

# Impianto eolico di Collinas

## Progetto definitivo – Integrazioni volontarie

Oggetto:

### COL-73.00 – Analisi costi benefici

Proponente:



Sorgenia Renewables S.r.l.  
Via Algardi 4  
Milano (MI)

Progettista:



Stantec S.p.A.  
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova  
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	08/03/2024	Prima Emissione – integrazioni volontarie	V. Gionti	D. Mansi M. Iaquina	P. Polinelli

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **COL-73.00 - Analisi costi benefici.docx**

# Indice

<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Descrizione del proponente</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Contenuti della relazione</b> .....	<b>3</b>
<b>2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>5</b>
<b>3 CALCOLO DEI COSTI BENEFICI DI CARATTERE AMBIENTALE</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità a livello globale</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 Paesaggio</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3 Rumore</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4 Vegetazione</b> .....	<b>16</b>
3.4.1 Stoccaggio e sequestro del carbonio .....	16
3.4.2 Qualità degli habitat .....	18
<b>3.5 Fauna</b> .....	<b>20</b>
3.5.1 Fase di cantiere .....	20
3.5.2 Fase di esercizio .....	22
<b>3.6 Uso ed occupazione del suolo</b> .....	<b>25</b>
<b>3.7 Possibili compensazioni ambientali e sociali</b> .....	<b>28</b>
<b>4 QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI</b> .....	<b>30</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>32</b>

## PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Sorgenia Renewables S.r.l ("Sorgenia" o "Il Proponente") di redigere il progetto definitivo per l'installazione di un impianto eolico ubicato nel Comune di Collinas (SU), costituito da 8 turbine eoliche (WTG), di potenza 6 MW ciascuna, per un totale di 48 MW installati.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT verrà convogliata alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente, collegato ad un sistema di sbarre condivise con altri produttori, che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" .

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius". Il progetto delle opere di rete, predisposto dal proponente e capofila Green Energy Sardegna 2 S.r.l., ha ottenuto il benestare di Terna in data 19/12/2023 ed è attualmente in fase di Valutazione di Impatto Ambientale al MASE (Codice procedura (ID\_VIP/ID\_MATTM):7859);
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

Sorgenia Renewables S.r.l. in data 04/07/2023 ha presentato istanza al Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica e alla Soprintendenza speciale per il PNRR per il rilascio del provvedimento di valutazione di compatibilità ambientale (VIA) dell'impianto eolico "Collinas" (denominato anche "Il Progetto") ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. n. 152 del 2006 (Codice procedura (ID\_VIP/ID\_MATTM):9984). La consultazione pubblica è stata avviata il 07/08/2023 e si è conclusa il 06/09/2023. In questo lasso di tempo sono state depositate le osservazioni dei comuni di Collinas, Villanovaforru e Sanluri, dell'Associazione ecologista Gruppo d'Intervento Giuridico e dell'Associazione Italia Nostra Sardegna. Oltre i termini, sono invece pervenute le osservazioni dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna (ARPAS).

Al termine della consultazione pubblica, il progetto ha ricevuto i pareri della Regione Sardegna – Assessorato per la Difesa dell'Ambiente, e del Ministero della Cultura - Soprintendenza speciale per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

## **1.1 Descrizione del proponente**

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

## **1.2 Contenuti della relazione**

La presente relazione, che si pone l'obiettivo di quantificare in termini monetari sia i costi che i benefici direttamente o indirettamente collegati al progetto del parco eolico "Collinas", è stata predisposta dal Proponente come integrazione volontaria per soddisfare la richiesta al punto 2 nella sezione "Aspetti progettuali", dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna giunta nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale [ID 9984]. Ci si riferisce in particolare al parere arrivato al MASE in data 11/09/2023 registrato in ingresso con numero 0143329 l'11/09/2023 (codice elaborato MASE-2023-0143329).

L'analisi costi-benefici assume particolare rilevanza nell'ambito degli impianti a fonte energetica rinnovabile, dove la transizione verso fonti sostenibili è una priorità globale.

Il presente studio ha permesso di valutare non solo l'impatto finanziario diretto, ma anche gli impatti ambientali, sociali ed economici a lungo termine. La considerazione di queste variabili è cruciale per fornire una prospettiva completa e favorire la presa di decisioni informate nel settore delle energie rinnovabili, contribuendo così a sviluppare soluzioni energetiche sostenibili e a promuovere la transizione verso un sistema energetico più verde.

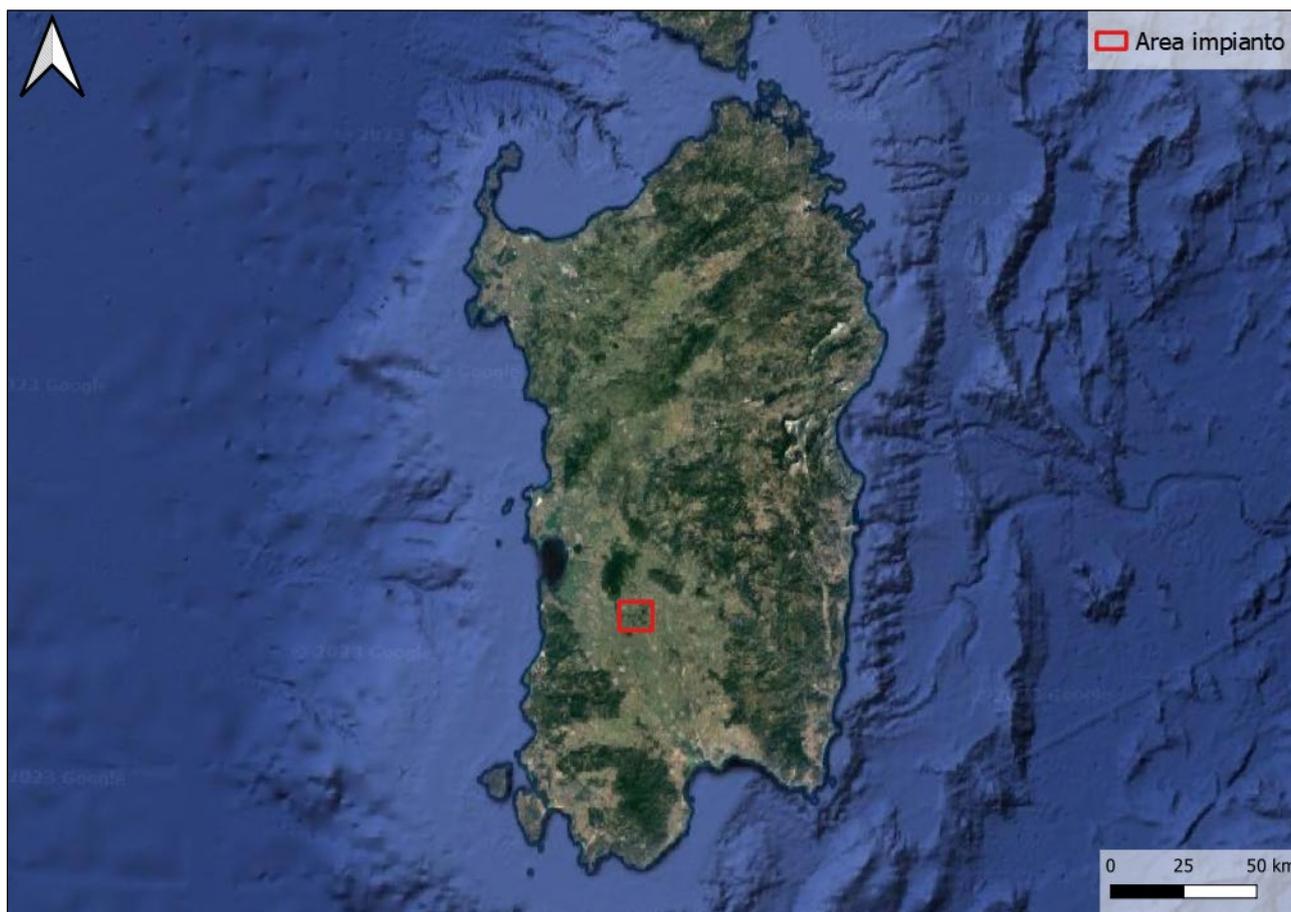
I contenuti del presente elaborato sono suddivisi in:

- Capitolo 2: inquadramento territoriale dell'impianto in oggetto di nuova costruzione;
- Capitolo 3: analisi dei costi benefici di carattere finanziario, valutando i flussi di cassa attualizzati (DCF) e i Net Present Value (NPV);
- Capitolo 4: analisi dei costi benefici di carattere ambientale, stimando la monetizzazione dei principali effetti ambientali attesi, basati sulle componenti ambientali più esposte e gli impatti più rilevanti per la specifica categoria progettuale;
- Capitolo 5: riepilogo dello studio e conclusioni;
- Capitolo 6: bibliografia delle fonti consultate.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico di nuova costruzione è collocato nel comune di Collinas, nella provincia del Sud Sardegna, in Sardegna.

L'impianto eolico di Collinas è localizzato a circa 45 km dal capoluogo, a circa 1,2 km dal centro urbano del comune di Collinas, ed a circa 8 km in direzione nord-ovest dal centro abitato del comune di Sanluri.



*Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas.*

L'impianto eolico di Collinas è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 300 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

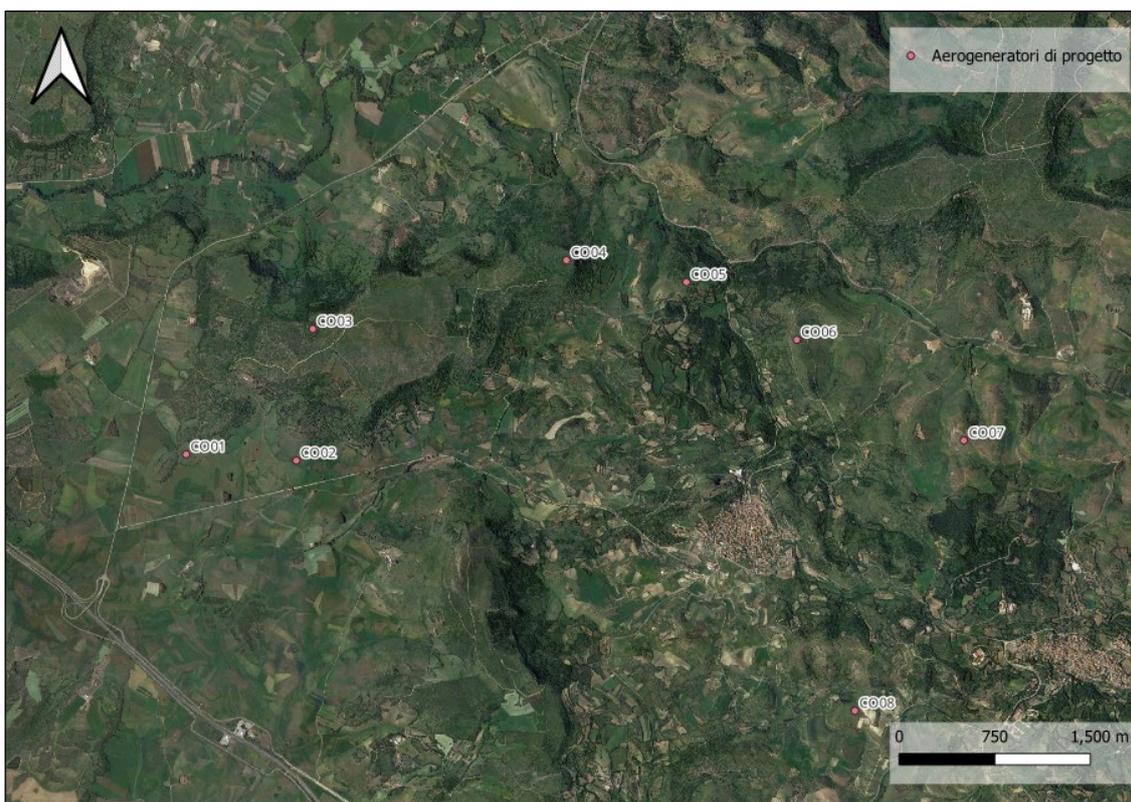
Il parco eolico (comprensivo di aerogeneratori, piazzole, strade, cavidotti e sottostazione elettrica utente) ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 21, 22 nel comune di Collinas;
- Fogli 1 e 4 nel comune di Villanovaforru;

- Fogli 4, 5, 7, 9, 12, 13, 17, 18 nel comune di Lunamatrona;
- Fogli 3, 4, 5, 11, 12, 17 nel comune di Sanluri.

Nello specifico, le turbine sono ubicate esclusivamente nel comune di Collinas nei fogli 1, 4, 7, 9, 10, 22.

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.



**Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Collinas.**

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 32 N:

**Tabella 2-1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
CO01	Collinas	481841	4388538
CO02	Collinas	482705	4388489
CO03	Collinas	482834	4389529
CO04	Collinas	484824	4390072
CO05	Collinas	485765	4389899
CO06	Collinas	486631	4389443
CO07	Collinas	487941	4388648
CO08	Collinas	487087	4386511

## 3 CALCOLO DEI COSTI BENEFICI DI CARATTERE AMBIENTALE

Il presente capitolo si propone di pervenire ad una monetizzazione dei principali effetti ambientali, positivi e negativi, attesi a seguito della realizzazione del proposto impianto eolico denominato "Collinas", utili a fini dell'analisi economica costi-benefici del progetto. L'obiettivo della presente analisi è, pertanto, la verifica della sostenibilità ambientale della configurazione impiantistica di n. 8 aerogeneratori.

In coerenza con quanto sviluppato nell'ambito del progetto ExternE<sup>1</sup>, promosso dalla Commissione Europea, e in analogia con quanto proposto dal CESI Ricerca in ordine alla valutazione delle esternalità ambientali delle linee elettriche aeree ad alta tensione<sup>2</sup>, la metodologia seguita è quella del "percorso degli impatti" (impact pathway). Tale metodologia prevede l'individuazione dei fattori agenti, la determinazione dell'impatto e la quantificazione di tale impatto in termini monetari (danno o beneficio).

Nello specifico sono state considerate le componenti ambientali più esposte e gli impatti più rilevanti per la specifica categoria progettuale:

- Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità;
- Paesaggio;
- Rumore;
- Vegetazione;
- Fauna;
- Uso ed occupazione del suolo.

### 3.1 Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità a livello globale

Come noto, l'esercizio degli impianti eolici, al pari di tutte le centrali a fonte rinnovabile, oltre a contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria, concorre apprezzabilmente al miglioramento generale della qualità dell'aria su scala territoriale.

---

<sup>1</sup> Commissione Europea, progetto ExternE – Externalities of energy, <http://www.externe.info>, 2005

<sup>2</sup> CESI Ricerca, Esternalità delle linee elettriche. Metodi di quantificazione per i diversi comparti ambientali, 2008

A livello locale, il funzionamento degli impianti eolici non origina alcuna emissione in atmosfera. La fase di esercizio non prevede, inoltre, significative movimentazioni di materiali né apprezzabili incrementi della circolazione di automezzi che possano determinare l'insorgenza di impatti negativi a carico della qualità dell'aria.

In linea generale, l'analisi e quantificazione dei costi esterni non è certamente un obiettivo semplice ed investe questioni di carattere scientifico (per capire la reale portata dell'impatto) ed economico (per monetizzare tale impatto).

Quanto più è complessa la valutazione dei beni intangibili (per esempio il danno futuro conseguente all'emissione in atmosfera di una tonnellata di CO<sub>2</sub>) tanto più la stima delle esternalità è affetta da incertezze. Questa circostanza è alla base, molto spesso, di estreme difficoltà nell'implementazione delle esternalità nelle misure di politica economica.

Pertanto, trattandosi di una materia piuttosto complessa ed essendo i parametri di riferimento basati su contesti ambientali sensibilmente differenti tra loro, le valutazioni monetarie, ove possibile, hanno tenuto conto di valori conservativi al fine di ottenere una stima cautelativa dei risultati.

Con tali doverose premesse quanto segue illustra l'ordine di grandezza dei costi esterni indotti dal progetto proposto, su scala globale, nonché di quelli evitati.

Le esternalità negative della produzione energetica con tecnologia dell'eolico sono state desunte dallo studio CASES<sup>3</sup> e quantificate in 0,10 c€/kWh per l'installazione on-shore e 0,09 c€/kWh per quella off-shore.

Ai fini della stima dei costi esterni evitati, associati alla produzione energetica da fonti fossili, preso atto della significativa oscillazione dei valori pubblicati dall'Agenzia per l'Ambiente dell'Unione Europea (Environmental European Agency - EEA), in funzione dei differenti criteri di calcolo è stato ritenuto sufficientemente rappresentativo della realtà italiana il valore di **4,3 c€/kWh**. Detto valore è stato ottenuto, in via semplificata, attribuendo alle principali tecnologie termoelettriche da combustibile fossile impiegate in Italia (gas naturale, carbone-lignite, derivati del petrolio) un costo esterno medio tra quello massimo e minimo determinati dall'EEA a livello europeo. Si è proceduto successivamente ad operare una media pesata dei costi esterni così determinati in funzione della ripartizione delle diverse fonti primarie nel mix dei combustibili impiegati per la produzione di energia elettrica nel territorio nazionale aggiornati al 2022.

La Tabella 3-1 riepiloga i dati alla base delle stime sopra menzionati.

---

<sup>3</sup> Il Progetto *CASES - Cost Assessment for Sustainable Energy Systems* (Valutazione dei costi per sistemi energetici sostenibili) è stato sviluppato da un Consorzio di 26 partner accreditati (in prevalenza centri di ricerca e/o istituti universitari), attraverso un'azione di coordinamento della Commissione Europea nell'ambito del Sesto Programma Quadro per la sostenibilità dei sistemi energetici.

**Tabella 3-1: Criteri per la stima del costo esterno ( $C_{est}$ ) della produzione termoelettrica a livello nazionale.**

	<b>Produzione EE 2022<sup>4</sup> [GWh]</b>	<b><math>C_{est}</math><sup>5</sup> [c€/kWh]</b>
Solidi (carbone, lignite)	22.607	16,5
Gas naturale (metano)	141.445	2,0
Petroliferi (olio combustibile ecc.)	4.953	14,5
<b>Media pesata <math>C_{est}</math></b>		<b>4,3</b>

In conclusione, si riportano di seguito le stime dei costi esterni, indotti ed evitati, a livello globale, a seguito della prevista realizzazione dell'impianto in progetto.

**Tabella 3-2: Stima costi esterni, indotti ed evitati<sup>6</sup>.**

<b>Producibilità impianto [kWh/Y]</b>	<b>130.764.000</b>
<b>Costi indotti [€/Y]</b>	<b>130.764</b>
<b>Costi evitati [€/Y]</b>	<b>5.630.575</b>

L'intervento di realizzazione dell'impianto eolico, se analizzato nel suo complesso, porterà, in fase di esercizio, un impatto positivo relativamente alla componente "Atmosfera".

Trattandosi infatti di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, quindi senza utilizzo di combustibili fossili, la fase di esercizio non determinerà emissioni in atmosfera (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e PM) e concorrerà alla riduzione delle emissioni dei gas serra dovuti alla produzione energetica.

In particolare, grazie al sempre maggior sviluppo delle fonti energetiche "pulite", infatti, è stato possibile nel corso degli anni notare una progressiva diminuzione del fattore di emissione di CO<sub>2</sub> in relazione all'energia elettrica prodotta.

Per provare a stimare la CO<sub>2</sub> potenzialmente risparmiata, in primo luogo si è proceduto a valutare quanta energia elettrica verrà prodotta in un anno dall'intero impianto, pari a circa 130,764 GWh<sup>7</sup>;

<sup>4</sup> Fonte TERNA, Produzione 2022.

<sup>5</sup> Fonte EEA, 2008.

<sup>6</sup> Stime di producibilità calcolate con riferimento ad un numero di ore equivalenti di funzionamento a potenza nominale pari a 2018 h<sub>eq</sub>/Y.

<sup>7</sup> vedasi elaborato COL-19 – Relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi di producibilità, a cui si rimanda per approfondimenti

tramite i "Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei" è stato possibile correlare la stima effettuata con il fattore totale di emissione di CO<sub>2</sub> da produzione termoelettrica lorda (426,8 gCO<sub>2</sub> /kWh).

Quello che ne risulta è che l'esercizio dell'opera in progetto (nuovo impianto eolico "Collinas") garantirà un "risparmio" di emissioni rispetto alla produzione di un'uguale quantità di energia mediante impianti tradizionali alimentati a combustibili fossili.

In particolare, l'impianto consentirà di evitare l'emissione di 55.810 tCO<sub>2</sub>/anno rispetto alla produzione di energia elettrica ottenuta con impianti alimentati da fonti tradizionali.

Inoltre, l'esercizio dell'impianto eolico in progetto garantirà un "risparmio" di emissioni anche in relazione ad altre tipologie di inquinanti. In particolare, la successiva tabella evidenzia, oltre al "risparmio" di CO<sub>2</sub>, anche il "risparmio" di emissioni di SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NM VOC, CO e NH<sub>3</sub> calcolati utilizzando i fattori di emissione proposti da ISPRA (nel suddetto report di ISPRA, i fattori di emissione degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore riferibili a SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NM VOC, CO e NH<sub>3</sub> si riferiscono all'anno 2020).

**Tabella 3-3: Stima emissioni di gas serra ed acidificanti evitate.**

Tipologia di inquinante	Emissioni specifiche [kg/MWh]	Emissioni evitate [t/y]	Emissione evitate in 30 anni [t]
CO <sub>2</sub>	426,8*	55.810	1.674.302
SO <sub>x</sub>	0,0584**	7,6	229
Nox	0,21838**	28,6	857
NM VOC	0,08342**	10,9	327
CO	0,09338**	12,2	366
NH <sub>3</sub>	0,00046**	0,06	1,80
Polveri	0,00291**	0,38	11,4

\* Fattori di emissione, produzione e consumo elettricità 2019 ISPRA.

\*\* Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei, Rapporto ISPRA 2020.

Oltre quanto detto, si aggiungono anche informazioni sulle Tonnellate Equivalente di Petrolio (TEP) risparmiate, in inglese "tonne of oil equivalent" (TOE), che è un'unità di misura che rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo. Di seguito si riporta la quantità di TEP risparmiata in un anno e nel ciclo di vita dell'impianto.

**Tabella 3-4: Quantità di TEP risparmiata in un anno.**

Energia elettrica prodotta in un anno [MWh]	130.764
Energia elettrica prodotta in 30 anni [MWh]	3.922.920
Fattore di conversione energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
<b>TEP risparmiati in un anno [TEP]</b>	<b>24.453</b>
<b>TEP risparmiati in 30 anni [TEP]</b>	<b>733.586</b>

Durante la fase di esercizio, invece, la presenza di mezzi e operatori nell'area di interesse sarà saltuaria in quanto riconducibile solo alla necessità di effettuare attività di manutenzione. Gli interventi avranno breve durata e comporteranno l'utilizzo di pochi mezzi, in numero strettamente necessario ad eseguire le attività previste. Non si prevedono quindi impatti negativi.

Per quanto detto, si stima che in fase di esercizio l'impatto complessivo sulla componente "Atmosfera" possa essere considerato POSITIVO.

Di conseguenza, un mancato aumento dell'inquinamento dell'aria, grazie all'entrata in esercizio del parco eolico "Collinas", contribuirà non solo alla mitigazione degli impatti climatici, ma anche ad un beneficio alla salute umana, in particolare nella riduzione di fattori di rischio per malattie respiratorie e cardiovascolari. Inoltre, si avranno benefici sulla biodiversità e sulla riduzione del consumo di suolo dal momento che il parco eolico, sfruttando l'energia del vento, produrrà corrente elettrica senza la necessità di estrazione o combustione di risorse non rinnovabili.

### 3.2 Paesaggio

Il paesaggio è un sistema complesso, che assomma aspetti produttivi, culturali e ambientali. Esso costituisce un elemento fondamentale di interconnessione fra l'attività umana e il sistema ambientale, in cui la capacità dell'uomo di influire sul territorio si esplica con modalità diverse, che possono variare in relazione alle diverse situazioni ambientali e alle diverse tecniche produttive, ma che comunque si basano sulla necessità di trovare un equilibrio con le condizioni dell'ambiente in cui si opera.

Con il termine paesaggio si designa una determinata parte di territorio caratterizzata da una profonda interrelazione fra fattori naturali e antropici. Il paesaggio, deve dunque essere letto come l'unione inscindibile di molteplici aspetti naturali, antropico-culturali e percettivi.

Il paesaggio non è un bene di mercato, per tale motivo è necessario estrapolare informazioni indirette dai comportamenti reali, per questo è necessario valutare mediante l'osservazione della "preferenza" e quindi la disponibilità dei consumatori a pagare (WTP – Willingness to Pay) o

accettare (WTA - Willingness to Accept) per ottenere un beneficio, evitare un danno o accettare di sopportare un determinato intervento. Questo approccio dovrebbe consentire la definizione di valori compensativi per quanto riguarda tipi di impatto che sfuggono ad una quantificazione diretta.

La disponibilità a pagare degli individui è stimabile impostando un'analisi statistica campionaria, nella quale la disponibilità a pagare della collettività è rilevata direttamente attraverso la somministrazione di questionari ad hoc.

Uno degli studi più importanti per la stima monetaria dell'impatto di questo progetto sul paesaggio è stato promosso dalla Commissione Europea<sup>8</sup>, che indica che la WTP nella UE ha un valore medio nel 2009 per i paesaggi agrari pari di tipologia UAA (Utilized Agricultural Are) a 149 €/ha/anno, mentre per l'Italia si riscontra un valore di 263€/ha/anno (Tabella 3-5).

Al fine di aggiornare i dati all'anno corrente, è stata applicata una rivalutazione agli indici ISTAT calcolati sulla base della media annuale dal 2009 al 2023. Ne risulta quindi un WTP medio europeo di 192,4 €/ha ed un WTP medio italiano pari a 339,5 €/ha.

Il paesaggio è in continua evoluzione e un parco eolico, come tutte le opere antropiche, comporta delle trasformazioni del paesaggio, per tale motivo è doveroso affrontare tale impatto in termini di costo per la collettività. La giurisprudenza afferma che "il danno paesaggistico derivante è determinato principalmente dai costi di demolizione e recupero ambientale dei luoghi.

---

<sup>8</sup> European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, [The Value of EU Agricultural Landscape, 2011](#);

**Tabella 3-5: Stima del WTP per ettaro annuale per terreni della tipologia UAA (Utilised Agricultural Are).**  
 UAA (WTP in €/ha/year)

	1991			2000			2009		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
Belgium	353	391	496	444	518	740	506	603	896
Bulgaria	0.1	1	2	0.5	3	7	3	8	17
Czech R.	2	7	16	11	22	40	50	64	93
Denmark	115	126	170	158	181	277	171	199	313
Germany	260	288	382	305	348	493	297	335	462
Estonia	1	4	9	3	8	16	15	23	35
Ireland	23	26	32	71	83	138	98	116	202
Greece	32	40	57	48	57	75	111	126	150
Spain	37	43	54	55	63	76	93	104	128
France	98	108	141	121	135	187	110	122	170
<b>Italy</b>	<b>172</b>	<b>190</b>	<b>247</b>	<b>198</b>	<b>218</b>	<b>285</b>	<b>238</b>	<b>263</b>	<b>344</b>
Cyprus	57	74	109	131	151	192	253	286	341
Latvia	1	4	8	3	7	15	8	15	24
Lithuania	1	3	7	1	4	9	7	13	22
Luxembourg	275	339	586	493	716	1647	764	1226	3249
Hungary	2	6	13	5	12	23	13	22	37
Malta	165	296	508	567	747	1109	731	904	1301
Netherlands	391	439	573	547	663	1016	639	796	1284
Austria	134	150	210	175	202	313	207	243	388
Poland	1	4	11	6	14	27	14	26	45
Portugal	27	39	60	65	76	100	83	96	121
Romania	0	2	5	1	3	7	4	10	20
Slovenia	17	28	45	83	98	134	143	164	201
Slovakia	1	5	11	5	13	25	38	52	78
Finland	104	116	145	130	144	183	138	153	200
Sweden	186	213	322	210	242	362	185	204	278
UK	154	171	213	285	343	555	217	241	331
<b>EU</b>	<b>88</b>	<b>98</b>	<b>124</b>	<b>124</b>	<b>138</b>	<b>194</b>	<b>134</b>	<b>149</b>	<b>201</b>

L'area di intervento è prossima ad uno degli ambiti di paesaggio in cui è stata suddivisa l'Area Costiera e precisamente nell'ambito di paesaggio n.9 "Golfo di Oristano". Gli usi del suolo agricoli (Livello 2 – Territori Agricoli) riscontrati nell'area di interesse sono per larga misura rappresentati da seminati avvicendati ai fini della produzione foraggera in foraggi affienati e granelle di cereali. In relazione agli Usi del Suolo maggiormente ricorrenti, l'area di interesse si presenta dolcemente ondulata nelle forme morfologiche, dominano le superfici investite a colture erbacee asciutte frammezzate da aree dove prevalgono vite e olivo su tessere suddivise talune volte da siepi composte da tamerice (localmente conosciuto come *tramatzu*), sporadicamente mandorlo e frequentemente fico d'India. Per quanto concerne le coltivazioni arboree specializzate mediterranee, si rilevano vigneti ed oliveti razionali, gestiti mediante tecniche agronomiche che si rifanno alla tradizionalità rurale zonale. Le colture erbacee praticate sono rappresentate da foraggere e cerealicole autunno-vernine da granella, principalmente grano duro, orzo e in misura minore avena.

La visibilità, con le sue conseguenze sui caratteri di storicità e antichità, naturalità e fruibilità dei luoghi, è certamente l'effetto più rilevante di un impianto eolico. Gli elementi che principalmente concorrono all'impatto visivo di un impianto eolico sono di natura dimensionale (l'altezza delle turbine, il diametro del rotore, la distanza tra gli aereogeneratori, l'estensione dell'impianto, ecc.), quantitativa (ad esempio il numero delle pale e degli aereogeneratori) e formale (la forma delle torri

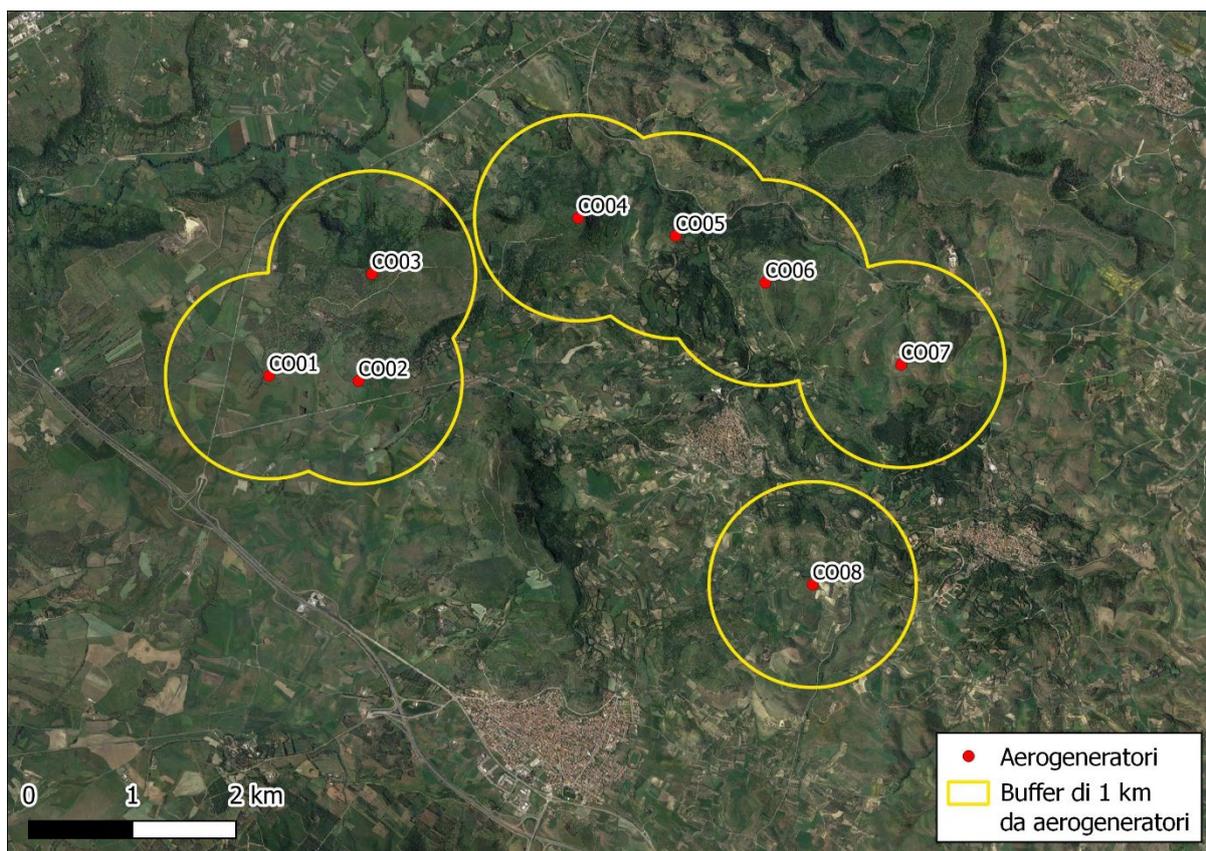
o la configurazione planimetrica dell'impianto); senza dimenticare gli impatti visivi generati dal colore, dalla velocità di rotazione delle pale, nonché dagli elementi accessori all'impianto (vie d'accesso, rete elettrica di collegamento, cabine di trasformazione, ecc.).

Le scelte progettuali del caso in esame, sono state orientate a minimizzare l'impatto delle opere sul paesaggio esistente, avendo come scopo, nell'inserimento delle opere, quello di preservare il contesto paesaggistico e la sua struttura paesistica, anche sotto i profili storico-artistico e culturale, a partire dalla localizzazione degli aerogeneratori fino allo studio delle aree cantierabili, nonché le misure di mitigazione previste, concorrono al rispetto del sistema paesaggistico e dei suoi elementi costitutivi.

Allo stesso tempo la progettazione della viabilità del parco ha avuto come approccio principale quello di limitare il più possibile la realizzazione di nuovi tratti stradali, prevedendo al contrario di usufruire dei tracciati esistenti e laddove necessario adeguarli in funzione dell'accessibilità al sito.

Ciò premesso, ai soli fini della presente analisi si assumerà in via conservativa che il costo ambientale conseguente all'impatto del progetto sul paesaggio comporti una "perdita" dell'integrità paesaggistica entro un areale di 1 km dall'impianto pari al 75%.

Pertanto, con tali presupposti, le superfici incrementali in cui si è stimato un consistente degrado dell'integrità paesaggistica sono risultate pari a circa **1459 ettari**, il costo da attribuirsi all'impatto paesaggistico è conseguentemente valutabile in circa **495.300 euro/anno**.



*Figura 3-1: Superficie di 1 km dagli aerogeneratori.*

### 3.3 Rumore

I comuni coinvolti dall'analisi di impatto acustico sono Collinas, Villanovaforru, Gonnostamatza e Lunamatrona. Tra questi solo i comuni di Collinas e di Villanovaforru hanno adottato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio. Per i comuni di Gonnostamatza e Lunamatrona si applicano i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1° Marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno).

I valori di Emissione possono essere confrontati con i limiti previsti dal DPCM 14/11/1997. Su tutti i ricettori presenti nell'area tali limiti vengono ampiamente rispettati. Sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere.

I valori di Immissione possono essere confrontati con i limiti previsti dai Piani di zonizzazione e dal DPCM 1/3/1991. Su tutti i ricettori presenti nell'area tali limiti vengono ampiamente rispettati, sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere.

Per quanto riguarda il periodo di riferimento diurno (06.00-22.00), non si sono rilevate criticità, in quanto, dai valori previsti, inferiori ai 50 dBA, tale Criterio non risulta applicabile, ad eccezione del ricettore RC04, per il quale la differenza è inferiore a 5 dB. Anche per quanto riguarda il periodo di riferimento notturno (22.00-06.00), non si sono rilevate criticità, in quanto, dai valori previsti, inferiori ai 40 dBA, tale Criterio non risulta applicabile.

Il criterio differenziale sarà quindi pienamente rispettato, sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato COL-49 – *Relazione impatto acustico*).

Considerando che la rumorosità indotta dagli aerogeneratori decade sensibilmente a poche centinaia di metri dalle postazioni eoliche e valutato che gli attuali indirizzi regionali suggeriscono di ubicare le installazioni eoliche a distanze superiori ai 500 metri dalle unità abitative, si ritiene che la potenziale area in cui sussistano limitazioni delle opportunità di edificazione possa essere ricondotta, conservativamente, a tali porzioni di territorio.

La distanza minore tra i recettori abitativi e gli aerogeneratori in progetto risulta pari a 780 metri, tra il recettore RC03 e la WTG CO07.

Pertanto, in base alle risultanze della modellazione acustica previsionale, i costi associati al decadimento del clima acustico si stimano del tutto **trascurabili**.

### 3.4 Vegetazione

Come illustrato nell'elaborato COL-53 - *Relazione pedo-agronomica* la realizzazione dell'impianto e i relativi ingombri comporterà la rimozione di copertura vegetale. Per tale ragione è stata prevista l'esecuzione di opere di mitigazione e compensazione come sintetizzato di seguito:

- Opere di mitigazione / rinaturalizzazione, per un valore di **378.576,00 €** (così come definito sotto Cat.8 nell'elaborato COL-10 - *Computo metrico estimativo* e riportato nell'elaborato COL-11 - *Quadro economico*).

Si ritiene necessario segnalare che, ove fosse strettamente fondamentale alla realizzazione delle opere, esse saranno debitamente espianate e reimpiantate nelle aree circostanti utilizzando tecniche agronomiche appropriate. Dalle osservazioni effettuate nel corso dei sopralluoghi nell'area di progetto, non risultano pertanto presenti elementi floristici rari, minacciati o oggetto di tutela e conservazione, né di interesse botanico – fitogeografico e si conclude che gli impatti generati dal progetto sulla componente vegetazione e utilizzazioni dei suoli ai fini agronomici, siano irrilevanti.

#### 3.4.1 Stoccaggio e sequestro del carbonio

Il sequestro e lo stoccaggio di carbonio costituiscono un servizio di regolazione assicurato dai diversi ecosistemi terrestri e marini grazie alla loro capacità di fissare gas serra, seppur con diversa entità, secondo modalità incrementalmente rispetto alla naturalità dell'ecosistema considerato (tale regola vale in generale e nel contesto mediterraneo e del nostro Paese). Questo servizio contribuisce alla regolazione del clima a livello globale e gioca un ruolo fondamentale nell'ambito delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici. Fra tutti gli ecosistemi, quelli forestali naturali e seminaturali presentano il più alto potenziale di sequestro di carbonio.

Il Social Cost of Carbon (SCC) permette di stimare il costo sociale della perdita di stoccaggio di carbonio da parte dei suoli dovuto alle opere di progetto.

Non esiste un unico valore monetario corretto per il SCC ed in letteratura è disponibile un rilevante numero di stime. L'incertezza di queste stime è intrinseca a quella dei fenomeni da cui dipende, tra cui la sensibilità al clima, le ipotesi sulle emissioni future e le posizioni etiche dei decisori.

Per la valutazione economica del servizio ecosistemico di stoccaggio e sequestro di carbonio si farà riferimento al prezzo utilizzato frequentemente per la valutazione dei costi potenziali associati al cambiamento climatico (US EPA - Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, United States Government, 2016), come assunto nel Rapporto ISPRA pari a **101,85 €/tC**.

L'area di studio si colloca in un'area caratterizzata da un substrato ad elevata rocciosità, prevalentemente andesitico, su cui si sono sviluppati suoli poco evoluti e poco profondi. Tali caratteristiche, unitamente all'assenza di sorgenti e alla scarsa disponibilità di acque superficiali, hanno impedito lo sviluppo delle attività antropiche, quali l'agricoltura e l'allevamento. Le boscaglie a ginepro e olivastro rappresentano un'importante tipologia di soprassuolo per l'area vasta, in termini di coperture e di valore ecologico. Elementi appartenenti a tale tipologia vegetazionale sono sporadicamente presenti sia nelle formazioni di macchia bassa, sia nelle formazioni di gariga. In queste ultime, tuttavia, gli esemplari conservano il tipico habitus nanofanerofitico o camefitico, coerentemente con l'assenza delle condizioni pedologiche che consentano lo sviluppo delle formazioni alto arbustive o arboree tipiche degli stadi più maturi della successione vegetazionale.

Per il calcolo si è deciso di adottare il valore corrispondente al contenuto di carbonio per "pascoli e prati", che ben rispecchia, in media, l'ambiente sito specifico.

Ai fini della valutazione del parametro SCC si è operato attualizzando il dato all'anno corrente, applicando una rivalutazione all'indice ISTAT calcolato sulla base della media annuale dal 2016 al 2023, portando il valore a **121,85€/tC**.

I valori di contenuto di carbonio per classe d'uso del suolo (Sallustio et al. 2015), come riportati nel citato report ISPRA, sono indicati in Tabella 3-7.

Le superfici complessivamente occupate dall'impianto eolico in fase di esercizio, comprendenti le piazzole definitive e la viabilità di nuova realizzazione, per un totale di circa 5,4 ha.

La stima della SCC e i valori ipotizzati sono riportati di seguito.

Tabella 3-6: Parametri di calcolo SCC.

<b>Superficie sottratta</b>	5,4	ha
<b>Contenuto di carbonio (prati e pascoli)</b>	78,9	tC/ha
<b>Prezzo delle emissioni di carbonio</b>	121,0	€/tC
<b>SCC</b>	<b>51.553,00</b>	<b>€/anno</b>

Tabella 3-7: Valori di contenuto di carbonio per la classe d'uso del suolo (Sallustio et al. 2015).

Classe d'uso del suolo	Epigeo (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Ipogeo (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Sostanza organica morta (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Suolo (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Totale (Mg C ha <sup>-1</sup> )
<b>Foreste</b>	50.5 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	11.525 (Est. ISPRA, 2014)	5.295 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	76.1 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	143.42
<b>Aree agricole</b>	5 (ISPRA, 2014)	/	/	53.1 (Chiti et al., 2012)	58.1
<b>Arboricoltura da frutto</b>	10 (ISPRA, 2014)	/	/	52.1 (Chiti et al., 2012)	62.1
<b>Arboricoltura da legno</b>	28.55 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	5.25 (Est. ISPRA, 2014)	1.75 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	63.9 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	99.45
<b>Prati e pascoli</b>	/	/	/	78.9 (ISPRA, 2014)	78.9
<b>Altre terre boscate</b>	3.05 (IPCC, 2003)	/	/	66.9 (ISPRA, 2014; Alberti et al. 2011)	69.95
<b>Urbano</b>	*	*	*	*	*
<b>Aree con vegetazione rada o assente</b>	**	**	**	**	**

### 3.4.2 Qualità degli habitat

Il servizio ecosistemico relativo alla qualità degli habitat, anche denominato nelle diverse classificazioni come habitat per gli organismi o tutela della biodiversità, consiste nella fornitura di diversi tipi di habitat essenziali per la vita di qualsiasi specie e il mantenimento della biodiversità stessa e rappresenta uno dei principali valori di riferimento nella valutazione dello stato ecosistemico dei suoli. Questo servizio è considerato come un indice della biodiversità complessiva e rientra nella categoria dei cosiddetti servizi di supporto, secondo alcune classificazioni, o incluso nei servizi di regolazione e mantenimento, o in altri casi ancora escluso come nello schema CICES (Common Interactive Classification of Ecosystems).

Per quanto riguarda il valore economico da associare a questo servizio, ISPRA ha scelto di fare riferimento a valutazioni come quella di Costanza (Costanza et al.1997 e 2014) che fornisce il valore economico a scala globale di 17 servizi ecosistemici, tra cui anche l'habitat, suddivisi in 16 biomi.

Per il Rapporto ISPRA 2018, al fine di migliorare i valori economici, sempre a partire dai valori proposti da Costanza sono stati derivati i valori per gli altri ecosistemi per i quali non sono presenti valori nello studio citato (Tabella 3.6).

Il totale delle superfici occupate dal posizionamento permanente, ovvero le piazzole definitive e la nuova viabilità di servizio ammonta a circa 5,4 ha. Ai fini della sola stima del costo ambientale della perdita di qualità di habitat, si assume che lo stesso sia associabile alla perdita della copertura vegetale. Pertanto, secondo le valutazioni vegetali sopracitate, la tipologia di habitat utilizzata per la stima economica è "Praterie" con un valore di 1131,8 €/ha. Al fine di attualizzare i dati all'anno corrente, è stata applicata una rivalutazione agli indici ISTAT calcolati sulla base della media annuale del 2017 e la media annuale 2023, portando il valore a 1329,9 €/ha.

Il totale risultante è di **7.181,00 €** e rappresenta il costo esterno derivante dalla perdita di qualità dell'habitat.

**Tabella 3-8: Valori economici per tipologia di habitat.**

Classe	Tipologie di habitat	Suitability	Valore id\$ 2007/ha	Valore €/ha 2017
1	Spiagge, dune e sabbie	0,74	794,4	740,6
2	Corpi idrici permanenti	0,83	891	830,7
3	Zone umide	0,96	12452	11609,1
4	Praterie	0,86	1214	1131,8
5	Cespuglieti	0,81	869,6	810,7
6	Foreste di latifoglie	0,93	862	803,6
7	Foreste di conifere	0,82	862	803,6
8	Aree interne con vegetazione scarsa o assente	0,55	590,4	550,4
9	Superfici agricole a uso intensivo	0,26	279,1	260,2
10	Superfici agricole a uso estensivo	0,52	558,2	520,4
11	Edifici e altre aree artificiali	0,09	96,6	90,1
12	Aree aperte urbane	0,27	289,9	270,3
	Media pesata sulle superfici	0,58	633,2	590,4

## 3.5 Fauna

Gli impatti che un parco eolico può arrecare alla fauna possono essere di tipo diretto (collisione) o indiretto (disturbo e perdita di habitat). Nei paragrafi seguenti vengono riportati i riepiloghi di tali impatti sia in fase di cantiere che in fase di esercizio come risulta dall'elaborato *COL-43 SIA Parte 4 Stima Impatti*.

Nella valutazione dei possibili impatti è necessario suddividere il progetto nella fase di cantierizzazione, di realizzazione, di produzione e fase di dismissione. Per ciascuna fase possiamo, infatti, avere tipologie di impatti differenti e pertanto sono richieste valutazioni diverse.

### 3.5.1 Fase di cantiere

#### 3.5.1.1 Fattore di perturbazioni: Emissione di rumore

I principali fattori di perturbazione connessi alle attività previste in fase di cantiere (fase di realizzazione e dismissione a fine "vita utile" del nuovo impianto) sono rappresentati dall'emissione di rumore.

Il rumore sarà originato dalla movimentazione dei mezzi d'opera e di trasporto e dallo svolgimento delle attività (scavi, riporti, livellamenti, ecc.) necessarie per la realizzazione delle opere in progetto, oltre che dalle attività di ripristino territoriale da eseguire al termine della "vita utile" dell'impianto quando le aree saranno rilasciate e riportate allo stato ante operam.

Trattandosi di interventi che prevedono esclusivamente attività diurne, la specie faunistica maggiormente disturbata sarà l'avifauna. In particolare, come risulta dall'esame dell'elaborato *COL-55 - Relazione per la VInCA*, le più significative sotto il profilo conservazionistico sono le specie nidificanti di interesse comunitario (Occhione, Calandra, Calandrella, Tottavilla e Calandro) e la Pavoncella. Quest'ultima frequenta abitualmente l'area vasta interessata dalle attività in progetto in periodo non riproduttivo (ottobre-marzo). Appare anche importante l'eventualità del verificarsi di impatti su alcuni rapaci, soprattutto diurni (Gheppio Falco tinnunculus e Poiana Buteo buteo), ma anche notturni (soprattutto Barbagianni Tyto alba) che si riproducono nell'area di relazione diretta dell'impianto eolico.

Per tale specie, infatti, il suono rappresenta uno degli elementi più importanti per la comunicazione e un disturbo sonoro potrebbe determinare una riduzione dello spazio attivo, con conseguente allontanamento dalle aree interessate dalle attività.

Ciò detto, è possibile ipotizzare che l'eventuale allontanamento delle specie faunistiche dalle zone limitrofe a quelle di intervento sarà temporaneo e risolto al termine delle attività in progetto.

In sintesi, si ritiene che l'impatto determinato dal fattore di perturbazione Emissioni di rumore possa rientrare in Classe I, ossia in una classe ad impatto ambientale TRASCURABILE indicativa di un'interferenza:

- di lieve entità;
- medio - lungo termine (1 – 5 anni);
- con frequenza di accadimento bassa (0 - 25% una volta installato l'impianto i lavori civili non saranno reiterati fino a fine vita utile) e probabilità di determinare un impatto bassa (0 - 25%);
- totalmente reversibile al termine della fase di cantiere;
- localizzata alle aree di intervento, priva di interferenza dirette aree critiche (la ZPS "ITB043056 Giara di Siddi" si trova a circa 1 km in direzione Nord dall'aerogeneratore CO06);
- senza ulteriori impatti secondari;
- presenza di misure di mitigazione.

### **3.5.1.2 Fattore di perturbazione: Emissione di vibrazioni**

Durante la fase di cantiere si può ipotizzare che le emissioni di vibrazioni prodotte dallo svolgimento delle attività in progetto possano costituire un fattore di disturbo per la fauna eventualmente presente nelle aree limitrofe alle postazioni di lavoro.

Le vibrazioni saranno legate alla movimentazione dei mezzi di trasporto e allo svolgimento delle attività (scavi, riporti, livellamenti, ecc.) necessarie per l'allestimento delle postazioni in cui avverrà l'installazione delle nuove turbine e della SSEU, oltre che alle attività di realizzazione/adequamento delle strade, posa in opera del cavidotto MT e all'allestimento delle aree temporanee di cantiere (site camp).

A causa dello svolgimento di tali attività alcuni animali potrebbero essere momentaneamente disturbati e allontanarsi dall'area d'interesse per un tempo strettamente correlato e limitato alla durata delle operazioni di cantiere. Si ritiene, pertanto, che la realizzazione del progetto non provocherà disturbi permanenti sugli ecosistemi e sulla fauna e, pertanto, si può ritenere che l'impatto su tale componente sia NULLO.

### **3.5.1.3 Fattore di perturbazione: Interferenza con la fauna e gli habitat**

In fase di cantiere (sia fase di realizzazione nuovo impianto, che di dismissione) la potenziale perdita di habitat potrebbe essere dovuta alla realizzazione delle piazzole di installazione degli aerogeneratori, alla posa nuovo elettrodotto, alla realizzazione/adequamento della viabilità, alla realizzazione della sottostazione elettrica e all'allestimento delle aree temporanee di cantiere (site camp).

I potenziali impatti sulla fauna, pertanto, sono riconducibili alla sottrazione di superficie naturale. Si ricorda, tuttavia, che le aree interessate dalle opere di cantiere, a fine lavori, saranno ridimensionate a quanto strettamente necessario per la fase di esercizio: le piazzole degli aerogeneratori saranno

parzialmente ripristinate e rilasciate agli usi pregressi, mentre le trincee di scavo per la posa dei cavidotti saranno completamente rinterrate.

A ciò si aggiunga, che le opere in progetto, come descritto nell'elaborato COL-55 - *Relazione per la VInCA*, non interferiranno con gli habitat tutelati presenti nell'area tutelata più prossima rappresentata dalla ZPS "ITB043056 – Giara di Siddi" a circa 1 km in direzione Nord dall'aerogeneratore CO06. Quindi nessun intervento interesserà habitat o specie vegetali di interesse comunitario o conservazionistico e nessun habitat, naturale o semi naturale verrà compromesso dalla realizzazione del progetto, ad esclusione delle superfici agricole direttamente interessate dall'installazione degli aerogeneratori e delle opere connesse che comunque risultano prive di emergenze botaniche e/o faunistiche.

In sintesi, per la **fase di cantiere** si ritiene che l'impatto determinato dai fattori di perturbazione di interferenza con la fauna e gli habitat possa rientrare in **Classe I**, ossia in una classe ad impatto ambientale **TRASCURABILE** indicativa di un'interferenza:

- di lieve entità,
- medio - lungo termine (1 – 5 anni);
- con frequenza e probabilità di accadimento bassa (0 - 25%);
- totalmente reversibile al termine della fase di cantiere;
- lievemente estesa in un intorno del sito di intervento, caratterizzato dalla presenza di aree critiche in relazione all'avifauna (ZPS "ITB043056 – Giara di Siddi" a circa 1 km in direzione Nord dall'aerogeneratore CO06 e l'IBA 178 - Campiano centrale a circa 1 km in direzione Sud-Ovest dall'aerogeneratore CO01);
- senza ulteriori impatti secondari;
- presenza di misure di mitigazione.

### 3.5.2 Fase di esercizio

#### 3.5.2.1 Fattore di perturbazione: Presenza fisica impianti e strutture

Durante la fase di esercizio l'impatto sulla fauna e gli habitat saranno principalmente riconducibili alla presenza fisica degli aerogeneratori.

Le potenziali interferenze riguarderanno principalmente il comparto dell'avifauna, con particolare riferimento a quella migratrice che potrebbe veder diminuita la disponibilità di potenziali aree di sosta. Si ritiene, tuttavia, che i criteri progettuali adottati, volti a garantire ampia distanza reciproca tra le torri, contribuirà a minimizzare e rendere poco significativi la perdita di superficie naturale.

Altro potenziale impatto sulla componente faunistica sarà rappresentato dalla possibilità di collisioni degli uccelli in volo con gli aerogeneratori, che risulta tanto maggiore quanto maggiore è la densità delle macchine. Appare quindi evidente come un impianto possa costituire una barriera significativa soprattutto in presenza di macchine ravvicinate fra loro.

Gli spazi disponibili per il volo dipendono non solo dalla distanza "fisica" delle macchine (gli spazi effettivamente occupati dalle pale, vale a dire l'area spazzata), ma anche da un ulteriore impedimento costituito dal campo di flusso perturbato generato dall'incontro del vento con le pale oltre che dal rumore da esse generato.

Gli aerogeneratori di ultima generazione, installati su torri tubolari e non a traliccio, caratterizzati da grandi dimensioni delle pale e quindi di diametro del rotore installati a distanze minime superiori a 3-5 volte il diametro del rotore (come prescritto nel D.M. del 10-9-2010), realizzati in materiali opachi e non riflettenti, costituiscono elementi permanenti nel contesto territoriale che sono ben percepiti ed individuati dagli animali.

Preme precisare, come verificato per l'esercizio di altri parchi eolici, che il disturbo indotto dagli aerogeneratori, sia con riferimento alla perturbazione fluidodinamica indotta dalla rotazione delle pale, sia con riferimento all'emissione di rumore, costituisce di fatto un segnale di allarme per l'avifauna.

Ed infatti, osservazioni condotte in siti ove gli impianti eolici sono presenti ormai da molti anni ha permesso di rilevare come, una volta che le specie predatrici si siano adattate alla presenza degli aerogeneratori, un numero sempre maggiore di individui tenterà la penetrazione nelle aree di impianto tenendosi a distanza dalle macchine quel tanto che basta per evitare le zone di flusso perturbato e le zone ove il rumore prodotto dalle macchine riesce ancora a costituire un deterrente per ulteriori avvicinamenti e pertanto evitando il rischio di collisione.

Tutte le specie animali, comprese quelle considerate più sensibili, in tempi più o meno brevi, si adattano alle nuove situazioni al massimo deviando, nei loro spostamenti, quel tanto che basta per evitare l'ostacolo.

In tale situazione appare più che evidente come già dalla fase progettuale la scelta di disporre le macchine a distanze ampie e predeterminate fra loro costituirà intervento di mitigazione e garantirà la disponibilità spazi indisturbati disponibili per il volo.

In base alle osservazioni condotte in diversi studi e su diverse tipologie di aerogeneratori e di impianti si ritiene ragionevole che, per impianti lineari o su più linee molto distanziate fra loro, spazi utili di circa 200 metri fra le macchine possano essere considerati buoni. In ogni caso, si precisa che tra gli aerogeneratori di progetto è stata mantenuta una distanza minima pari a 860 metri.

Inoltre, si segnala quanto riportato in uno studio condotto dal *National Wind Coordinating Committee (NWCC)*, il quale ha evidenziato che la probabilità di collisione tra avifauna e aerogeneratori è pari allo 0,01-0,02%, e che la mortalità associata è da ritenersi biologicamente e statisticamente trascurabile, in special modo se confrontata con tutte le altre cause antropiche come, ad esempio, le attività di caccia (durante i sopralluoghi sono state rinvenute parecchie munizioni di fucili esplose).

A ciò si aggiunga che in fase di esercizio saranno previsti adeguati programmi di monitoraggio (cfr. elaborato COL-45 - *Piano di monitoraggio ambientale*) volti a rilevare eventuali criticità indotte dalle nuove installazioni sull'avifauna che, se necessario, consentiranno di agire con interventi finalizzati a favorire il ripopolamento dell'area da parte di determinate specie (ad esempio con il posizionamento di cassette-nido per uccelli).

Per quanto concerne le altre specie (non comprese nell'avifauna) si ritiene che l'intervento in progetto non possa produrre alcun impatto significativo. Le aree di progetto sono già caratterizzate dalla presenza di attività agricole e le specie animali sono già abituate alla presenza di attività antropiche. Alle specie animali terrestri, inoltre, resterà infatti garantito il normale accesso ai siti, considerando che non si prevedono recinzioni delle aree (fatta eccezione per l'area della SSEU) e che la sottrazione di habitat preesistente sarà limitata alla sola piazzola definitiva e quindi minimizzata.

In sintesi, l'applicazione dei criteri definiti per la stima delle interferenze indotte dall'intervento evidenzia l'assenza di particolari criticità sulla componente "Biodiversità" (fauna). In particolare, per la **fase di esercizio** si ritiene che l'impatto determinato dai fattori di perturbazione Presenza fisica impianti e strutture possa rientrare in **Classe II**, ossia in una classe ad impatto ambientale **BASSO** indicativa di un'interferenza:

- di lieve entità;
- a lungo termine (l'impianto sarà presente in sito per più di 5 anni),
- con frequenza di accadimento alta (75 - 100%) in quanto l'impianto sarà presente in sito per circa 25-30 anni, ma probabilità di accadimento bassa (0 - 25%) in quanto si ritengono poco probabili impatti con l'avifauna in considerazione della grande distanza tra le turbine in progetto;
- totalmente reversibile al termine della vita utile;
- estesa in un intorno del sito di intervento, caratterizzato dalla presenza di aree critiche in relazione all'avifauna (ZPS "ITB043056 – Giara di Siddi" a circa 1 km in direzione Nord dall'aerogeneratore CO06);
- senza ulteriori impatti secondari;
- presenza di misure di mitigazione e compensazione.

A fine "vita utile", invece, si avrà un sostanziale effetto **POSITIVO** sulla componente "biodiversità" in quanto è prevista la dismissione dell'impianto con la rimozione delle opere e il ripristino dello stato dei luoghi alle condizioni ante-operam.

### **3.5.2.2 Fattore di perturbazione: Emissione di rumore**

Relativamente alla fase di esercizio i potenziali impatti sono attribuibili principalmente alla emissione di rumore durante il periodo di funzionamento dell'opera.

Gli impatti negativi che potranno verificarsi in questa fase sono legati al possibile allontanamento della fauna e alla variazione dell'habitat. In particolare, l'aumento dei livelli di rumore può influenzare i sistemi di comunicazione di molte specie animali, riducendo la distanza e l'area su cui i segnali acustici possono essere trasmessi e ricevuti dagli animali.

Considerando la tipologia di progetto, la specie faunistica maggiormente disturbata sarà l'avifauna.

In particolare, le più significative sotto il profilo conservazionistico sono le specie nidificanti di interesse comunitario (Occhione, Calandra, Calandrella, Tottavilla e Calandro) e la Pavoncella. Quest'ultima frequenta abitualmente l'area di relazione diretta in periodo non riproduttivo (ottobre-marzo). Appare anche importante l'eventualità del verificarsi di impatti su alcuni rapaci, soprattutto diurni (Gheppio - Falco tinnunculus e Poiana - Buteo buteo), ma anche notturni (soprattutto Barbagianni - Tyto alba) che si riproducono nell'area di relazione diretta dell'impianto eolico.

Per tale specie, infatti, il suono rappresenta uno degli elementi più importanti per la comunicazione e un disturbo sonoro potrebbe determinare un allontanamento dalle aree interessate dalle attività.

Tuttavia, la presenza dell'uomo e delle attività antropiche (attività agricole) però rende ormai il rumore una costante dell'habitat, questo ha permesso nel corso del tempo alla componente faunistica di adattarsi ad un ambiente non più propriamente naturale.

In sintesi, per la **fase di esercizio** si ritiene che l'impatto determinato dal fattore di perturbazione di emissione di rumore possa rientrare in **Classe II**, ossia in una classe ad impatto ambientale **BASSO**.

### **3.5.2.3 Fattore di perturbazione: Emissione di vibrazioni**

Durante la fase di esercizio, in linea generale, si può ipotizzare che le emissioni di vibrazioni prodotte dall'attività delle turbine possano costituire un fattore di disturbo per la fauna presente nelle aree limitrofe alle postazioni.

Considerando che i nuovi aerogeneratori saranno presenti in sito per lungo tempo, si prevede che la fauna, dopo un primo periodo di allontanamento, si abitui alle nuove condizioni ambientali e torni a ripopolare le aree limitrofe al nuovo parco eolico.

In sintesi, per la **fase di esercizio** si ritiene che l'impatto determinato dal fattore di perturbazione delle emissioni di vibrazioni possa rientrare in **Classe II**, ossia in una classe ad impatto ambientale **BASSO**.

## **3.6 Uso ed occupazione del suolo**

Gli impianti eolici e le relative infrastrutture, civili ed elettriche possono potenzialmente interferire con le attività economiche e con l'utilizzo del suolo ad esse correlato. Un effetto diretto è conseguente alla sottrazione diretta di terreno (piazzole di macchina, aree per le stazioni di utenza e/o connessione alla RTN, nuove strade, ecc.). Gli impianti eolici possono, inoltre, configurarsi come

elementi disturbanti rispetto alla presenza di abitazioni civili nelle immediate vicinanze delle installazioni, in particolare per problemi associati all'emissione di rumore.

D'altro canto, la presenza degli aerogeneratori configura una minima occupazione di suolo, rispetto alle principali tecnologie di produzione energetica ed è assolutamente compatibile con l'esercizio delle normali pratiche agricole e zootecniche come dimostrato dalla esperienza decennale di altri parchi eolici.

Il tema legato alle possibili interferenze delle opere in progetto con le pratiche in uso di utilizzo del territorio costituisce un focus importante. Tali aspetti si rivelano particolarmente sentiti nei contesti agricoli, laddove l'esigenza di assicurare la regolare prosecuzione delle pratiche di coltivazione o allevamento del bestiame assume rilevanza sia in termini strettamente socio-economici che di salvaguardia dei valori tradizionali identitari.

In questo senso, è noto che i progetti di impianti eolici, quando concepiti nel rispetto delle condizioni d'uso preesistenti dei territori, assicurano una profonda integrazione con i sistemi agricoli – pastorali che li ospitano.

La perdita economica connessa alla sottrazione di suolo per l'installazione dell'impianto in proposta può essere stimata facendo riferimento al valore agricolo del terreno per il tipo di colture praticate.

Questo costo è rappresentato dal valore economico potenziale dato dal terreno occupato per la realizzazione delle opere.

Le informazioni circa l'uso del suolo sono state desunte dall'elaborato COL-53 – *Relazione pedoagronomica*, cui si rimanda per maggiori dettagli.

L'Uso del suolo, inteso quale riproduzione grafico-numerica delle interazioni tra le attività antropiche e la copertura del suolo, rappresenta il territorio in base alle destinazioni di utilizzo. Al fine di individuare e caratterizzare sufficientemente gli usi del suolo ricorrenti, durante i ripetuti sopralluoghi, si è organizzata una serie di interviste agli operatori agricoli in attività nell'Area di Interesse, ciò per identificare le dinamiche di uso del suolo zonali e su queste effettuare il riordino delle conoscenze di modo da identificare l'attuale gestione territoriale ai fini agricoli per le superfici in oggetto. Oltre a tale strumento, sono state analizzate varie fonti quali i dati ricavati dal 6° Censimento Generale dell'Agricoltura I.S.T.A.T. su base comunale e la Carta UDS RAS 2008.

Gli usi del suolo agricoli (Livello 2 – Territori Agricoli) riscontrati nell'Area di Interesse, sono per larga misura rappresentati da seminati avvicendati ai fini della produzione foraggera in foraggi affienati e granelle di cereali.

Si precisa che tutte le infrastrutture rappresentanti il parco eolico non insisteranno, in alcun caso, sulle componenti del paesaggio rurale ascritte alla classe delle coltivazioni legnose agrarie, quali oliveti e vigneti, parte integrante del tessuto agricolo-produttivo zonale.

Nella stima del danno sociale connesso alla sottrazione di suolo si deve fare riferimento esclusivamente ai minori redditi che potranno essere goduti dalla collettività per la perdita del suolo. Tali redditi sono esclusivamente quelli derivanti dall'uso agricolo o zootecnico e possono farsi corrispondere al beneficio fondiario, cioè al reddito del proprietario fondiario.

Non può, infatti, ravvisarsi un eventuale danno economico pari al valore di mercato del bene sottratto, valutato che tutti i terreni occupati, eccetto il terreno dell'aerogeneratore CO04, sono di proprietà privata e saranno restituiti al termine della vita utile dell'impianto. L'aerogeneratore CO04 presenta l'area della piazzola permanente all'interno di un terreno di proprietà del comune di Collinas. A tal proposito, sarà avviato un processo parallelo di consultazione con l'autorità Comunale al fine di determinare le adeguate forme di compensazione.

Per stimare i costi legati al mancato uso dei terreni in questione si utilizza il valore di Produzione Standard (PS) che potrebbe essere generato laddove i terreni sottratti fossero condotti con colture da seminativi o foraggiere. La Produzione Standard (PS) di un'attività produttiva rappresenta il valore medio ponderato della produzione lorda totale, comprendente sia il prodotto principale che gli eventuali prodotti secondari, realizzati in una determinata regione o provincia nel corso di una annata agraria.

Con tali assunzioni la PS desunta dalla tabella dei Redditi Lordi Standard (Tabella 3-9) pubblicata sul sito di Regione Sardegna, calcolata come media dei valori di 4 possibili tipologie colturali, ha un valore di 634 €/ettaro.

**Tabella 3-9: Estratto tabella dei Redditi Lordi Standard. Evidenziati nei riquadri rossi le colture prese in considerazione. (Fonte: <https://www.provincia.sudsardegna.it/it/page/iap-normativa>).**

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Sardegna	C1110T	D01	Frumento tenero e spelta	632	EUR_per_ha
Sardegna	C1120T	D02	Frumento duro	935	EUR_per_ha
Sardegna	C1200T	D03	Segale	550	EUR_per_ha
Sardegna	C1300T	D04	Orzo	698	EUR_per_ha
Sardegna	C1400T	D05	Avena	460	EUR_per_ha
Sardegna	C1500T	D06	Mais	1.508	EUR_per_ha
Sardegna	C2000T	D07	Riso	1.608	EUR_per_ha
Sardegna	C1600T_C1700T_C190	D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1.020	EUR_per_ha
Sardegna	P0000T	D09	Leguminose da granella - totale	1.307	EUR_per_ha
Sardegna	P1000T	D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	1.026	EUR_per_ha
Sardegna	R1000T	D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	10.085	EUR_per_ha
Sardegna	R2000T	D11	Barbabietola da zucchero	2.386	EUR_per_ha
Sardegna	R9000T	D12	Piante sarciate foraggere	3.827	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000T	D14	Orticole - all'aperto	15.191	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	11.594	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000TK	D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	19.233	EUR_per_ha
Sardegna	V0000_S0000S	D15	Orticole - in serra	33.459	EUR_per_ha
Sardegna	N0000T	D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	98.670	EUR_per_ha
Sardegna	N0000S	D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	187.154	EUR_per_ha
Sardegna	G0000T	D18	Piante raccolte verdi	892	EUR_per_ha
Sardegna	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	751	EUR_per_ha
Sardegna	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	222	EUR_per_ha
Sardegna	G3000T	D18C	Altre foraggere: Mais verde	1.344	EUR_per_ha
Sardegna	G2000T	D18D	Altre foraggere: Leguminose	418	EUR_per_ha
Sardegna	E0000T	D19	Semi e piantine seminativi	5.363	EUR_per_ha
Sardegna	ARA99T_ARA09S	D20	Altre colture per seminativi	1.145	EUR_per_ha
Sardegna	Q0000T	D21	Terreni a riposto o a set-aside senza aiuto	-	EUR_per_ha
Sardegna	I3000T	D23	Tabacco	8.882	EUR_per_ha
Sardegna	I4000T	D24	Luppolo	10.175	EUR_per_ha
Sardegna	I1150_2300T	D25	Cotone	1.400	EUR_per_ha
Sardegna	I1110T	D26	Colza e ravizzone	326	EUR_per_ha
Sardegna	I1120T	D27	Girasole	570	EUR_per_ha

Il totale delle superfici impegnate in modo permanente dalla realizzazione dell'opera, desumibile dall'esame degli elaborati di progetto (superfici occupate dal posizionamento della turbina eolica, la relativa piazzola e dalla nuova viabilità di servizio dell'impianto, inclusi gli ingombri) ammonta a circa 5,4 ettari.

I costi attribuibili alle superfici di terreno agricolo sottratte in modo permanente sono, pertanto, asseverabili a **3423 €/anno** per la durata della vita utile dell'impianto. Si precisa, di fatto, che alla fine della vita utile dello stesso si procederà con le opere di ripristino ambientale dello stato dei luoghi, al fine di consentire la conservazione e il rinvigorismento degli habitat naturali presenti.

Infine, si segnala che nel procedimento di autorizzazione unica, si valuteranno le indennità da corrispondere ai proprietari, ai sensi del testo unico sugli espropri.

### 3.7 Possibili compensazioni ambientali e sociali

Secondo i punti 1.1 e 13.4 delle Disposizioni Generali del DM 10/09/2010, l'attività di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili non è vincolata ad alcun corrispettivo monetario in favore di Comuni interessati. Tuttavia, nel rispetto dei criteri di cui all'Allegato 2 del DM, l'autorizzazione unica

può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi.

Inoltre, l'Allegato 2 alla lettera h precisa che *"Le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale non possono, in ogni caso, essere superiori al 3% dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto."*

Durante l'iter autorizzativo del progetto, di concerto con le amministrazioni locali verranno stabilite adeguate misure di compensazione ambientale che saranno a vantaggio della collettività, quali, miglioramento dei servizi ai cittadini, progetti di valorizzazione territoriale e ambientale, potenziamento delle capacità attrattive del territorio, ecc.

A titolo meramente esemplificativo, potranno riguardare i seguenti aspetti:

- iniziative nel campo delle rinnovabili da realizzare nel territorio come, ad esempio, l'installazione di impianti fotovoltaici in edifici comunali, la creazione di punti di ricarica per la mobilità sostenibile;
- progetti di educazione ambientale da attuarsi nelle scuole al fine di promuovere l'assunzione di valori ambientali, ritenuti indispensabili affinché, sin da piccoli, gli alunni e le rispettive famiglie imparino a conoscere e ad affrontare i principali problemi connessi all'utilizzo del territorio e ad un uso non sostenibile e siano consapevoli del proprio ruolo attivo per salvaguardare l'ambiente naturale per le generazioni future;
- sostegno economico volto a valorizzare le tradizioni culturali locali o a preservare luoghi di interesse archeologico;
- sostegno allo studio tramite acquisto di strumenti/materiali didattici;
- promozione di una mobilità sostenibile tramite l'acquisto di veicoli ecocompatibili;
- sostegno per la creazione di zone ricreative.

## 4 QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI

Il presente studio è stato condotto analizzando i costi e i benefici derivanti dalla realizzazione dell'impianto ed ha interessato i costi-benefici per quanto riguarda le componenti ambientali.

La dimensione ambientale si è concentrata sull'identificazione e valutazione degli impatti sulle componenti ambientali più esposte alla tipologia di progetto in esame. Tale valutazione ambientale è cruciale nell'attuale contesto di crescente consapevolezza ambientale e transizione verso pratiche sostenibili. L'integrazione di entrambe le prospettive, finanziaria e ambientale, nell'analisi costi-benefici contribuisce a fornire una valutazione complessiva degli effetti del nuovo parco eolico, promuovendo decisioni informate che tengano conto tanto degli aspetti economici quanto di quelli ambientali.

Dal punto di vista ambientale di seguito si illustra la tabella riepilogativa dei risultati dell'analisi costi benefici ambientale, relativa ad un anno generico di esercizio. Si precisa che laddove possibile, i costi sono stati attualizzati agli indici ISTAT.

La tabella che segue mostra una convenienza del progetto anche dal punto di vista ambientale, in quanto i benefici associati sono significativamente superiori ai costi.

**Tabella 4-1: Riepilogo dei risultati dell'analisi costi benefici di carattere ambientale.**

COSTI [€/anno]		BENEFICI [€/anno]	
Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità a livello globale	130.764,00	Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità a livello globale	5.630.575,00
Paesaggio	495.300,00	Compensazioni ambientali e sociali	N.D.
Perdita stoccaggio di carbonio	51.553,00		
Perdita qualità habitat	7.181,00		
Mancato reddito agricolo	3.424,00		
<b>Totale</b>	<b>688.222,00</b>		<b>5.630.575,00</b>
<b>Benefici – Costi</b>		<b>4.942.353,00</b>	

L'energia da fonti rinnovabili ha molti benefici, tra cui la riduzione delle emissioni inquinanti e delle scorie, la riduzione dei costi necessari all'estrazione, trasporto e importazione di petrolio e altri combustibili fossili, la localizzazione presso le comunità territoriali della relativa ricchezza e l'incentivazione del mercato interno. Inoltre, se l'Italia entro il 2030 installasse gli 85 GW previsti dal REPowerEU, raggiungerebbe l'84% di rinnovabili nel mix di produzione elettrica, con molteplici vantaggi: una riduzione del 75% delle emissioni di CO2 del settore elettrico rispetto al 1990, 345 miliardi di benefici economici cumulati al 2030 in valore aggiunto per filiera e indotto e 470.000 nuovi posti di lavoro nella filiera e nell'indotto elettrico nel 2030. Questi dati dimostrano che gli impianti a fonte rinnovabile non solo sono vantaggiosi per l'ambiente, ma anche per l'economia e la società nel suo insieme.

I risultati evidenziano chiaramente come l'iniziativa proposta abbia il potenziale di generare importanti impatti positivi sul territorio.

## 5 BIBLIOGRAFIA

Terna, 2023, Report Produzione di Energia Elettrica in Italia 2022.

Sallustio L., Quatrini V., Geneletti D., Corona P., Marchetti M. (2015). Assessing land take by urban development and its impact on carbon storage: Findings from two case studies in Italy. *Environmental Impact Assessment Review*.

Robert Costanza, Rudolf de Groot, Paul Sutton, Sander van der Ploeg, Sharolyn J. Anderson, Ida Kubiszewski, Stephen Farber, R. Kerry Turner, Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change*, Volume 26, 2014, ISSN 0959-3780.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260 (1997).

Erickson, W.P., Wolfe, M.M., Bay, K.J., Johnson, D.H., Gehring, J.L., 2014. A Comprehensive analysis of small passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities.

Shifeng Wang, Sicong Wang, Pete Smith, Ecological impacts of wind farms on birds: Questions, hypotheses, and research needs, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 44, 2015, Pages 599-607, ISSN 1364-0321.

Commissione Europea, Progetto Externe – Externalities of Energy, <http://www.externe.info>, 2005

CESI Ricerca, Esternalità delle linee elettriche. Metodi di quantificazione per i diversi comparti ambientali, 2008.

Progetto CASES - Cost Assessment for Sustainable Energy Systems (Valutazione dei costi per sistemi energetici sostenibili).

Ciaian P, Gomez Y Paloma S. The Value of EU Agricultural Landscape. EUR 24868 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2011. JRC65456.

Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo. ISPRA 2018.

ISPRA (2022). Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico.

Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., ... & Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284 (1862), 20170829. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

Drewitt, Allan & Langston, R.. (2008). Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1134. 233 - 266. 10.1196/annals.1439.015.

De Lucas, M., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. and Ferrer, M. (2008), Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1695-1703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>

Pagnoni G.A. e F. Bertasi, 2010. L'impatto dell'eolico sull'avifauna e sulla chiropterofauna: lo stato delle conoscenze e il trend valutativo in Italia. *ENEA. Energia Ambiente e Innovazione*, 1:38-47.

James W. Pearce-Higgins, Leigh Stephen, Andy Douse, Rowena H. W. Langston, Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis, *Journal of Applied Ecology*, 2012.

Schuster, E., Bulling, L. & Köppel, J. Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environmental Management* 56, 300–331 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5>

Everaert, Joris & Stienen, Eric. (2007). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). 10.1007/978-1-4020-6865-2\_8.

Atienza J.C., Martín Fierro, O. Infante, J. Valls and J. Dominguez. 2001. Guidelines for Assessing the Impact of Wind Farms on Birds and Bats, 2011, SEO/BirdLife.

Rubolini, Diego & Gustin, Marco & Bogliani, Giuseppe & Garavaglia, Roberto. (2005). Birds and powerlines in Italy: An assessment. *Bird Conservation International*. 15. 131-145. 10.1017/S0959270905000109.

Janss, G. F. E. and Ferrer, M. (2001) Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conserv. Int.* 11: 3–12.

Winkelman, J. E. 1994. Bird/wind turbine investigations in Europe. Pages 43-47 in: Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, Lakewood, Colorado, 20-21 July 1994. Proceedings prepared by LGL Ltd., environmental research associates, King City, Ontario. Author's address: Birdlife/ Vogelbescherming Nederland, Driebergweg, The Netherlands. NREL/SP-441-7814.