/recupero/riutilizzo dei materiali.

## MONITORAGGIO AVIFAUNA

Il quadro faunistico alla scala vasta è stato costruito in prima istanza attraverso l'analisi della bibliografica. Successivamente, i dati di bibliografia sono stati integrati attraverso una raccolta in campo di dati faunistici relativi agli Uccelli e i Chiroteri. L'intensa attività di monitoraggio è stata avviata il 1° luglio 2022 e si concluderà il 30 giugno 2023 ed è contenuta nel documento integrativo, a cui si rimanda per dettagli:

### A.18.11 Relazione di inquadramento faunistico preliminare

In particolare, le metodologie utilizzate adottano l'approccio BACI (Before After Control Impact) che permette di misurare il potenziale impatto di un disturbo, o un evento. In breve, esso si basa sulla valutazione dello stato delle risorse prima (Before) e dopo (After) l'intervento di realizzazione di un'opera (nello specifico un parco eolico), confrontando l'area soggetta alla pressione (Impact) con siti in cui l'opera non ha effetto (Control), in modo da distinguere le conseguenze dipendenti dalle modifiche apportate da quelle non dipendenti.

Il riscontro dei rilievi fino ad ora effettuati - e derivanti dalle indagini sul campo - non restituisce dati che differiscono significativamente da quanto riportato nelle valutazioni dello Studio di Impatto Ambientale.

## MITIGAZIONI

### 1. CONSUMO DI SUOLO

Si riporta, di seguito, il valore del consumo di suolo puntualmente contabilizzato per il Progetto in esame, considerando sia la fase di cantiere che quella d'esercizio, e classificando il tipo di suolo occupato, in accordo alla classificazione "Corine Land Cover".

Tipologia di uso del suolo e superficie occupata - Fase di cantiere		
Opere	Uso del suolo (Fonte Corine Land Cover_2012)	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Aerogeneratore e piazzola di costruzione	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	36.366
Area stoccaggio	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	7.740
Nuova viabilità	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	19.998
Viabilità di costruzione, allargamenti temporanei	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	3.417
Cavidotto al di fuori della sede stradale	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	1.980
	2.3.1. Prati stabili	1.260
	2.4.2. Sistemi colturali e particellari permanenti	992
	2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali	96
Stazione Elettrica d'Utenza	2.3.1. Prati stabili	2.961
<b>Tot:</b>		<b>74.810</b>

Tipologia di uso del suolo e superficie occupata - Fase di esercizio		
Opere	Uso del suolo (Fonte Corine Land Cover_2012)	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Aerogeneratore e piazzola	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	11.280
Nuova viabilità (esclusa viabilità da potenziare)	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	19.998
Stazione Elettrica d'Utenza	2.3.1. Prati stabili	2.961
<b>Tot:</b>		<b>34.239</b>

In conclusione, le aree interessate dagli interventi occuperanno territori agricoli, evitando così l'occupazione di aree boschive o naturali.

Da evidenziare come per l'accesso alle piazzole, si sia cercato di utilizzare le viabilità presenti e in minima parte realizzate ex novo o adeguate con nuovi tracciati atti al passaggio dei mezzi per il trasporto delle torri e delle pale. Anche per il passaggio del cavidotto, si è cercato, laddove possibile, di percorrere le viabilità presenti, non andando ad incidere su ulteriori superfici agricole, seminaturali o naturali.

Da puntualizzare che dopo la fase di cantiere molte delle aree occupate verranno ripristinate all'uso originario, occupando permanentemente superfici minime (circa 3,4 ha a confronto di 7,5ha in fase di cantiere) e totalmente antropizzate.

In particolare, le aree occupate temporaneamente durante la fase di cantiere saranno ripristinate all'ultimazione dei lavori con l'impiego del suolo generato dagli scavi e specificatamente stoccato.

Il suolo obiettivo prodotto dagli scavi di cantiere, quindi, deve conservare degli standard qualitativi per essere riutilizzato nella fase post-costruzione. Pertanto si possono seguire le fasi di seguito riportate:

- Protezione del suolo e delle piante in situ.
- Proteggere il suolo esistente dal compattamento e dall'erosione delimitando le aree di intervento con barriere geotessili e realizzando opere di regimentazione delle acque;

- Proteggere, ove necessario, la vegetazione arborea – evitando il transito di macchine a meno di 1 metro dal limite della chioma – ed il suolo della pianta, eventualmente scarificando il terreno a ridosso della pianta se troppo compattato e verificando la presenza di almeno 5-10 cm di lettiera (i materiali vegetali superficiali più o meno decomposti), integrandola, ove insufficiente, mediante pacciamatura o apporto di compost.
- Asportazione e conservazione del topsoil.
- Mantenere le condizioni di umidità del suolo per non degradarne la struttura e quindi alterarne, in senso negativo, le caratteristiche idrologiche (infiltrazione, permeabilità) ed altre caratteristiche fisiche;
- Prevedere la separazione degli orizzonti superficiali (orizzonti A generalmente corrispondenti ai primi 20-30 cm) dagli orizzonti minerali sottostanti (orizzonti B e/o C a profondità > di 30 cm);
- Operare una vagliatura per separare il pietrame più grossolano da utilizzare come fondo del cumulo per favorire lo sgrondo dell'acqua.
- Stoccaggio provvisorio.
- Individuare superfici di deposito – attigue alle aree di intervento – con una buona permeabilità e non sensibili al costipamento ed eventuale posa a terra di uno strato protettivo;
- Separare gli orizzonti superficiali da quelli profondi e, se presente, la lettiera dal topsoil (in particolare il materiale vegetale con diametro > di 30 cm) in cumuli distinti, di forma trapezoidale ed altezza non superiore a 1.5-2.5 m d'altezza,
- rispettando l'angolo di deposito naturale del materiale e tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento;
- Realizzare opere di regimazione delle acque per impedire l'erosione del suolo depositato;
- Impedire il compattamento del suolo senza ripassare con i mezzi sullo strato depositato;
- Preservare la fertilità del suolo seminando specie leguminose, con possibilità di effettuare inerbimento o proteggendo i cumuli con materiale geotessile;
- Monitorare eventuali sversamenti accidentali.

Gli interventi di ripristino interessano le aree occupate temporaneamente durante la fase di cantiere – le piazzole di montaggio ridimensionate per la fase di esercizio, le piazzole di stoccaggio, gli adeguamenti della viabilità per il passaggio degli automezzi – e le scarpate ai bordi della viabilità e delle piazzole definitive.

Le opere provvisorie legate alla fase di cantiere dell'impianto eolico occupano in prevalenza superfici agricole utilizzate a seminativi estensivi non irrigui (colture cerealicole e foraggere stagionali).

Nello specifico si prevedono le seguenti operazioni:

- l'eventuale decompattamento del suolo stoccato nelle aree di deposito temporaneo in cantiere;
- il dissodamento del suolo attraverso uno scasso fino a 60 – 80 cm;
- la corretta redistribuzione degli orizzonti conservati in cumuli distinti in corso d'opera;
- la semina del topsoil con colture cosiddette da sovescio (leguminose erbacee capaci di aumentare, mediante fissazione dell'azoto, la fertilità del terreno), che saranno trinciate ed interrate così da migliorare la fertilità del suolo;
- la concimazione del terreno con fertilizzante organico / letame maturo;
- la coltivazione come da rotazione programmata per la porzione attigua di seminativo.

Si precisa, comunque, che il riutilizzo in loco delle terre movimentate per la realizzazione del Progetto (per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati) verrà effettuato nel rispetto di quanto disposto dall'art. 185 co. 1 lett. c) del D. Lgs 152/06 e ss.mm.ii. nonché dall'art. 24 del D.P.R. 120 del 13 giugno 2017. In fase di progettazione esecutiva o prima dell'inizio dei lavori, in conformità a quanto previsto nel piano di caratterizzazione preliminare, il proponente o l'esecutore:

- effettuerà il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale;

- redigerà, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché dell'art. 24 del DPR 120/2017, un apposito progetto in cui saranno definite:
  - volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
  - la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
  - la collocazione e la durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;
  - la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.

Qualora in fase di progettazione esecutiva non venga accertata l'idoneità del materiale all'utilizzo ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera c), le terre e rocce vanno gestite come rifiuti ai sensi della Parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006.

L'area sottostante gli aerogeneratori per un raggio di 60 m dal centro torre, secondo le indicazioni del Ministero della Transizione ecologica (MiT), deve essere mantenuta sgombra da vegetazione durante tutta la vita utile dell'impianto per consentire l'attività di ricerca delle carcasse di uccelli e chiroterri eventualmente impattati sugli aerogeneratori.

In particolare, le aree al di sotto degli aerogeneratori saranno interessate dalle piazzole di servizio costituite da materiale non impermeabilizzante e facilmente ripulibile nel caso di crescita spontanea della vegetazione. Le aree eccedenti tali superfici e incluse in un raggio di 60 m, che non verranno utilizzate a scopo agricolo (terreni abbandonati), verranno lavorate al fine di avere una superficie con vegetazione erbacea bassa. Per quanto riguarda, invece, l'uso da parte dei privati del suolo a confine con le piazzole degli aerogeneratori, verrà condotto normalmente con la messa a dimora di colture cerealicole o da sfalcio così da garantire in automatico la ripulitura del terreno da specie erbacee alte.

## 2. BIODIVERSITÀ

### Pala di color nero

Nell'ambito del supporto istituzionale che la scrivente ritiene opportuno e doveroso fornire per consentire la più efficace e sostenibile diffusione della fonte di generazione eolica riteniamo indispensabile fornire a codesto Ministero una panoramica sintetica ma organica sulla cd "pala nera" per consentirvi di fornire a tutte le strutture coinvolte nei processi autorizzativi del comparto eolico onshore ed offshore le linee guida più opportune per la gestione della tematica.

Per memoria storica ricordiamo che la "pala nera" è stata di fatto introdotta a seguito di una sperimentazione effettuata nella parte settentrionale della Norvegia tra il 2006 ed il 2016 nel parco eolico di Smøla (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.6592>, ) in cui sono state dipinte di nero alcune pale di una wind farm e si è riscontrato nel tempo un minor numero di collisioni con uccelli rispetto a quelle con colorazione tradizionale. Si rimanda al relativo paper al link riportato, per una completa rappresentazione dell'esperimento e delle sue conclusioni. Si rappresenta solo per che il paper stesso, alla luce anche della peculiarità geografica (ambiente artico prevalentemente nevoso e specie specifiche presenti) raccomandava un'ampia e rappresentativa sperimentazione, anche specifica per il luogo d'installazione, prima di poter confermare un beneficio oggettivo e ripetibile relativamente a tale prassi.

Di fatto la tematica. Ad eccezione di quanto più oltre rappresentato, non è stata più approfondita e sembrerebbe che sino a poco tempo fa nessuno abbia raccolto il testimone della ricerca originale ovvero non risultano alla Scrivente né altri studi effettuati negli anni successivi né comunque alcuna installazione commerciale della cd pala nera.

In realtà esiste un'eccezione Italiana a riguardo: in alcune regioni, a seguito di istruttorie VIA è iniziata ad apparire sporadicamente tale prescrizione o comunque raccomandazione.

L'invito, storicamente, non è stato mai raccolto dagli investitori anche e soprattutto per la non disponibilità sul mercato del prodotto ovvero ad oggi nessuno dei grandi player del mercato delle turbine eoliche è in grado di offrirla. Alcuni Produttori stanno effettuando studi a riguardo alcuni altri hanno già comunicato al mercato che non la offriranno.

La ragione della non disponibilità sul mercato di tale prodotto è legata a ragioni tecniche/strutturali legata principalmente al maggior riscaldamento (dilatazioni termiche, scollamenti, cristallizzazione ecc.) che ne inficia la solidità strutturale con implicazioni relative alla sicurezza ed alla affidabilità ad oggi ancora irrisolte. Ci sono poi tematiche di maggior conducibilità elettrica nei pigmenti scuri che accentuano il rischio di fulminazioni e, per tornare al tema della sicurezza, i pigmenti scuri oggettivamente rendono meno efficaci tutte le ispezioni visive predittive (per ricerca di microcricche, fessurazioni ecc) atte a prevenire cedimenti strutturali.

Ritornando alle dinamiche specifiche italiane negli ultimi 2 anni tale prescrizione sta cominciando ad apparire sempre più frequentemente con più enfasi ovvero come prescrizione perentoria che oltre a confliggere con le norme non derogabile della sicurezza del volo prevista dalle vigenti specifiche ENAC/EATA, si scontra con l'immutata situazione di mercato in cui nessuno dei grandi fornitori di turbine offre il prodotto per le ragioni sopra elencate.

Premesso quanto sopra, al fine di superare anche l'evidente fase di impasse sopradescritta, e prendendo anche spunto dalle best practice internazionali del comparto si ritiene opportuno suggerire a codesto Ministero un percorso congiunto e virtuoso che completi le necessarie verifiche prospettate come indispensabili già dallo studio originale sopracitato per comprendere il reale beneficio dell'adozione della pala nera nei progetti onshore e/o offshore italiani e nel caso adottare tale situazione nei limiti tecnici della sua applicabilità pratica in sicurezza e di una ragionevole sostenibilità economica

L'esempio a cui ci riferiamo ed ispiriamo è quello del nuovo studio effettuato da RWE in Olanda assieme alla Provincia di Groningen e altri partners pubblici e privati (tra cui Ministeri e associazioni ambientaliste varie) che sta testando appunto la pala nera nel Parco eolico di Eemshaven (<https://windpower.nl.com/2021/11/24/groningen-province-and-rwe-test-black-turbine-blade-in-eemshaven/> <https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2022/black-turbine-blades-reduce-bird-collisions->), lo studio è tuttora in corso ed previsto terminare nel 2024 e mira appunto a verificare preventivamente l'efficacia specifica in loco di tale eventuale prescrizione prima di affrontare i conseguenti impatti in termini di extracosti ma soprattutto di sicurezza (ed a riguardo specifico, evidentemente, senza compromessi in merito)

La ratio è meglio espressa nella lettera del Ministro degli affari economici e clima al parlamento olandese che spiega l'evidente Necessità di ulteriori indagini prima dell'implementazione della pala nera: "Prima di poter prescrivere una pala nera, devo prima essere sicuro che sia legale, tecnicamente e sicura e che aiuti effettivamente gli uccelli. Ecco perché ho avviato un'indagine a Eemshaven".

In conclusione nel richiedere che prima di procedere ulteriormente con tale prescrizione "massiva" si proceda "data driven" attendendo:

- (1) almeno gli ulteriori approfondimenti delle sperimentazioni specifiche olandesi, che sono più sicuramente più rappresentative delle condizioni italiane rispetto a quelle artiche norvegesi;
- (2) si effettuino auspicabilmente le verifiche del caso anche sul nostro territorio ed a riguardo si conferma la disponibilità dell'ANEV e dei suoi associati a verificare di concerto con le Vostre strutture come si possa procedere con sperimentazioni puntuali e mirate in Italia sfruttando i parchi di prossima realizzazione.

Restiamo disponibili per tutti gli approfondimenti del caso e per l'avvio fattivo di un confronto in merito.

### **Adozione di sistemi radar di gestione**

*Nella fase di esercizio*, onde evitare problemi alle specie sensibili, ma più in generale dell'avifauna che potrebbe interagire con l'impianto eolico, la società attiverà un sistema di telecamere in grado di individuare la presenza di uccelli e la loro traiettoria di volo e di conseguenza bloccare le pale degli aerogeneratori. In particolare l'uso delle telecamere, come sistema di prevenzione delle possibili collisioni, è simile all'uso del radar. DTBird - DTBat è un sistema di monitoraggio automatico dell'avifauna e dei chirotteri per

la riduzione del rischio di collisione delle specie con le turbine eoliche terrestri o marine. Il sistema rileva automaticamente gli uccelli/pipistrelli e, opzionalmente, può eseguire 2 azioni separate per ridurre il rischio di collisione con le turbine eoliche:

- ✓ attivare un segnale acustico (per l'avifauna)
- ✓ e/o arrestare la turbina eolica (per l'avifauna e i chiroterteri).

### 3. SISTEMAZIONE FORESTALE AI FINI ANTINCENDIO

L'area in esame è interessata principalmente da territori agricoli adibiti a seminativi in aree non irrigue circondata da zone boscate ed ambienti semi naturali.

#### Strade Tagliafuoco

Le opere di viabilità secondaria del sito (strade di accesso alle piazzole degli aerogeneratori), si possono configurare a tutti gli effetti come fasce tagliafuoco.

Si precisa, inoltre, che per la nuova viabilità di progetto, non è previsto l'impiego di materiale impermeabilizzante, bensì le stesse saranno realizzate, interamente, tramite utilizzo di materiali drenanti naturali.

#### Videocamere ad infrarossi

Per individuare i focolai di incendio nelle zone boschive, si prevede l'installazione di telecamere ad infrarossi, con particolari sensori che rilevano anche una minima quantità di fumo, collegate agli aerogeneratori.

Le telecamere a infrarossi monitorano le emissioni di infrarossi (spettro non visibile all'occhio umano); sono in grado di rilevare il calore sprigionato anche da un piccolo incendio e di segnalarlo immediatamente alla centrale operativa alla quale saranno connesse.

#### Pulizia del bosco

La pulizia del sottobosco, e la sua rimozione nelle aree ad alto rischio, aiuta a controllare il problema degli incendi. Un bosco curato costituisce un ostacolo al propagarsi delle fiamme e, allo stesso modo, devono essere curati i prati e tutte le aree verdi all'interno delle aree urbanizzate, la cui erba alta deve essere rimossa con regolarità. In alcune Regioni, inoltre, la presenza di discariche abusive e di rifiuti abbandonati, anche nei boschi, costituisce un rischio per la salute in caso di incendio e talora può causare l'innescare stesso di incendi che poi coinvolgono le aree naturali e forestali.

Quando interviene una mancata manutenzione del sottosuolo, l'acqua piovana o i torrenti non riescono ad impregnare il terreno che si secca e diventa quindi più facilmente infiammabile.

Pertanto, la Società Proponente si impegna in una corretta gestione delle aree boscate limitrofe al progetto in esame.

## COMPENSAZIONI

La normativa regionale di cui alla L.R. 19 gennaio 2010, nr. 1 e ss.mm.ii. "Norme in materia di energia e Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale. D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 – L.R. n. 9/2007" ed alla "Delib. G.R. 29/12/2010, n. 2260 - Legge regionale 19 gennaio 2010, n. 1, art. 3 - Approvazione Disciplinare e relativi allegati tecnici" prevede che sia proposto, valutato ed approvato un Progetto di Sviluppo Locale (PSL) che abbia le finalità in esso elencate. In particolare, la normativa regionale stabilisce che "Per gli impianti collegati alla rete in alta tensione, di potenza superiore a 20 MW, .... dovranno essere previsti interventi a supporto dello sviluppo locale, commisurati all'entità del progetto, ed in grado di concorrere, nel loro complesso, agli obiettivi del P.I.E.A.R." Inoltre, in tema di misure di compensazione e di riequilibrio ambientale e territoriale, è stabilito che "La realizzazione dei progetti ed i relativi oneri finanziari sono a carico del proponente e sono quantificati per un valore commisurato alla potenza installata in misura non inferiore ad euro 50.000,00 a MW, per ciascun MW eccedente la soglia prevista dal P.I.E.A.R.";

Per il Progetto in esame, è stata proposta una Convenzione al Comune di Cancellara (PZ), e successivamente condivisa con il Comune stesso, che prevede l'attuazione della seguente tipologia di interventi da implementarsi a titolo di PSL e misure compensative previste dal DM 10/9/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"

1. Interventi sul territorio

- a. realizzazione di interventi sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinino una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale con asfalto fonoassorbente ecc.);
  - b. regimentazione di acque pluviali e misure di prevenzione e ripristino in relazione a possibili dissesti idrogeologici;
  - c. installazione di impianti per avvistamento di incendi ad infrarossi collegato con la protezione civile;
  - d. mitigazione per danni causati dal Progetto all'ecosistema attraverso interventi di ripristino dell'ecosistema stesso e dell'Habitat;
  - e. sgombero in occasione di precipitazioni nevose;
  - f. interventi di realizzazione e/o manutenzione del verde pubblico/rimboschimento aree;
  - g. realizzazione e/o sistemazione di piste ciclabili;
  - h. realizzazione di sentieri di ingegneria naturalistica al fine della fruizione del territorio (trekking, mountain bike, ecc.)
2. Interventi di efficienza energetica
- a. sostegno per la realizzazione di impianti fotovoltaici da parte del Comune;
  - b. installazione di lampioni stradali a basso consumo e/o ad alimentazione alternativa e a basso inquinamento luminoso sul territorio comunale;
  - c. interventi sul patrimonio edilizio pubblico miranti a ottenere il miglioramento dell'efficienza energetica e/o l'installazione di sistemi di produzione dell'energia da fonti rinnovabili e/o di recupero energetico /isolamento termico e coibentazione di edifici pubblici;
  - d. acquisto di autovetture e mezzi di trasporto di uso pubblico a bassa emissione inquinante (trazione elettrica, metano, ibrida ecc.);
  - e. parziale copertura delle spese relative alle utenze di energia elettrica del Comune;
  - f. organizzazione di eventi culturali volti alla sensibilizzazione ed all'informazione della cittadinanza e delle scuole su tematiche ambientali quali risparmio ed efficienza energetica, tutela e valorizzazione del territorio, della flora, della fauna e degli habitat naturali, raccolta differenziata ecc.).

La proposta prevede che per quanto attiene alle misure di compensazione ambientale, la Società corrisponderà al Comune ogni anno una somma pari **al 3% dei ricavi ottenuti dalla valorizzazione dell'energia elettrica** prodotta dagli aerogeneratori installati sul territorio comunale.

Inoltre a fini dell'implementazione del PSL, la Società provvederà a mettere a disposizione del Comune le relative somme di denaro soggette a vincolo di destinazione, anche in forma anticipata qualora necessario, ai fini della realizzazione dei relativi interventi, che saranno detratte dall'importo pari al 3% dei ricavi ottenuti dalla valorizzazione dell'energia elettrica.

