



Comune di Nulvi
Regione Sardegna



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "MATTESUIA"
NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI NULVI**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

EDPR Sardegna s.r.l.

via Roberto Lepetit 8/10 - 20124 Milano
Tel +39 02 669 6966
C.F. e P.IVA 12437980969
PEC edprsardegna@legalmail.it



PROPONENTE

OGGETTO

ANALISI COSTI BENEFICI



SIATER srl Via Casula 7 - 07100 Sassari
P.IVA/C.F. 01626410912
Tel 0782.317031 - 348.0085592
siater.srl@gmail.com - siater.srl@pec.it

dott. forestale Piero Angelo RUBIU
Ordine dei dott. Agronomi e dott. Forestali provincia di Nuoro
Posizione n.227
Cod.Fisc. RBU PNG 69T22 L953Z

dott.ssa Maria Bonaria PASSAGHE
Ordine dei dott. Commercialisti provincia di Sassari
Posizione n.341A
Cod.Fisc. PSS MBN 71A44 I452N

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	GEN/2023
COD. LAVORO	01/VIA22
TIPOL. LAVORO	V
SETTORE	S
N. ATTIVITA'	01
TIPOL. ELAB.	SS
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	17
VERSIONE	0

REDATTO

Dr.ssa Comm. Maria Bonaria PASSAGHE

CONTROLLATO

Dr. For. Piero RUBIU

APPROVATO

Dr. For. Piero RUBIU

ELABORATO

V.1.17



INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
3. STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (S.E.N).....	2
3.1 OBIETTIVI QUALITATIVI E TARGET QUANTITATIVI	2
3.2 ANALISI COSTI BENEFICI.....	5
3.2.1 <i>Impatto acustico - costo esterno</i>	6
3.2.2 <i>Impatto visivo - costo esterno</i>	8
3.2.3 <i>Vegetazione</i>	9
3.2.4 <i>Produzione agricola</i>	10
3.2.5 <i>Avifauna</i>	11
3.2.6 <i>Valore delle immissioni di CO2 evitate</i>	20
3.2.7 <i>Costo di produzione dell'energia</i>	21
3.2.8 <i>Valutazione Costi - benefici</i>	23
4. CONCLUSIONI	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Area di inedificabilità nell'intorno del parco eolico, in rosso il buffer dei 500 m., in verde quello da 100 m	7
---	---

INDICE DELLE TABELLE

Tabella - 1 -Valore economico delle specie avifaunistiche Italiane (Fonte CESI Ricerche, 2008)	13
Tabella 2 - Parco eolico di Tula-Erula (SS) Sa Turrina Manna: esiti della attività di rinvenimento di carcasse di uccelli o chiropteri incidentati a seguito dell'impatto con gli aerogeneratori	19
Tabella - 3 -Valore economico degli abbattimenti avifaunistici ipotizzati.....	20



1. PREMESSA

La presente valutazione è stata commissionata dalla società EDPR Sardegna s.r.l., soggetta a controllo della EDP renewables Italia holding S.r.l., al fine di verificare l'analisi costi benefici del parco eolico in progetto, nel comune di Nulvi nella provincia di Sassari. La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale di 6 MW, tipo SIEMENS GAMESA SG 6.0.155. per una potenza complessiva di 48.0 MW.

Il Progetto consta anche delle opere RTN consistenti, come previsto dalla STMG rilasciata da TERNA in data 24.09.2020 (CP201900633), nella realizzazione di una nuova Stazione di smistamento a 150 kV da inserire in entra-esce alle linee Sennori-Tergu e Ploghe Stazione-Tergu. La Stazione ricomprenderà anche una sezione a 36 kV da destinarsi a future iniziative.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La EDP Renewables Italia Holding s.r.l. ha inteso promuovere progetti di sviluppo che favoriscano la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

L'area di studio in cui verranno localizzati gli aerogeneratori, si trova nel Comune di Nulvi nella Provincia di Sassari. Si presenta morfologicamente collinare a circa 500 m slm, nella regione storica dell'Anglona, di cui fanno parte 13 Comuni, Il territorio è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare, composta da piccoli altipiani di natura vulcanica o calcarea, adagiati su una base tufacea. La si raggiunge partendo dal centro abitato di Nulvi percorrendo per circa 1.7 chilometri la "SS 127 Settentrionale Sarda".

E' prevista la realizzazione di un cavidotto della lunghezza di circa 5.233,00 m, con profondità di 1,2m e L 60 cm, che dal campo eolico in progetto si unisce alla SS elettrica ubicata in comune di Tergu.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie di circa 45.622,00 mq come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

3. STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (S.E.N)

Con D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico. Di seguito viene riportato uno stralcio dello strumento di pertinenza all'intervento progettuale.

3.1 OBIETTIVI QUALITATIVI E TARGET QUANTITATIVI

L'Italia ha raggiunto in anticipo gli obiettivi europei - con una penetrazione di rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del 2020 di 17% - e sono stati compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

La Strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale:

- più competitivo, migliorando la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;
- più sostenibile, raggiungendo in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;
- più sicuro, continuando a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando al contempo l'indipendenza energetica dell'Italia.

Fra i target quantitativi previsti dalla SEN:

- **EFFICIENZA ENERGETICA**

riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030;

- **FONTI RINNOVABILI**

28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015; in termini settoriali, l'obiettivo si articola in una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015; in una quota di rinnovabili sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015; in una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015;

- **RIDUZIONE DEL DIFFERENZIALE DI PREZZO DELL'ENERGIA**

contenere il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa (nel 2016 pari a circa 2 €/MWh) e quello sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE (pari a circa 35 €/MWh nel 2015 per la famiglia media e al 25% in media per le imprese);

- **CESSAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CARBONE**

con un obiettivo di accelerazione al 2025, da realizzare tramite un puntuale piano di interventi infrastrutturali;

- **RAZIONALIZZAZIONE DEL DOWNSTREAM PETROLIFERO**

con evoluzione verso le bioraffinerie e un uso crescente di biocarburanti sostenibili e del GNL nei trasporti pesanti e marittimi al posto dei derivati dal petrolio;

- **VERSO LA DECARBONIZZAZIONE AL 2050**

rispetto al 1990, una diminuzione delle emissioni del 39% al 2030 e del 63% al 2050 raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021;

- **PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE E DEI SERVIZI DI MOBILITÀ CONDIVISA;**

- **NUOVI INVESTIMENTI SULLE RETI PER MAGGIORE FLESSIBILITÀ, ADEGUATEZZA E RESILIENZA**

maggiore integrazione con l'Europa; diversificazione delle fonti e rotte di approvvigionamento

gas e gestione più efficiente dei flussi e punte di domanda

- RIDUZIONE DELLA DIPENDENZA ENERGETICA DALL'ESTERO

dal 76% del 2015 al 64% del 2030 (rapporto tra il saldo import/export dell'energia primaria necessaria a coprire il fabbisogno e il consumo interno lordo), grazie alla forte crescita delle rinnovabili e dell'efficienza energetica

Azioni trasversali

Il raggiungimento degli obiettivi presuppone alcune condizioni necessarie e azioni trasversali:

- INFRASTRUTTURE E SEMPLIFICAZIONI

la SEN 2017 prevede azioni di semplificazione e razionalizzazione della regolamentazione per garantire la realizzazione delle infrastrutture e degli impianti necessari alla transizione energetica, senza tuttavia indebolire la normativa ambientale e di tutela del paesaggio e del territorio né il grado di partecipazione alle scelte strategiche;

- COSTI DELLA TRANSIZIONE

grazie all'evoluzione tecnologica e ad una attenta regolazione, è possibile cogliere l'opportunità di fare efficienza e produrre energia da rinnovabili a costi sostenibili.

Per questo la SEN segue un approccio basato prevalentemente su fattori abilitanti e misure di sostegno che mettano in competizione le tecnologie e stimolino continui miglioramenti sul lato dell'efficienza.

- Compatibilità tra obiettivi energetici e tutela del paesaggio:
 - la tutela del paesaggio è un valore irrinunciabile, pertanto per le fonti rinnovabili con maggiore potenziale residuo sfruttabile, cioè eolico e fotovoltaico, verrà data priorità all'uso di aree industriali dismesse, capannoni e tetti, oltre che ai recuperi di efficienza degli impianti esistenti. Accanto a ciò si procederà, con Regioni e amministrazioni che tutelano il paesaggio, alla individuazione di aree, non altrimenti valorizzabili, da destinare alla produzione energetica rinnovabile;
 - effetti sociali e occupazionali della transizione: fare efficienza energetica e sostituire fonti fossili con fonti rinnovabili genera un bilancio netto positivo anche in termini occupazionali, ma si tratta di un fenomeno che va monitorato e governato, intervenendo tempestivamente per riqualificare i lavoratori spiazzati dalle nuove tecnologie e formare nuove professionalità, per generare opportunità di lavoro e di crescita.

L'intervento progettuale è l'applicazione diretta della Strategia Energetica Nazionale che punta alla decarbonizzazione del paese e all'incremento dell'energia prodotta da FER, Fonti Energetiche Rinnovabili.

Inoltre, la progressiva dismissione di ulteriore capacità termica dovrà essere compensata dallo sviluppo di nuova capacità rinnovabile, di nuova capacità di accumulo o da impianti termici a gas più efficienti e con prestazioni

dinamiche più coerenti con un sistema elettrico caratterizzato da una sempre maggiore penetrazione di fonti rinnovabili.

A fronte di una penetrazione delle fonti rinnovabili fino al 55% al 2030, la società TERNA S.p.A. ha effettuato opportuna analisi con il risultato che l'obiettivo risulta raggiungibile attraverso nuovi investimenti in sicurezza e flessibilità. TERNA ha, quindi, individuato un piano minimo di opere indispensabili, in buona parte già comprese nel Piano di sviluppo 2017 e nel Piano di difesa 2017, altre che saranno sviluppate nei successivi Piani annuali, da realizzare al 2025 e poi ancora al 2030.

3.2 ANALISI COSTI BENEFICI

L'elemento strategico per un futuro sostenibile e certamente il maggior ricorso alle energie rinnovabili, le quali rappresentano la capacità di produrre energia senza pericolo di esaurimento nel tempo esse producono energia "pulita", con minori emissioni inquinanti e gas serra. Tra queste l'eolico, soprattutto di grande taglia continua ad essere, al momento, la tecnologia rinnovabile con costi di produzione sempre più competitivi e più paragonabile a quelli delle fonti fossili convenzionali.

L'eolico, come tutte le energie rinnovabili ha il suo costo ambientale. I costi ambientali non rientrano nel prezzo di mercato e pertanto non ricadono sui produttori e sui consumatori, ma vengono globalmente imposti alla società. Tali costi sono tutt'altro che trascurabili e vanno identificati e stimati in ogni progetto.

Intorno al 1950 è stato sviluppato dall'Unione Europea un progetto denominato ExternE (Externalities of Energy), con l'obiettivo di sistematizzare i metodi ed aggiornare le valutazioni delle esternalità ambientali associate alla produzione di energia, con particolare riferimento alle diverse tecnologie rinnovabili applicabili in Europa.

Il progetto sviluppato dall'Unione Europea è basato su una metodologia di tipo Impact Pathway Methodology, per valutare i costi esterni associati alla produzione di energia. La metodologia del progetto ExternE definisce prima gli impatti rilevanti e poi ne dà una quantificazione economica. Di seguito verranno espone le direttive di questo studio, adattato ai giorni d'oggi, per arrivare a quantificare i costi ambientali.

Il progetto ExternE individua come esternalità rilevanti nel caso di impianti per la produzione di energia da fonte eolica il rumore e l'impatto visivo, ritenendo gli altri impatti trascurabili anche nella quantificazione monetaria. In particolare, si afferma che l'impatto su flora, fauna, avifauna ed in generale sull'ecosistema sia rilevante solo nel caso in cui l'impianto sia realizzato in aree di particolare valore naturalistico o in prossimità di aree di particolare valore per fauna e avifauna. Considera poi gli altri impatti (elettromagnetico, impatto sul suolo) del tutto trascurabili.

In particolare, l'impianto eolico in oggetto insiste su un territorio antropizzato da una intensa attività agricola, ben servito dalla una fitta rete infrastrutturale. Per cui l'intervento non andrà ad alterare l'ecosistema naturale esistente.

3.2.1 Impatto acustico - costo esterno

Dall'analisi previsionale di impatto acustico di progetto si evince che gli effetti del rumore prodotto dagli aerogeneratori di progetto sono percepibili nell'intorno degli aerogeneratori per le prime centinaia di metri.

Tutti gli aerogeneratori di progetto sono stati posizionati ad oltre 500 m da edifici abitati (in gran parte case rurali, frequentate saltuariamente, alcune non accatastate e quindi non dotate di certificato di agibilità).

Sinteticamente, sulla base dei dati tecnici forniti dal produttore ed alla luce della soluzione tecnica prescelta (aerogeneratori della ditta SIEMENS GAMESA SG 6.0.155 da 6 MW) per la realizzazione del futuro parco eolico, lo scenario emissivo più gravoso ossia il regime di funzionamento implicante un maggiore livello di potenza sonora pari a LWA=104,0 dB(A), per tutti i ricettori esaminati lo studio di impatto acustico revisionale ha stabilito che:

- i limiti assoluti di immissione di cui al DPCM 14/11/1997 risultano sempre rispettati, sia per il periodo di riferimento diurno che notturno;
- i limiti differenziali, di cui all'art. 2, comma 2 del D.P.C.M. 1/03/1991, risultano sempre rispettati sia per il periodo di riferimento diurno che notturno, o meglio non risultano applicabili in quanto vengono meno le sue condizioni.

Il costo ambientale derivante dall'impatto acustico prodotto dal parco eolico di progetto che la società dovrà scontare, può essere legato ad un eventuale deprezzamento che potrebbero subire i terreni agricoli posti nell'intorno degli aerogeneratori di progetto.

A tal riguardo è opportuno effettuare alcune puntualizzazioni:

- l'attività agricola non viene ostacolata in alcun modo dalla presenza di aerogeneratori;
- la realizzazione o l'adeguamento della viabilità di servizio agli aerogeneratori, spesso rende maggiormente accessibile gli appezzamenti in prossimità dell'impianto che acquisiscono un valore aggiunto.

In ogni caso volendo individuare un'area di potenziale deprezzamento dei terreni dovuto alle emissioni sonore prodotte dagli aerogeneratori, si è ipotizzato di calcolare un'area di inviluppo pari a 100 m attorno agli aerogeneratori, che esteso ai 8 aerogeneratori comporta una estensione complessiva di circa 25,12 ha, come da figura successiva.

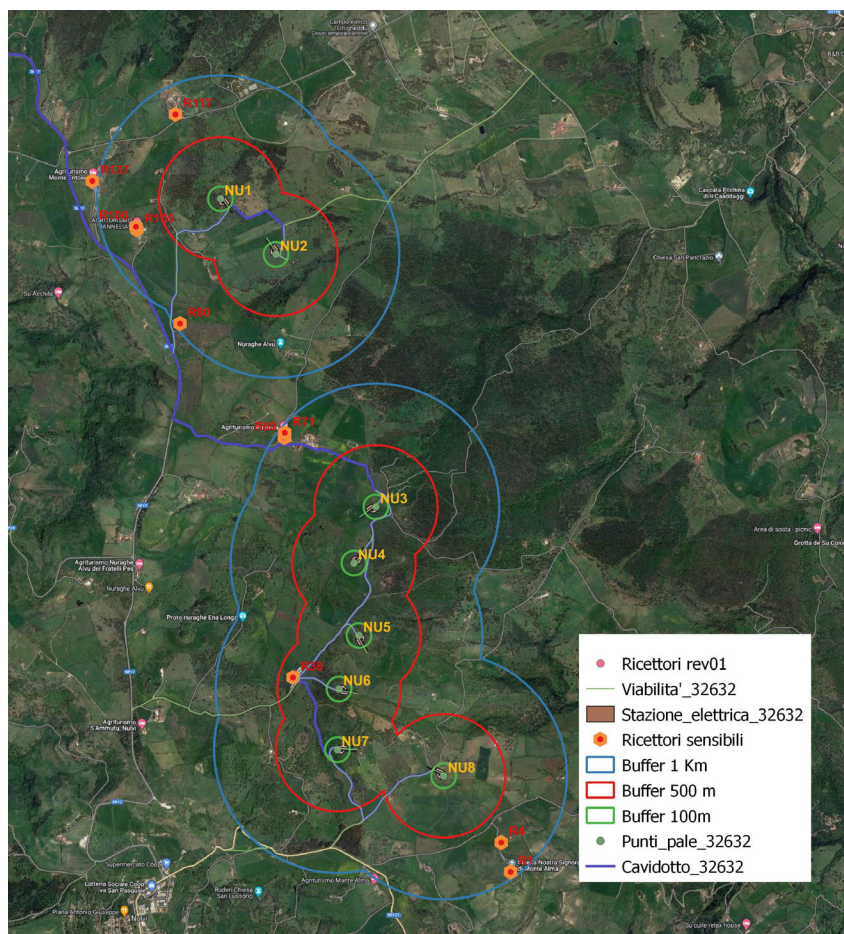


Figura 1 Area di inedificabilità nell'intorno del parco eolico, in rosso il buffer dei 500 m., in verde quello da 100 m

Considerato che la rumorosità indotta dagli aerogeneratori decade sensibilmente a poche centinaia di metri dalle postazioni eoliche e valutato che gli attuali indirizzi regionali (Studio ex art. 112 PPR) suggeriscono di ubicare le installazioni eoliche a distanze superiori ai 500 metri dalle unità abitative (700 m per nuclei e case sparse), si ritiene che la potenziale area in cui sussistano limitazioni delle opportunità di edificazione possa essere ricondotta, conservativamente, a tali porzioni di territorio.

Con tali presupposti, la superficie per la quale la possibilità di edificazione successiva alla realizzazione delle opere risulterebbe astrattamente penalizzata, è valutata in circa 485.0 ettari (vedasi Figura 1).

Il costo sostenuto dalla collettività per un'eventuale mancata capacità edificatoria è valutabile nella rendita degli immobili che potrebbero realisticamente realizzarsi nelle superfici potenzialmente influenzate dalla presenza dell'impianto, come sopra individuate.

Assunto che la densità media dei fabbricati agricoli nell'agro di Nulvi, interessati dalla proposta di installazione del nuovo impianto, è di appena 0,10 edifici per ettaro (sono stati individuati 139 ricettori cat. A, E, C,D nel buffer di 1 Km) a supporto delle attività agro-zootecniche in circa 1314.0 ettari vedasi (Figura 1), è ragionevolmente ipotizzabile che un ipotetico sviluppo edificatorio delle aree entro 500 metri dalle postazioni eoliche (~485,0 ettari) sia quantificabile conservativamente in circa 2 edifici.

Assumendo una superficie media degli immobili di 150 m², un valore immobiliare pari a quello del territorio di Nulvi (650 €/mq, riferiti al 2021/2022 fonte OMI) ed una rendita del 1% sul valore immobiliare.

Il costo per le limitazioni indotte sulla capacità edificatoria è così quantificabile:

$$2 \text{ fab.} \times 150 \text{ m}^2/\text{fab.} \cdot 650,0 \text{ €/mq} \cdot 0,01 = 1.950,0 \text{ €/anno} \cdot 20 \text{ anni} = 39.000,00 \text{ €}$$

Questo valore va poi rapportato alla quantità di energia prodotta, l'analisi della producibilità di progetto risulta pari a 105,78 GWh/anno di energia, per 2204 ore/anno, quindi in 20 anni:

$$105,78 \text{ GWh/anno} \times 20 \text{ anni} = 2.115,6 \text{ GWh} = 2.115.600.000 \text{ kWh}$$

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto al rumore prodotto dagli aerogeneratori lo stimiamo in:

$$39.000 \text{ €} / 2.371.400.000 \text{ kWh} = \mathbf{0,0000184 \text{ €/kWh}}$$

3.2.2 Impatto visivo - costo esterno

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, che indica che la WTP nella UE ha un valore medio nel 2009 pari a 149 €/ha/anno, mentre per l'Italia abbiamo 263 €/ha/anno¹, rivalutato ad oggi 310,34 €/anno.

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, recupero ambientale dei luoghi.."

Nel presente studio, abbiamo considerato un'area cautelativa pari a circa 17.574,8 ha, come somma delle aree per le quali dallo studio paesaggistico delle ZVI è emerso un impatto da forte a rilevante.

Abbiamo pertanto:

Ettari	WTP (€/ha/anno)	Costi/Benefici
17.574,8	310,34	5.510.024,63

Anche in questo caso in rapporto alla quantità di energia prodotta nei venti anni, risulta che:

$$\text{€ } 5.510.024,63 / 2.115.600.000 \text{ kWh} = 0,00260 \text{ €/kWh}$$

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto all'impatto paesaggistico, soprattutto di natura visiva, prodotto dagli aerogeneratori di progetto, lo stimiamo in:

$$0,00260 \text{ €/kWh}$$

3.2.3 Vegetazione

I potenziali effetti del progetto sulla componente floristico-vegetazionale devono riferirsi esclusivamente alla fase di cantiere. Valutate le ordinarie condizioni operative degli impianti eolici, infatti, la fase di esercizio non configura fattori di impatto negativi in grado di incidere in modo apprezzabile sull'integrità della vegetazione e delle specie floristiche.

Di contro, l'esercizio dell'impianto e l'associata produzione energetica da fonte rinnovabile sono sinergici rispetto alle azioni strategiche da tempo intraprese a livello internazionale per contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici ed i conseguenti effetti catastrofici sulla biodiversità del pianeta a livello globale.

¹ European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, The Value of EU Agricultural Landscape, 2011; <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=4500>

Esiste quindi un'importante dimensione economica legata alle funzioni socio-ambientali dei sistemi vegetali, che sebbene spesso indirette non sono per questo di minore importanza. Una parte significativa di questa dimensione economica, per le finalità del presente studio, è computata attraverso la stima del danno monetario al paesaggio (cfr. par. 3.2.2). Al fine di pervenire ad una stima esaustiva dei costi esterni che tenga conto anche degli altri aspetti sopra descritti, si è deciso di utilizzare i costi stimati per le attività di ripristino e compensazione in analogia con quanto proposto dal progetto ExternE. In linea di principio si tratterebbe di quantificare i costi necessari ad un intervento che ripristini una vegetazione autoctona, o comunque analoga alla preesistente, e che scongiuri, per quanto possibile, l'infiltrazione di specie alloctone.

Poiché gli effetti del progetto in termini di alterazione della copertura vegetale sono riferibili alla necessità di procedere alla prevalente eliminazione di superfici a pascolo e, localmente di esemplari arboreo/arbustivi, i costi di ripristino per delle superfici delle piazzole di macchina, comprese le scarpate, unitamente agli interventi di compensazione, sono quantificabili indicativamente in € 350.000,00 , come desunti dal Computo metrico estimativo delle opere civili allegato al progetto definitivo (opere di mitigazione ed imprevisti).

Anche in questo caso in rapporto alla quantità di energia prodotta nei venti anni, risulta che:

$$\text{€ } 350.000,00 / 2.115.600.000 \text{ kWh} = 0,000154 \text{ €/kWh}$$

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto all'impatto sulla vegetazione prodotto dagli aerogeneratori di progetto, lo stimiamo in:

$$0,000154 \text{ €/kWh}$$

3.2.4 Produzione agricola

Il consumo di suolo può influire principalmente in due modi sulla produzione agricola: diminuendo gli spazi a disposizione per la coltivazione o deteriorando la qualità del suolo, limitando quindi la possibilità di produzione sia nel breve che nel lungo periodo. Ai fini del calcolo del valore relativo alla stima del Servizio Ecosistemico – Produzione Agricola, si considera quale valore di riferimento, così come riportato nella proposta metodologica impiegata nella presente valutazione, che prevede la valutazione del flusso di servizio attraverso la valutazione biofisica ed economica della produzione effettiva in termini di Produzione Standard Totale ricavata dalla coltura a più alto valore aggiunto tra quelle d'origine presenti nella zona. Da un'analisi condotta nella zona, compatibilmente con le caratteristiche agronomiche dei suoli presenti nell'area, si è deciso di considerare la coltivazione di orticole all'aperto e in pieno campo, prendendo il valore indicato nell'elenco delle produzioni standard per la Sardegna per l'anno 2017, che rivalutato (ISTAT 2022) risulta essere pari a 12.741,81 €/ha anno.

Eseguito il calcolo per una superficie pari a 4,5622 ha:

$$PA = 4,5622 \text{ ha} \times 12.741,81 \text{ €/ha} = 58.130,68 \text{ € anno.}$$

Anche in questo caso in rapporto alla quantità di energia prodotta nei venti anni, risulta che:

€ 58.130,68/ 2.115.600.000 kWh = 0,0000274 €/kWh

3.2.5 Avifauna

Per utilizzare un parametro di comparazione si è utilizzato uno studio avifaunistico sull' impianto eolico di Sa Turrina Manna che è stata oggetto negli anni passati di sistematiche attività di monitoraggio della componente faunistica (anni 2009-2011 per un totale di 30 mesi), con particolare riferimento alle classi dell'avifauna e dei chiropteri, notoriamente più esposti ai potenziali effetti negativi degli impianti eolici. Le informazioni disponibili sulle risorse faunistiche del territorio interessato dal progetto sono, inoltre, integrate dai monitoraggi eseguiti in sede di costruzione dell'impianto eolico attualmente in corso.

Tra gli impatti a carico degli uccelli e dei chiropteri, vengono ritenuti prevalenti in letteratura la perdita di habitat naturale o seminaturale di importanza faunistica, i disturbi generati dalle emissioni di rumori provenienti dalle apparecchiature in esercizio e la mortalità diretta a causa di collisione con le pale.

Le attività svolte non hanno messo in evidenza impatti da frammentazione, impoverimento della funzionalità ecologica o variazioni dell'uso degli habitat per le diverse specie stanziali e migratrici. La costante presenza delle medesime specie censite nei vari monitoraggi, con valori di frequenza e abbondanza non dissimili dimostrano che non vi è stata una contrazione di areale, né una diminuzione delle popolazioni o ancora più gravi estinzioni locali. Le inevitabili variazioni registrate nei differenti periodi di monitoraggio sono state, infatti, ricondotte a diversi fattori legati al caso, alle condizioni meteorologiche ed alle condizioni di utilizzo del suolo nell'area dell'impianto.

Ai fini della stima monetaria dei costi ambientali a carico della componente Fauna, si farà riferimento ad un metodo sviluppato dal CESI² Ricerche orientato alla stima dei costi di reintroduzione in natura (ossia del valore economico) degli esemplari eventualmente impattati dai rotor in movimento durante il funzionamento dell'impianto. Il metodo si basa sulla valutazione delle risorse (economiche ed umane) messe in campo dalle amministrazioni pubbliche ed associazioni non governative (LIPU, WWF, ecc.) per il mantenimento dell'avifauna. Poiché il fine è quello di determinare il prezzo di "mercato" per le specie selvatiche il metodo considera alcuni valori economici acquisiti attraverso indagini di mercato. Per quanto riguarda, ad esempio, il valore della cicogna bianca, questo deriva dai costi del progetto "cicogna bianca" dell'associazione Olduvai mentre per il Gipeto il valore deriva dai costi del progetto LIFE "International program for the Bearded Vulture in the Alps". Gli altri costi acquisiti sono prezzi di vendita di alcuni rivenditori specializzati. Si noti che tali prezzi si riferiscono ad animali non selvatici, ma domestici. Il valore dell'animale selvatico è certamente superiore. Un animale domestico, infatti, non sopravviverebbe in natura, in quanto non abituato a procurarsi il cibo o a migrare. Il rilascio di animali selvatici comporta un periodo di addestramento e di monitoraggio e quindi, in definitiva, un costo che deve essere opportunamente valutato.

A tal fine, attraverso analisi economiche condotte su progetti di reintroduzione, si è stimato che il costo di reintroduzione è circa quattro volte il costo di allevamento e che quindi sia possibile introdurre un fattore 4 tra il valore di un animale domestico ed uno "selvatico".

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



In definitiva, combinando attraverso complesse analisi statistiche i dati economici dei progetti di reintroduzione in natura di alcune specie avifaunistiche ed il prezzo di mercato di altre, si è pervenuti alla determinazione della seguente funzione di monetizzazione.

$$\text{Valeco} = 27.63481 \times (1.885721^{\wedge} \text{SPECxS} \cdot 1.25194^{\wedge} \text{CLASSEPOP}) / -\log(\text{PERC-EU}) - 29$$

Nella Tabella 1 si riportano, per le specie presenti in Italia, il valore intrinseco ed il valore economico determinato in accordo con la metodologia più sopra descritta.

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore Intrinseco	Valore €
ANATIDAE	Marmaronetta angustirostris	ANATRA MARMORIZZATA	SPEC 1	37870	€ 1 046 50
ANATIDAE	Aythya nyroca	MORETTA TABACCATA	SPEC 1	17876	€ 493 98
PHALACROCORACIDAE	Phalacrocorax pygmeus	MARANGONE MINORE	SPEC 1	10406	€ 287 55
CICONIIDAE	Ciconia nigra	CICOGNA NERA	SPEC 2	4978	€ 137 54
FALCONIDAE	Falco biarmicus	LANARIO	SPEC 3	2805	€ 77 49
SCOLOPACIDAE	Numenius arquata	CHIURLO	SPEC 2	2795	€ 77 22
LARIDAE	Larus audouinii	GABBIANO CORSO	SPEC 1	2495	€ 68 91
RALLIDAE	Crex crex	RE DI QUAGLIE	SPEC 1	2373	€ 65 54
THRESKIORNITHIDAE	Platalea leucorodia	SPATOLA	SPEC 2	2267	€ 62 61
OTIDIDAE	Tetrax tetrax	GALLINA PRATAIOLA	SPEC 1	2203	€ 60 84
SCOLOPACIDAE	Limosa limosa	PITTIMA REALE	SPEC 2	2107	€ 58 18
FALCONIDAE	Falco naumanni	GRILLAIO	SPEC 1	1973	€ 54 49
ACCIPITRIDAE	Gypaetus barbatus	GIPETO	SPEC 3	1780	€ 49 16
CICONIIDAE	Ciconia ciconia	CICOGNA BIANCA	SPEC 2	1287	€ 35 53
STURNIDAE	Sterna bengalensis	STERNA DEL RUPPEL	Non-SPEC	1192	€ 32 90
THRESKIORNITHIDAE	Plegadis falcinellus	MIGNATTAIO	SPEC 3	940	€ 25 95
CORACIIDAE	Coracias garrulus	GHIANDAIA MARINA	SPEC 2	927	€ 25 58
ACCIPITRIDAE	Hieraaetus fasciatus	AQUILA DEL BONELLI	SPEC 3	886	€ 24 44
ACCIPITRIDAE	Neophron percnopterus	CAPOVACCAIO	SPEC 3	791	€ 21 82
ACCIPITRIDAE	Circus cyaneus	ALBANELLA REALE	SPEC 3	685	€ 18 89
ACCIPITRIDAE	Milvus milvus	NIBBIO REALE	SPEC 2	671	€ 18 52
PHASIANIDAE	Alectoris graeca	COTURNICE	SPEC 2	659	€ 18 19
FALCONIDAE	Falco eleonora	FALCO DELLA REGINA	SPEC 2	626	€ 17 28
FALCONIDAE	Falco vespertinus	FALCO CUCULO	SPEC 3	592	€ 16 31
LANIIDAE	Lanius minor	AVERLA CENERINA	SPEC 2	552	€ 15 21
ANATIDAE	Aythya ferina	MORIGLIONE	SPEC 2	484	€ 13 35
LARIDAE	Larus genei	GABBIANO ROSEO	SPEC 3	392	€ 10 80
ARDEIDAE	Botaurus stellaris	TARABUSO	SPEC 3	380	€ 10 48
ANATIDAE	Anas strepera	CANAPIGLIA	SPEC 3	335	€ 9 22
LARIDAE	Sterna sandvicensis	BECCAPESCI	SPEC 2	318	€ 8 76
SCOLOPACIDAE	Tringa totanus	PETTEGOLA	SPEC 2	303	€ 8 34
GLAREOLIDAE	Glareola pratincola	PERNICE DI MARE	SPEC 3	251	€ 6 90
LARIDAE	Chlidonias niger	MIGNATTINO	SPEC 3	220	€ 6 04
ANATIDAE	Aythya fuligula	MORETTA	SPEC 3	218	€ 5 98
LARIDAE	Sterna nilotica	STERNA ZAMPENERE	SPEC 3	215	€ 5 91
Scolopacidae	Calidris alpina	GAMBECCIO	SPEC 3	200	€ 5 49
ANATIDAE	Anas clypeata	MESTOLONE	SPEC 3	191	€ 5 24

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
EMBERIZINAE	Emberiza melanocephala	ZIGOLO CAPINERO	SPEC 2	187	€ 5 138
ARDEIDAE	Ardeola ralloides	SGARZA CIUFFETTO	SPEC 3	184	€ 5 056
ACCIPITRIDAE	Circaetus gallicus	BIANCONE	SPEC 3	181	€ 4 974
Scolopacidae	Limosa lapponica	PITTIMA MINORE	Non-SPEC	179	€ 4 927
PICIDAE	Picoides tridactylus	PICCHIO TRIDATTOLO	SPEC 3	179	€ 4 921
STRIGIDAE	Otus scops	ASSIOLO	SPEC 2	169	€ 4 645
CHARADRIIDAE	Eudromias morinellus	PIVIERE TORTOLINO	Non-SPEC	166	€ 4 572
STRIGIDAE	Strix uralensis	ALLOCCO DEGLI URALI	Non-SPEC	165	€ 4 529
PICIDAE	Picus viridis	PICCHIO VERDE	SPEC 2	161	€ 4 409
EMBERIZINAE	Miliaria calandra	STRILLOZZO	SPEC 2	151	€ 4 136
PROCELLARIIDAE	Calonectris diomedea	BERTA MAGGIORE	SPEC 2	148	€ 4 055
LARIDAE	Chlidonias hybrida	MIGNATTINO PIOMBATO	SPEC 3	145	€ 3 965
ANATIDAE	Anas querquedula	MARZAIOLA	SPEC 3	139	€ 3 801
CAPRIMULGIDAE	Caprimulgus europaeus	SUCCIACAPRE	SPEC 2	135	€ 3 712
ACCIPITRIDAE	Aquila chrysaetos	AQUILA REALE	SPEC 3	133	€ 3 642
ANATIDAE	Mergus merganser	SMERGO MAGGIORE	Non-SPEC	132	€ 3 630
TURDINAE	Oenanthe hispanica	MONACHELLA	SPEC 2	128	€ 3 499
ALAUDIDAE	Lullula arborea	TOTTAVILLA	SPEC 2	128	€ 3 498
STRIGIDAE	Bubo bubo	GUFO REALE	SPEC 3	126	€ 3 463
CHARADRIIDAE	Vanellus vanellus	PAVONCELLA	SPEC 2	117	€ 3 208
SYLVIINAE	Phylloscopus bonelli	LUI BIANCO	SPEC 2	115	€ 3 149
PHASIANIDAE	Alectoris barbara	PERNICE SARDA	SPEC 3	114	€ 3 126
LARIDAE	Chlidonias leucopterus	MIGNATTINO ALIBIANCHE	Non-SPEC	113	€ 3 100
RALLIDAE	Porphyrio porphyrio	POLLO SULTANO	SPEC 3	112	€ 3 066
LARIDAE	Sterna albifrons	FRATICELLO	SPEC 3	111	€ 3 040
TURDINAE	Phoenicurus phoenicurus	CODIROSSO	SPEC 2	110	€ 3 009
SCOLOPACIDAE	Scolopax rusticola	BECCACCIA	SPEC 3	109	€ 2 973
EMBERIZINAE	Emberiza hortulana	ORTOLANO	SPEC 2	107	€ 2 937
ARDEIDAE	Nycticorax nycticorax	NITTICORA	SPEC 3	104	€ 2 840
LANIIDAE	Lanius senator	AVERLA CAPIROSSA	SPEC 2	104	€ 2 836
PHASIANIDAE	Alectoris rufa	PERNICE ROSSA	SPEC 2	99	€ 2 709
ANATIDAE	Somateria mollissima	EDRODNE	Non-SPEC	98	€ 2 687
ARDEIDAE	Ardea purpurea	AIRONE ROSSO	SPEC 3	98	€ 2 673
SYLVIINAE	Sylvia undata	MAGNANINA	SPEC 2	84	€ 2 299
SYLVIINAE	Phylloscopus sibilatrix	LUI VERDE	SPEC 2	84	€ 2 281
ARDEIDAE	Casmerodius albus	AIRONE BIANCO MAGGIORE	Non-SPEC	82	€ 2 238
CUCULIDAE	Clamator glandarius	CUCULO DAL CIUFFO	Non-SPEC	82	€ 2 238
PARIDAE	Parus cristatus	CINCIA DAL CIUFFO	SPEC 2	81	€ 2 200
ARDEIDAE	Ixobrychus minutus	TARABUSINO	SPEC 3	80	€ 2 170
ACCIPITRIDAE	Milvus migrans	NIEBIO BRUNO	SPEC 3	78	€ 2 130
BURHINIDAE	Burhinus oedicephalus	OCCHIONE	SPEC 3	72	€ 1 959
ANATIDAE	Netta rufina	FISTIONE TURCO	Non-SPEC	69	€ 1 891
CHARADRIIDAE	Charadrius alexandrinus	FRATINO	SPEC 3	68	€ 1 848
PICIDAE	Jynx torquilla	TORCICOLLO	SPEC 3	66	€ 1 803
Scolopacidae	Tringa erythropus	TOTANO MORO	SPEC 3	64	€ 1 726
FRINGILLIDAE	Carduelis cannabina	FANELLO	SPEC 2	62	€ 1 678
ACCIPITRIDAE	Gyps fulvus	GRIFONE	Non-SPEC	60	€ 1 635
RALLIDAE	Porzana parva	SCHIRIBILLA	Non-SPEC	59	€ 1 608

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
PHOENICOPTERIDAE	Phoenicopterus ruber	FENICOTTERO	SPEC 3	58	€ 1 584
CORVIDAE	Pyrrhocorax pyrrhocorax	GRACCHIO CORALLINO	SPEC 3	57	€ 1 534
TURDINAE	Monticola solitarius	PASSERO SOLITARIO	SPEC 3	52	€ 1 414
LARIDAE	Larus minutus	GABBIANELLO	SPEC 3	52	€ 1 399
SCOLOPACIDAE	Actitis hypoleucos	PIRO PIRO PICCOLO	SPEC 3	46	€ 1 253
RALLIDAE	Porzana porzana	VOLTOLINO	Non-SPEC	45	€ 1 202
TURDINAE	Monticola saxatilis	CODIROSSONE	SPEC 3	44	€ 1 180
HIRUNDINIDAE	Hirundo daurica	RONDINE ROSSICCIA	Non-SPEC	43	€ 1 160
ANATIDAE	Anas crecca	ALZAVOLA	Non-SPEC	41	€ 1 116
PICIDAE	Picus canus	PICCHIO CENERINO	SPEC 3	40	€ 1 079
ACCIPITRIDAE	Circus aeruginosus	FALCO DI PALUDE	Non-SPEC	38	€ 1 013
STRIGIDAE	Athene noctua	CIVETTA	SPEC 3	37	€ 987
SYLVIINAE	Acrocephalus schoenobaenus	FORAPAGLIE	Non-SPEC	36	€ 976
ALCEDINIDAE	Alcedo atthis	MARTIN PESCATORE	SPEC 3	36	€ 961
ANATIDAE	Tadorna tadorna	VOLPOCA	Non-SPEC	33	€ 893
ANATIDAE	Anser anser	OCA SELVATICA	Non-SPEC	32	€ 859
PICIDAE	Dendrocopos leucotos	PICCHIO DORSO BIANCO	Non-SPEC	32	€ 849
PROCELLARIIDAE	Puffinus yelkouan	BERTA MINORE	Non-SPEC	31	€ 830
SYLVIINAE	Sylvia hortensis	BIGIA GROSSA	SPEC 3	30	€ 800
TYTONIDAE	Tyto alba	BARBAGIANNI	SPEC 3	28	€ 735
UPUPIDAE	Upupa epops	UPUPA	SPEC 3	27	€ 706
MOTACILLIDAE	Anthus campestris	CALANDRO	SPEC 3	26	€ 695
ACCIPITRIDAE	Circus pygargus	ALBANELLA MINORE	Non-SPEC	26	€ 684
COLUMBIDAE	Columba oenas	COLOMBELLA	Non-SPEC	25	€ 675
LANIIDAE	Lanius collurio	AVERLA PICCOLA	SPEC 3	25	€ 673
ALAUDIDAE	Galerida cristata	CAPPELLACCIA	SPEC 3	25	€ 670
FALCONIDAE	Falco peregrinus	PELLEGRINO	Non-SPEC	25	€ 666
HAEMATOPODIDAE	Haematopus ostralegus	BECCACCIA DI MARE	Non-SPEC	25	€ 654
PHASIANIDAE	Perdix perdix	STARNA	SPEC 3	25	€ 652
FALCONIDAE	Falco tinnunculus	GHEPPIO	SPEC 3	23	€ 619
EMBERIZINAE	Emberiza cia	ZIGOLO MUCIATTO	SPEC 3	23	€ 614
PARIDAE	Parus palustris	CINCIA BIGIA	SPEC 3	23	€ 602
MEROPIDAE	Merops apiaster	GRUCCIONE	SPEC 3	22	€ 591
COLUMBIDAE	Streptopelia turtur	TORTORA	SPEC 3	22	€ 591
ANATIDAE	Cygnus olor	CIGNO REALE	Non-SPEC	20	€ 520
LARIDAE	Larus melanocephalus	GABBIANO CORALLINO	Non-SPEC	20	€ 519
TURDINAE	Oenanthe oenanthe	CULBIANCO	SPEC 3	20	€ 513
PHASIANIDAE	Coturnix coturnix	QUAGLIA	SPEC 3	19	€ 495
TETRAONIDAE	Tetrao tetrix	FAGIANO DI MONTE	SPEC 3	18	€ 467
PASSERINAE	Montifringilla nivalis	FRINGUELLO ALPINO	Non-SPEC	18	€ 461
PICIDAE	Dendrocopos medius	PICCHIO ROSSO MEZZANO	Non-SPEC	18	€ 459
ALAUDIDAE	Calandrella brachydactyla	CALANDRELLA	SPEC 3	18	€ 457
SYLVIINAE	Acrocephalus melanopogon	FORAPAGLIE CASTAGNOLO	Non-SPEC	17	€ 431
HIRUNDINIDAE	Delichon urbica	BALESTRUCCIO	SPEC 3	16	€ 423
SITTIDAE	Tichodroma muraria	PICCHIO MURAILOLO	Non-SPEC	15	€ 395
FALCONIDAE	Falco subbuteo	LODOLAIO	Non-SPEC	15	€ 382
HIRUNDINIDAE	Hirundo rustica	RONDINE	SPEC 3	15	€ 380
PASSERINAE	Passer montanus	PASSERA MATTUGIA	SPEC 3	15	€ 380

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
ALAUDIDAE	Melanocorypha calandria	CALANDRIA	SPEC 3	15	€ 374
STRIGIDAE	Glaucidium passerinum	CIVETTA NANA	Non-SPEC	15	€ 372
RECURVIROSTRIDAE	Himantopus himantopus	CAVALIERE D'ITALIA	Non-SPEC	14	€ 370
HIRUNDINIDAE	Riparia riparia	TOPINO	SPEC 3	14	€ 369
ACCIPITRIDAE	Pernis apivorus	FALCO PECCHIAIOLO	Non-SPEC	14	€ 355
MUSCICAPINAE	Muscicapa striata	PIGLIAMOSCHE	SPEC 3	13	€ 333
ARDEIDAE	Egretta garzetta	GARZETTA	Non-SPEC	13	€ 322
APODIDAE	Tachymartus melba	RONDONE MAGGIORE	Non-SPEC	12	€ 312
ACCIPITRIDAE	Accipiter gentilis	ASTORE	Non-SPEC	12	€ 310
ALAUDIDAE	Alauda arvensis	ALLODOLA	SPEC 3	12	€ 306
PASSERINAE	Passer domesticus	PASSERA OLTREMONTANA	SPEC 3	12	€ 306
CHARADRIIDAE	Charadrius dubius	CORRIERE PICCOLO	Non-SPEC	11	€ 266
PHALACROCORACIDAE	Phalacrocorax carbo	CORMORANO	Non-SPEC	11	€ 263
ARDEIDAE	Bubulcus ibis	AIRONE GUARDABUOI	Non-SPEC	11	€ 262
PRUNELLIDAE	Prunella collaris	SORDONE	Non-SPEC	10	€ 255
STRIGIDAE	Aegolius funereus	CIVETTA CAPOGROSSO	Non-SPEC	10	€ 253
MOTACILLIDAE	Anthus spinoletta	SPIONCELLO	Non-SPEC	10	€ 252
STURNIDAE	Sturnus vulgaris	STORNO	SPEC 3	10	€ 251
RECURVIROSTRIDAE	Recurvirostra avocetta	AVOCETTA	Non-SPEC	10	€ 249
REMIZIDAE	Remiz pendulinus	PENDOLINO	Non-SPEC	10	€ 248
PHALACROCORACIDAE	Phalacrocorax aristotelis	MARANGONE DAL CIUFFO	Non-SPEC	10	€ 234
PODICIPEDIDAE	Tachybaptus ruficollis	TUFFETTO	Non-SPEC	9	€ 227
CORVIDAE	Nucifraga caryocatactes	NOCCIOLAIA	Non-SPEC	9	€ 209
LARIDAE	Sterna hirundo	STERNA COMUNE	Non-SPEC	8	€ 204
SYLVIINAE	Locustella luscinioides	SALCIAIOLA	Non-SPEC	8	€ 200
RALLIDAE	Rallus aquaticus	PORCIGLIONE	Non-SPEC	8	€ 200
SYLVIINAE	Cettia cetti	USIGNOLO DI FIUME	Non-SPEC	8	€ 195
PANURINAE	Panurus biarmicus	BASETTINO	Non-SPEC	8	€ 190
SYLVIINAE	Sylvia sarda	MAGNANINA SARDA	Non-SPEC	8	€ 183
LARIDAE	Larus ridibundus	GABBIANO COMUNE	Non-SPEC	8	€ 183
CORVIDAE	Corvus corax	CORVO IMPERIALE	Non-SPEC	8	€ 181
LARIDAE	Larus cachinnans	GABBIANO REALE	Non-SPEC	7	€ 174
ACCIPITRIDAE	Accipiter nisus	SPARVIERE	Non-SPEC	7	€ 172
HYDROBATIDAE	Hydrobates pelagicus	UCCELLO DELLE TEMPESTE	Non-SPEC	7	€ 168
PODICIPEDIDAE	Podiceps cristatus	SVASSO MAGGIORE	Non-SPEC	7	€ 168
PASSERINAE	Passer hispaniolensis	PASSERA SARDA	Non-SPEC	7	€ 166
PICIDAE	Dryocopus martius	PICCHIO NERO	Non-SPEC	7	€ 164
TURDINAE	Turdus torquatus	MERLO DAL COLLARE	Non-SPEC	7	€ 161
PICIDAE	Dendrocopos minor	PICCHIO ROSSO MINORE	Non-SPEC	7	€ 159
CORVIDAE	Pyrrhocorax graculus	GRACCHIO ALPINO	Non-SPEC	7	€ 159
RALLIDAE	Gallinula chloropus	GALLINELLA D'ACQUA	Non-SPEC	6	€ 150
SYLVIINAE	Sylvia nisoria	BIGIA PADOVANA	Non-SPEC	6	€ 150
MUSCICAPINAE	Ficedula albicollis	BALIA DAL COLLARE	Non-SPEC	6	€ 150
SYLVIINAE	Aerocephalus arundinaceus	CANNARECCIONE	Non-SPEC	6	€ 146
SYLVIINAE	Cisticola juncidis	BECCAMOSCHINO	Non-SPEC	6	€ 145

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
MOTACILLIDAE	Motacilla cinerea	BALLERINA GIALLA	Non-SPEC	6	€ 145
APODIDAE	Apus pallidus	RONDONE PALLIDO	Non-SPEC	6	€ 133
ARDEIDAE	Ardea cinerea	AIRONE CENERINO	Non-SPEC	6	€ 130
TETRAONIDAE	Tetrao urogallus	GALLO CEDRONE	Non-SPEC	6	€ 127
TETRAONIDAE	Lagopus mutus	PERNICE BIANCA	Non-SPEC	6	€ 124
STRIGIDAE	Strix aluco	ALLOCCO	Non-SPEC	5	€ 122
CUCULIDAE	Cuculus canorus	CUCULO	Non-SPEC	5	€ 116
EMBERIZINAE	Emberiza cirius	ZIGOLO NERO	Non-SPEC	5	€ 114
HIRUNDINIDAE	Hirundo rupestris	RONDINE MONTANA	Non-SPEC	5	€ 113
SYLVIINAE	Hippolais polyglotta	CANAPINO	Non-SPEC	5	€ 113
CINCLIDAE	Cinclus cinclus	MERLO ACQUAILO	Non-SPEC	5	€ 111
STRIGIDAE	Asio otus	GUFO COMUNE	Non-SPEC	5	€ 109
SYLVIINAE	Sylvia conspicillata	STERPAZZOLA DI SARDEGNA	Non-SPEC	5	€ 109
SYLVIINAE	Sylvia melanocephala	OCCHIOCOTTO	Non-SPEC	5	€ 102
FRINGILLIDAE	Serinus citrinella	VENTURONE	Non-SPEC	5	€ 98
TURDINAE	Luscinia megarhynchos	USIGNOLO	Non-SPEC	5	€ 97
FRINGILLIDAE	Loxia curvirostra	CROCIERE	Non-SPEC	5	€ 96
STURNIDAE	Sturnus unicolor	STORNO NERO	Non-SPEC	4	€ 95
ORIOLOIDAE	Oriolus oriolus	RIGOGOLO	Non-SPEC	4	€ 94
TURDINAE	Turdus viscivorus	TORDELA	Non-SPEC	4	€ 92
COLUMBIDAE	Columba livia	PICCIONE SELVATICO	Non-SPEC	4	€ 89
EMBERIZINAE	Emberiza schoenicus	MIGLIARINO DI PALUDE	Non-SPEC	4	€ 89
CORVIDAE	Corvus monedula	TACCOLA	Non-SPEC	4	€ 87
SYLVIINAE	Acrocephalus scirpaceus	CANNAIOLA	Non-SPEC	4	€ 87
CERTHIIDAE	Certhia familiaris	RAMPICHINO ALPESTRE	Non-SPEC	4	€ 86
APODIDAE	Apus apus	RONDONE	Non-SPEC	4	€ 85
PICIDAE	Dendrocopos major	PICCHIO ROSSO MAGGIORE	Non-SPEC	4	€ 77
MOTACILLIDAE	Motacilla flava	CUTRETTOLA	Non-SPEC	4	€ 76
SYLVIINAE	Regulus ignicapilla	FIORRANCINO	Non-SPEC	4	€ 74
COLUMBIDAE	Streptopelia decaocto	TORTORA DAL COLLARE ORIENTALE	Non-SPEC	4	€ 73
PASSERINAE	Petronia petronia	PASSERA LAGIA	Non-SPEC	4	€ 71
FRINGILLIDAE	Pyrrhula pyrrhula	CIUFFOLOTTO	Non-SPEC	4	€ 70
ACCIPITRIDAE	Buteo buteo	POIANA	Non-SPEC	4	€ 70
SYLVIINAE	Sylvia cantillans	STERPAZZOLINA	Non-SPEC	4	€ 69
SYLVIINAE	Acrocephalus palustris	CANNAIOLA VERDOGNOLA	Non-SPEC	3	€ 67
PARIDAE	Parus montanus	CINCIA BIGIA ALPESTRE	Non-SPEC	3	€ 67
RALLIDAE	Fulica atra	FOLAGA	Non-SPEC	3	€ 65
TURDINAE	Saxicola torquata	SALTIPALO	Non-SPEC	3	€ 63
AEGITHALIDAE	Aegithalos caudatus	CODIBUGNOLO	Non-SPEC	3	€ 61
TETRAONIDAE	Bonasa bonasia	FRANCOLINO DI MONTE	Non-SPEC	3	€ 59
FRINGILLIDAE	Coccothraustes coccothraustes	FROSONE	Non-SPEC	3	€ 59
TURDINAE	Saxicola rubetra	STIACCINO	Non-SPEC	3	€ 59
ANATIDAE	Anas platyrhynchos	GERMANO REALE	Non-SPEC	3	€ 57
TURDINAE	Phoenicurus ochruros	CODIROSSO SPAZZACAMINO	Non-SPEC	3	€ 55
CORVIDAE	Pica pica	GAZZA	Non-SPEC	3	€ 53

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
CORVIDAE	Corvus corone	CORNACCHIA	Non-SPEC	3	€ 53
CORVIDAE	Garrulus glandarius	GHIANDAIA	Non-SPEC	3	€ 53
MOTACILLIDAE	Anthus trivialis	PRISPOLONE	Non-SPEC	3	€ 52
FRINGILLIDAE	Serinus serinus	VERZELLINO	Non-SPEC	3	€ 51
CERTHIIDAE	Certhia brachydactyla	RAMPICHINO	Non-SPEC	3	€ 50
SYLVIINAE	Sylvia borin	BECCAFICO	Non-SPEC	3	€ 48
COLUMBIDAE	Columba palumbus	COLOMBACCIO	Non-SPEC	3	€ 48
FRINGILLIDAE	Carduelis spinus	LUCARINO	Non-SPEC	3	€ 45
PHASIANIDAE	Phasianus colchicus	FAGIANO COMUNE	Non-SPEC	3	€ 43
EMBERIZINAE	Emberiza citrinella	ZIGOLO GIALLO	Non-SPEC	3	€ 42
TURDINAE	Turdus pilaris	CESENA	Non-SPEC	3	€ 40
FRINGILLIDAE	Carduelis chloris	VERDONE	Non-SPEC	2	€ 39
PARIDAE	Parus ater	CINCIA MORA	Non-SPEC	2	€ 36
PARIDAE	Parus caeruleus	CINCIARELLA	Non-SPEC	2	€ 35
SYLVIINAE	Sylvia atricapilla	CAPINERA	Non-SPEC	2	€ 35
SYLVIINAE	Regulus regulus	REGOLO	Non-SPEC	2	€ 33
SYLVIINAE	Phylloscopus collybita	LUI PICCOLO	Non-SPEC	2	€ 33
TURDINAE	Turdus philomelos	TORDO BOTTACCIO	Non-SPEC	2	€ 30
SITTIDAE	Sitta europaea	PICCHIO MURATORE	Non-SPEC	2	€ 30
SYLVIINAE	Sylvia communis	STERPAZZOLA	Non-SPEC	2	€ 29
MOTACILLIDAE	Motacilla alba	BALLERINA BIANCA	Non-SPEC	2	€ 28
FRINGILLIDAE	Carduelis carduelis	GARDELLINO	Non-SPEC	2	€ 27
PRUNELLIDAE	Prunella modularis	PASSERA SCOPAIOLA	Non-SPEC	2	€ 20
TROGLODYTIDAE	Troglodytes troglodytes	SCRICCILO	Non-SPEC	2	€ 19
TURDINAE	Turdus merula	MERLO	Non-SPEC	2	€ 19
TURDINAE	Erithacus rubecula	PETTIROSSO	Non-SPEC	2	€ 13
PARIDAE	Parus major	CINCIALLEGRA	Non-SPEC	1	€ 8
FRINGILLIDAE	Fringilla coelebs	FRINGUELLO	Non-SPEC	1	€ 1

Tabella - 1 - Valore economico delle specie avifaunistiche Italiane (Fonte CESI Ricerche, 2008)

Per la stima dei potenziali costi dovuti agli impatti derivanti da eventuali collisioni di avifauna, imputabili agli aerogeneratori del progetto, si è tenuto conto come parametro di valutazione dalle risultanze dei monitoraggi ambientali effettuati tra il 2009 e il 2011 presso l'impianto esistente di Sa Turrina Manna (Tabella 2), distante dal parco in progetto circa 17 Km.

Periodo monitoraggio:	2009-2011
Numero collisioni/turbina/anno:	0,035
Composizione avifauna abbattuta:	2 uccelli
Specie abbattute prevalenti:	strillozzo e balestruccio
Altre specie:	3 chiroterri

Tabella 2 - Parco eolico di Tula-Erula (SS) Sa Turrina Manna: esiti della attività di rinvenimento di carcasse di uccelli o chiroterri incidentati a seguito dell'impatto con gli aerogeneratori

Per le predette finalità di quantificazione economica, si assume il dato medio aritmetico di collisioni che scaturisce dalle suddette attività di monitoraggio, pari a 0.03 collisioni/WTG x anno.

Con tali assunzioni, pertanto, valutata la configurazione di progetto proposta (n. 7 WTG di nuova installazione) si può ipotizzare un numero complessivo di abbattimenti pari a n. 0,317esemplari/anno.

Sulla base dei riscontri fino ad oggi acquisiti (si veda la Tabella 3) si assume, inoltre, che gli esemplari prevalentemente coinvolti possano riferirsi all'ordine dei passeriformi. Nello specifico si ipotizza che gli abbattimenti annui interessino n. 2 esemplari, uno di strillozzo (*Emberiza calandra*) e uno di balestruccio (*Delichon urbicum*) e 3 chiroterri. Il valore dei chiroterri è stato sovrastimato, non essendo presente in tabella, utilizzando un valore medio alto presente in tabella 2.

In base ai costi stimati di reintroduzione di tali specie in natura (Tabella 3), il valore economico degli abbattimenti ipotizzati (o altri di uguale valore) è così stimato:

N. esemplari abbattuti stimati / 30 mesi	Specie	Valore economico (€/anno)
1	strillozzo	4.136,00
1	balestruccio	423,00
3	chiroterri	5138x3= 15414
	TOTALE	€ 19.973
0,317 esemplari/anno	Totale/anno	€ 7.989,2

Tabella - 3 - Valore economico degli abbattimenti avifaunistici ipotizzati

Anche in questo caso in rapporto alla quantità di energia prodotta risulta che:

$$\text{€ 7.982,00/ 2.115.600.000 kWh} = 0,00000377 \text{ €/kWh}$$

Calcolato per la durata dell'impianto $0,00000377 \text{ €/kWh} \times 20 \text{ anni} = 0,00000754$

Pertanto, il costo esterno (o ambientale) dovuto all'impatto sull'avifauna prodotto dagli aerogeneratori di progetto, lo stimiamo in:

$$0,00000754 \text{ €/kWh}$$

3.2.6 Valore delle immissioni di CO2 evitate

La realizzazione di un impianto eolico produce il risparmio di costi esterni negativi evitati alla collettività.

Il principale aspetto positivo legato alla realizzazione dell'impianto è la produzione di energia elettrica senza che vi sia emissione di inquinanti: una normale centrale termoelettrica alimentata da combustibili fossili, per ogni kWh di energia prodotta produce l'emissione in atmosfera di gas serra (anidride carbonica) e gas inquinanti nella misura di:

- 483 g/kWh di CO2 (anidride carbonica);
- 1,4 g/kWh di SO2 (anidride solforosa);
- 1,9 g/kWh di NOx (ossidi di azoto).

Questo significa che per ogni anno di vita utile della centrale eolica di progetto, per la quale si stima una produzione annua non inferiore a 105,78 GWh, una centrale tradizionale produrrebbe:

- circa 51.091,74 tonnellate di CO2 (anidride carbonica);
- circa 148,09 tonnellate di SO2 (anidride solforosa);
- circa 200,98 tonnellate di NOx (ossidi di azoto).

La componente più rilevante è il risparmio di emissione di CO2 e questo verrà ricavato di seguito.

Nature Climate Change ha pubblicato uno studio dell'Università di Stanford dal titolo "Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy" secondo cui il "costo sociale" (cioè il costo economico verso la collettività, il "costo esterno") di ogni tonnellata di CO2 emessa in atmosfera vale 220 dollari.

Si tratta di un valore in assoluto molto alto, e comunque molto superiore al valore di 37 \$/t CO2 che gli USA utilizzano come riferimento per ponderare le proprie strategie di politica energetica ed indirizzare le azioni di mitigazione climatica.

Si tratta di danni (quali appunto "costi esterni", o "esternalità") imputabili a diversi fattori collegati al climate change: da una minore produzione agricola, da una crescita dei problemi (e quindi dei costi) sanitari per i cittadini, dalla minor produttività dei lavoratori, dai costi di riparazione dei danni ambientali generati dai fenomeni meteorologici estremi, etc.

Frances Moore, coautrice dello studio: "Stimiamo che il costo sociale del carbonio non sia di 37 dollari ma di 220. Questo perchè occorre tener conto degli impatti del cambiamento climatico non solo sulla produzione economica, ma anche sul tasso di crescita economica, con un effetto permanente che si accumula nel tempo".

Lo studio introduce infatti una relazione funzionale fra i danni monetari ed i tassi di crescita delle economie mondiali, contabilizzando quindi come costo della CO₂ anche la "mancata crescita economica" dovuta ai danni collegati al cambiamento climatico avvenuti negli anni precedenti: un effetto che non solo è permanente, ma che si accumula nel tempo.

Utilizzando il Dynamic Integrated Climate-Economy (DICE), i ricercatori di Stanford hanno cercato di contabilizzare l'influenza del global warming sulla modifica del tasso di crescita dell'economia globale, in maniera differente considerando Paesi Sviluppati rispetto a Paesi in via di Sviluppo.

Frances Moore: "Per 20 anni i modelli hanno assunto che il cambiamento climatico non possa influenzare il tasso di crescita di un'economia ma nuovi studi mostrano che ciò potrebbe essere falso. Se il cambiamento climatico impatta non solo sull'output economico di un Paese ma anche sulla sua crescita, allora **questo ha un effetto permanente che si accumula nel tempo, portando ad un costo sociale della CO₂ molto più alto**".

Si noti comunque che questo nuovo valore di 220 \$/t CO₂ rappresenta la prima indicazione di un nuovo approccio di ricerca, sicuramente da sviluppare e da migliorare, tenendo però presente che il già citato valore contabilizzato negli USA (pari a 37 \$/tonnellata CO₂) si costituisce comunque come valore di riferimento da non sottovalutare o trascurare, dal momento che è stato quantificato sulla base delle indicazioni di innumerevoli studi basati su modelli di simulazione matematica.

Utilizzando comunque il valore di **37 \$/tonnellata CO₂** che corrispondono a circa **33 €/ tonnellata CO₂**, stimiamo il valore delle immissioni in ambiente di CO₂ evitate per kWh prodotto pari a;

$$0,033 \text{ €/kg} \times 0,483 \text{ kg/kWh} = 0,0159 \text{ €/kWh.}$$

3.2.7 Costo di produzione dell'energia

Ai costi sopra stimati va aggiunto il costo di produzione dell'energia elettrica per l'impianto in studio.

In generale, i costi della generazione di elettricità dal vento dipendono da vari fattori, in particolare dall'intensità del vento nel sito di intervento, dal costo di realizzazione dell'impianto, dalla vicinanza del punto di consegna che determina un risparmio sulla realizzazione delle opere di rete per il trasporto dell'energia prodotta.



L'area sulla quale insiste il parco eolico in oggetto si trova in condizioni anemologiche ottimali e il punto di consegna si trova a breve distanza dall'area di progetto e per quanto riguarda il percorso del cavidotto esterno (che collega l'impianto eolico al punto di consegna), esso può utilizzare la viabilità in parte esistente.

È opportuno precisare che una tradizionale centrale alimentata con combustibili fossili rispetto ad una centrale a fonte rinnovabile è caratterizzata dall'assenza di consumo di "combustibile", in quanto il vento è una risorsa gratuita ed inesauribile.

Da quando l'industria eolica ha avuto inizio, circa 20 anni fa, il costo dell'energia eolica è in continua diminuzione, grazie alle economie di scala legate all'ottimizzazione dei processi produttivi e soprattutto alle innovazioni tecnologiche degli aerogeneratori.

I dati sui costi livellati dell'elettricità (LCOE) delle principali tecnologie elettriche, contenuti nell'ultimo rapporto di Bloomberg New Energy Finance (BNEF) del 2018 rivela come gas e carbone stiano vivendo una "sfida senza precedenti" in tutti e tre i ruoli che svolgono nel mix energetico:

- la produzione all'ingrosso;
- la dispacciabilità o programmabilità, ossia la capacità di rispondere alle richieste della rete per far salire o scendere la generazione elettricità durante la giornata;
- la flessibilità, ossia la capacità di accendersi e spegnersi in risposta a carenze o surplus di energia elettrica in rete durante periodi di ore.

I principali competitor delle suddette fonti fossili sono rappresentati dagli impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica e solare (fotovoltaico). I primi grazie al calo dei costi di capitale, al miglioramento dell'efficienza e alla diffusione delle aste competitive, possono direttamente competere con la produzione all'ingrosso, iniziando a intervenire anche sul mercato del dispacciamento. L'energy storage invece rappresenta un'importante risorsa a servizi in grado di garantire la flessibilità di rete.

Nel suo studio BNEF calcola l'LCOE per ciascuna tecnologia, tenendo conto di tutte le variabili: dai costi delle attrezzature, di costruzione e di finanziamento alle spese di funzionamento e manutenzione fino alle ore medie lavoro degli impianti. Ha scoperto così che nei primi mesi del 2019, il benchmark LCOE per l'energia eolica onshore è arrivato a livello globale attestandosi a 52,3 €/MWh, dato in calo rispetto ai primi sei mesi dell'anno precedente.

Come indicato dai dati rilevati da Althesis nell'ultimo IREX Report 2020 il costo medio dell'energia elettrica prodotta da fonte eolica in Europa nel 2019, inteso come Levelized Cost of Electricity (LCOE), è stato di 42,3 euro a MWh, tra i 35,7 €/MWh svedesi e i 56 italiani.

Per il progetto "Mattesuija" si ipotizza un prezzo dell'energia pari a 56 €/MWh. Tale importo è una previsione da confrontare con l'effettivo stato del mercato elettrico e della pubblicazione del sistema di aste competitive indette dal GSE nei prossimi anni (considerando la possibilità di poter partecipare alle aste competitive indette dal GSE nei prossimi anni di cui comunque ad oggi non sono note le caratteristiche né in termini di prezzo base che di tipologia di contratto ottenibile e di criteri di partecipazione, ma ipotizzando possano essere in continuità

con quelle emesse ed in fase di esaurimento). Tale importo, inoltre, è un'assunzione desunta dallo stato attuale che dipende dalla normativa vigente che potrebbe variare anche nel breve periodo.

3.2.8 Valutazione Costi - benefici

In base alle valorizzazioni dei costi esterni sopra riportate dalla seguente tabella e possibile quantificare che i benefici economici dalla produzione di energia elettrica per il Parco Eolico di progetto sono superiori ai costi esterni prodotti.

VOCI COSTO-BENEFICI	TIPOLOGIA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Prezzo vendita energia	BENEFICIO	+0,056	€/kWh
Costo esterno impatto acustico	COSTO	-0,0000184	€/kWh
Costo esterno impatto visivo	COSTO	- 0,00260	€/kWh
Costo esterno impatto vegetazione	COSTO	-0,000151	€/kWh
Costo esterno produzione agricola	COSTO	-0,0000274	€/kWh
Costo esterno impatto avifauna	COSTO	-0, 00000754	€/kWh
Emissione CO2 evitate	BENEFICIO	+ 0,0159	€/kWh
SALDO TOTALE		+ 0,0719	€/kWh



4. CONCLUSIONI

Il presente documento ha esposto le considerazioni in merito ai costi ed ai benefici connessi alla realizzazione di un parco eolico denominato "Mattesuija" con potenza pari a 48.0 MW - che la " EDPR Sardegna srl " intende realizzare nel Comune di Nulvi provincia di Sassari.

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto composto da 8 aerogeneratori tripala con potenza nominale da 6 MW ciascuno, per una potenza installata di 48.0 MW, altezza al mozzo 102,5 m e diametro rotore 155 m.

Il parco eolico sarà costituito dagli aerogeneratori, dalle nuove piste di accesso alle piazzole degli stessi e dalle opere per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) dell'energia elettrica. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà veicolata tramite cavo interrato ricadente nei Comuni di Nulvi e Tergu (SS). La stazione di trasformazione MT/AT sarà localizzata nel Comune di Tergu(SS) nelle vicinanze della nuova stazione in AT della RTN presso cui avverrà la consegna dell'energia.

Per quanto al contesto socio-politico-economico di riferimento si è mostrato come l'intervento in oggetto sia compatibile con l'obiettivo del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015 della Strategia Energetica Nazionale italiana.

Sono stati individuati i principali costi connessi all'opera. Per quanto alla realizzazione del parco eolico in oggetto, essa è in capo all'azienda proponente, la quale sosterrà totalmente il costo della stessa senza alcun impatto sul bilancio statale e sulla comunità.

Per quanto ai costi delle esternalità ambientali, si è dimostrato come quelli connessi alla realizzazione dei componenti degli aerogeneratori siano ampiamente inferiori a quelli evitati connessi alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Per gli ulteriori costi delle esternalità ambientali, il bilancio per componente - come da studio di impatto ambientale redatto per il parco eolico in oggetto - è risultato nullo o positivo.

Sono stati individuati i principali benefici connessi all'opera.

La realizzazione del progetto della Parco Eolico comporta una richiesta di manodopera essenzialmente ricollegabile all'attività di costruzione della Parco Eolico: le attività dureranno 10-12 mesi circa e il personale presente in sito varierà da alcune unità nelle prime fasi costruttive (primi mesi) ad un massimo di circa 30 unità nel periodo di punta; attività di esercizio: sono previsti complessivamente circa 7 tecnici impiegati per attività legate al processo produttivo e tecnologico e come manodopera coinvolta nell'indotto. Sia in fase di realizzazione sia durante la fase di esercizio, incluse le necessarie attività di manutenzione, a parità di costi e qualità, si privilegeranno le imprese locali che intendessero concorrere agli appalti che saranno indetti dalla Proponente. Per quanto riguarda la fase di cantiere si segnala che, considerando che per le attività di realizzazione è stimato un impegno di circa 65.000 ore/uomo, si prevede un significativo ricorso alla manodopera locale.

Si sono stimati i principali indicatori economici connessi alla realizzazione parco eolico " Mattesuija" sulla base dell'energia netta producibile dagli 8 aerogeneratori - stimabile in circa 105,78 GWh/anno per un numero di ore equivalenti di 2204 h.