



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI

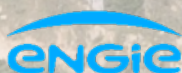
REGIONE SARDEGNA PROVINCIA DI SASSARI

PARCO EOLICO MISTRAL (35 MW) NEI COMUNI DI LUOGOSANTO, TEMPIO PAUSANIA E AGLIENTU

DATA	REVISIONE
Dicembre 2023	Valutazione di Impatto Ambientale

CONSULENTE:
Ph.D. Vincenzo Satta
Dottore Agronomo e
Ingegnere Ambientale
Via Baronìa 15
09121 Cagliari (CA)
e-mail: studio@satta.it
www.satta.it

SOCIETA' PROPONENTE:
ENGIE MISTRAL S.r.l
Via Chiese 72
20126 Milano (MI)
C.F e P.IVA 13054420966
REA MI-2700957



ELABORATO

01W.R.27

Relazione Analisi costi-benefici

Indice

L'ANALISI COSTI - BENEFICI: ASPETTI TEORICI E METODOLOGICI	2
Premessa generale	2
Introduzione alla valutazione degli effetti esterni ed il concetto di esternalità nel settore energetico	4
<i>Monetizzazione delle esternalità: disponibilità a pagare e disponibilità ad accettare una compensazione</i>	7
Il valore economico totale	8
Tecniche di valutazione	9
1.6 Il metodo del valore attuale netto	12
IL CASO DI STUDIO.....	14
<i>Premessa</i>	14
<i>Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica ed effetti dei cambiamenti climatici a livello globale</i>	15
<i>Premessa</i>	15
2.1 Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica ed effetti dei cambiamenti climatici a livello globale	16
2.2 Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica ed effetti dei cambiamenti climatici a livello globale.....	17
1.1 <i>Le esternalità della produzione energetica</i>	19
1.2 <i>Paesaggio</i>	25
Rumore	26
<i>Vegetazione</i>	29
1.3 <i>Fauna</i>	29
Uso ed occupazione di suolo.....	42
Campi elettromagnetici	44
<i>Componente socio-economica</i>	44
<i>Fase gestionale</i>	46
QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI	49

L'ANALISI COSTI - BENEFICI: ASPETTI TEORICI E METODOLOGICI

Premessa generale

In termini generali, nella valutazione di un progetto o, più in generale, di una politica d'azione nasce di frequente l'esigenza di effettuare analisi e verifiche che vanno aldilà del semplice controllo del flusso monetario connesso all'investimento. A tale scopo, in particolare, le attuali norme sulle opere pubbliche prevedono obbligatoriamente il ricorso all'analisi costi-benefici come strumento di valutazione, attribuendogli un ruolo di crescente importanza.

Una delle caratteristiche peculiari dell'analisi costi-benefici è la separazione fra analisi finanziaria ed analisi economica che, pur avendo entrambe l'obiettivo della determinazione del flusso attualizzato dei benefici e costi relativi ad un dato investimento, così da rilevarne gli eventuali vantaggi, muovono da differenti punti di vista, quello del singolo per la prima e quello della collettività per la seconda. A tale proposito, si fa rilevare che l'investimento pubblico, a differenza di quello privato, avente come obiettivo prioritario la redditività dei capitali impiegati, non viene intrapreso al solo scopo di acquisire entrate monetarie a vantaggio dell'amministrazione interessata, ma soprattutto per assicurare un incremento di reddito (o benessere) a favore della collettività. A livello di semplice analisi finanziaria si ha a che fare con flussi di costi ed entrate, espressi in unità monetarie; tale analisi tende a stabilire soltanto se un progetto è fattibile in senso assoluto, perché darà un profitto. Naturalmente, affinché un progetto sia realizzabile, occorre comunque che i costi siano inferiori al budget stanziato per il finanziamento. Tale circostanza, se può talvolta essere sufficiente per l'analisi di progetti finanziati da soggetti privati, il cui scopo principale è la massimizzazione del profitto, non lo è per le opere finanziate dagli enti pubblici.

La teoria alla base dell'Analisi economica costi-benefici (ACB) è stata sviluppata principalmente nel corso degli ultimi 50 anni e si fonda sul concetto di "preferenza sociale". Le "preferenze sociali", a favore o contro qualcosa, sono legate da regole rigorose e assiomi ai concetti di "utilità" o "Benessere". Le preferenze si manifestano nel "mercato" attraverso decisioni espresse in termini di volontà di "spendere" o "non spendere" per un determinato obiettivo. Quindi "disponibilità a pagare" diventa il mezzo principale di misura le preferenze e il denaro diventa lo strumento di misurazione che permette l'aggregazione di preferenze.

Sebbene l'analisi costi-benefici abbia origine dalla necessità dell'operatore pubblico di dotarsi di uno strumento di calcolo per orientare le proprie scelte di intervento, poiché la stessa basa il proprio giudizio di opportunità anche su criteri sociali, l'ACB è in fase di crescente applicazione nei processi

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

decisionali riguardanti la valutazione degli impatti ambientali afferenti iniziative progettuali in campo pubblico e/o privato.

Al fine di contribuire al processo decisionale concernente il proposto progetto del parco eolico denominato "MIstral" nei Comuni di Tempio Pausania, Luogosanto e Aglientu

quanto segue si propone, pertanto, di introdurre nella valutazione ambientale gli interessi degli interlocutori sociali, attraverso la stima di quelle che sono le principali esternalità positive e negative associate all'iniziativa, come più oltre definite e individuate.

In assenza di metodologie consolidate per la valutazione delle "esternalità" ambientali connesse agli impianti eolici, da condursi attraverso l'identificazione degli impatti più significativi e la loro quantificazione economica, quanto segue deve essere necessariamente inteso come un contributo analitico-conoscitivo alla valutazione di impatto complessiva e non come una sintesi della valutazione stessa, più diffusamente articolata e sviluppata nei restanti documenti dello Studio di impatto ambientale.

Introduzione alla valutazione degli effetti esterni ed il concetto di esternalità nel settore energetico

L'Analisi costi-benefici è ancora considerato uno strumento controverso, in particolare nell'ambito dell'analisi ambientale. Ogni progetto è, infatti, accompagnato da effetti "collaterali" per i quali non esiste un prezzo di mercato, giacché lo stesso implica tipicamente, oltre a costi e benefici finanziari, effetti non direttamente monetizzabili, definiti comunemente esternalità o effetti indiretti.

Il progressivo incremento dei consumi energetici associato alla crescita delle economie ha comportato, negli ultimi decenni, l'intensificarsi degli impatti ambientali locali e il manifestarsi di cambiamenti dell'ambiente su scala globale.

Intorno a questo tema si è sviluppato un esteso corpo di letteratura che, in parte, poggia sulla precedente riflessione economica in materia di effetti esterni.

Per esternalità s'intende un effetto esercitato dall'azione di un "agente", per es. attraverso la produzione o il consumo di un bene, su un altro "agente". Un caso classico è quello del fumo di sigaretta. L'agente A fuma una sigaretta (azione dalla quale trae piacere), ma la sua azione genera un impatto negativo sull'agente B, che non tollera il fumo. In altri termini, nella funzione di utilità di B compare una variabile (la sigaretta) che è sotto il controllo dell'agente A, il cui valore è deciso dall'agente A, senza tener conto dell'effetto su B, e la cui crescita distrugge l'utilità (o benessere) dell'agente B. In questo caso si parla di esternalità negativa. Ulteriori condizioni affinché si possa parlare di esternalità negativa, evidenziate dalla letteratura, sono: che l'esternalità sia un effetto non intenzionale di un'attività comunque legittima (Mishan, 1971); che l'agente che causa il danno non compensi il danneggiato (Baumol e Oates, 1988).

Per completezza, si precisa che vi sono anche casi di esternalità positive. Per esempio, se si considerano i due soggetti A e B come due vicini di casa, e si assume che A possieda un giardino adiacente alla casa di B e da essa visibile, allora siamo di fronte a un'esternalità positiva: l'utilità di B cresce come effetto della crescita della qualità del giardino di A, una variabile che non è sotto il controllo di B.

Sono possibili inoltre casi di funzioni di utilità che incorporano, senza possibilità di controllo da parte dell'agente, variabili presenti in funzioni di produzione di altri agenti: una persona che vive in prossimità di una centrale elettrica a forte impatto inquinante è danneggiata dalla bassa qualità dell'aria conseguente alle emissioni dell'impianto.

Sebbene questa definizione possa apparire semplice e univoca, e sebbene il concetto di esternalità venga studiato dal tempo di Alfred Marshall, uno dei padri della teoria economica, esso è caratterizzato da notevoli ambiguità.

Tibor Scitovsky, in un famoso articolo sull'argomento (Scitovsky, 1954), lo definisce uno dei concetti più elusivi della teoria economica. In particolare, tale ambiguità concerne la distinzione tra *esternalità tecnologiche* ed *esternalità pecuniarie* (Viner, 1931). I due esempi della sigaretta

e del giardino costituiscono casi di esternalità tecnologiche, ovvero di effetti esterni che si realizzano indipendentemente dai meccanismi di mercato. Al contrario, le esternalità pecuniarie sono una conseguenza del funzionamento del mercato e si realizzano in virtù di variazioni dei prezzi; generalmente, esse si riferiscono a variazioni dei prezzi degli input produttivi utilizzati da un'impresa, conseguenti a una variazione dell'output di un'altra impresa. Per es., un produttore tessile, che insedia una nuova attività produttiva in un'area in cui vi è piena occupazione, causa una crescita del costo del lavoro in quell'area, arrecando un danno economico alle altre imprese presenti nello stesso territorio. Analogamente, l'insediamento di un vasto centro direzionale in un'area può causare la crescita dei prezzi degli immobili presenti in quel territorio, arrecando vantaggi economici ai proprietari di case (esternalità pecuniaria positiva) e svantaggi economici a coloro che intendono comprare o prendere in affitto una casa (esternalità pecuniaria negativa).

Le esternalità pecuniarie sono state al centro di un ampio dibattito nella teoria economica che si è essenzialmente concentrato sull'opportunità di un intervento pubblico finalizzato a controllarle, come pure sul loro funzionamento in un contesto statico oppure dinamico.

Con il diffondersi dell'industrializzazione e il conseguente manifestarsi dei problemi ambientali, le esternalità tecnologiche (in particolare quelle negative) hanno assunto una crescente importanza.

Un particolare tipo di esternalità è quella da congestione da traffico automobilistico, nella quale gli agenti sono nello stesso tempo danneggianti e danneggiati. Nel caso in cui il danno si scarichi direttamente sull'ambiente e solo indirettamente coinvolga l'uomo, si può parlare di esternalità ambientale (per es., acidificazione delle foreste). Essa, in relazione alla scala geografica prescelta, può avere carattere locale (per es., elevate concentrazioni di particolati in una città), regionale (per es., piogge acide) o globale (per es., riscaldamento globale). L'ampiezza della scala è rilevante poiché la sua estensione comporta spesso il crescere dell'incertezza scientifica intorno al fenomeno e della complessità negoziale associata agli accordi internazionali necessari per fronteggiare il problema.

È proprio il manifestarsi delle esternalità ambientali di carattere globale ad aver dato un forte impulso al concetto di sviluppo sostenibile. Secondo la definizione del Rapporto Brundtland (WCED, 1987), *per sviluppo sostenibile s'intende uno sviluppo che soddisfi i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*. Pur nella sua concisione, tale definizione esprime un concetto alquanto complesso; cruciali, in esso, sono le due idee di equità intergenerazionale ed equità intragenerazionale: affinché vi sia sostenibilità, occorre che non solo le generazioni future possano realizzare i propri obiettivi, ma anche che quelle presenti, in particolare quelle appartenenti ai paesi poveri, possano soddisfare i propri bisogni.

Pertanto, la protezione dell'ambiente e lo sviluppo armonico dei paesi poveri costituiscono i due cardini dell'idea di sostenibilità: la riflessione sulla reale possibilità di coesistenza tra questi due obiettivi costituisce un tema di grande interesse. Numerosi autori hanno esplorato il tema della sostenibilità da diversi punti di vista.

Dal punto di vista economico, le esternalità rappresentano una forma di fallimento del mercato, ovvero esistono in quanto non vi è un mercato che, assegnando a esse un prezzo, realizzi

un'allocazione ottimale delle risorse.

L'incorporazione dei costi esterni nel prezzo dei beni costituisce l'oggetto della politica ambientale. Essa può essere realizzata essenzialmente in due modi: attraverso una strategia di comando e controllo, ossia ricorrendo a standard ambientali restrittivi il cui superamento sia sanzionato, oppure, attraverso gli strumenti economici di controllo dell'inquinamento (tasse pigouviane, permessi negoziabili d'inquinamento) che, non punitivi, sfruttano la razionalità degli agenti per portarli nel punto di esternalità ottima. Questa idea è alla base della tassazione energeticoambientale (tasse sulle emissioni, carbon tax, tasse sul contenuto energetico dei combustibili, ecc.).

Tanto l'approccio di comando e controllo quanto gli strumenti economici sono tesi a internalizzare l'esternalità, ovvero a farne ricadere il costo sull'inquinatore, in applicazione del principio "*chi inquina paga*". Pertanto, più in generale, per internalizzazione dell'esternalità s'intende la sua considerazione all'interno del sistema economico, attraverso forme di regolazione o di negoziazione privata tra danneggianti e danneggiati.

Monetizzazione delle esternalità: disponibilità a pagare e disponibilità ad accettare una compensazione

I due concetti con cui, più di frequente, si misura in termini monetari il danno ambientale sono quelli di *Disponibilità a Pagare* (*Willingness to pay* - WTP), per evitare un danno ambientale, e *Disponibilità ad Accettare una Compensazione* (*Willingness to accept* - WTA), per un danno ambientale subito. In termini più rigorosi, si tratta delle misure hicksiane del surplus del consumatore (ossia la differenza tra il prezzo che un consumatore sarebbe disposto a pagare per comprare una determinata quantità di un bene e quello effettivamente pagato), che fanno riferimento ai concetti di variazione compensativa e variazione equivalente. La prima rappresenta la somma di denaro che, sottratta all'agente, previene il verificarsi di un danno ambientale nel futuro (WTP); la seconda, invece, rappresenta l'ammontare di denaro che deve essere dato all'agente per compensarlo della perdita di benessere subita a seguito di un danno ambientale (WTA).

Numerosi studi, sia empirici sia teorici (Bishop e Heberlein, 1979; Hanemann, 1991; Shogren et al., 1994), mostrano come queste due misure non siano equivalenti, essendo la seconda più elevata della prima. David Brookshire e Don Coursey (1987) hanno evidenziato come la differenza tra WTA e WTP possa essere notevole (tra 2,4 e 61 volte), mentre John Horowitz e Kenneth McConnell (2002) hanno rilevato come il rapporto WTA/WTP sia più alto per i beni pubblici rispetto a quelli privati.

All'origine della divergenza tra WTA e WTP vi sono ragioni che appartengono sia alla sfera dell'economia sia a quella della psicologia. Tra le prime, va citato il ruolo dell'effetto reddito e dell'effetto sostituzione, la possibilità di un atteggiamento di protesta verso il pagamento di una somma di denaro per un danno subito (Mitchell e Carson, 1989) e il fatto che la WTP, al contrario della WTA, sia limitata da un vincolo di bilancio. Tra le seconde, si ricordano la teoria della dissonanza cognitiva e la *prospect theory* di Daniel Kahneman e Amos Tversky (1979), che mostrano come gli agenti abbiano, nel dominio dei guadagni, comportamenti diversi rispetto al dominio delle perdite: alla perdita di un bene è annesso un valore maggiore del guadagno derivante dall'acquisto del medesimo bene.

Sul piano operativo, la possibilità di valori di WTA molto elevati, e conseguentemente di compensazioni monetarie per danni ambientali eccessivamente onerose per le imprese, ha indotto studiosi prestigiosi, quali i due Nobel per l'economia Kenneth Arrow e Robert Solow, a suggerire l'utilizzo della WTP nella monetizzazione delle esternalità (NOAA, 1993).

Il valore economico totale

La disponibilità a pagare per proteggere un bene ambientale (per es., un parco naturale) da possibili danni esprime il *Valore Economico Totale* (VET) del bene stesso. Il VET è la somma di tre valori: valore d'uso, valore d'opzione, valore di esistenza. Il primo si riferisce all'uso corrente del bene (per es., raccolta della legna), il secondo a un uso potenziale che potrà esservi nel futuro (per es., visitare il parco tra dieci anni), il terzo alla disponibilità a pagare per la semplice esistenza del bene, indipendentemente da qualsiasi uso, presente e futuro.

La considerazione del valore d'opzione e, ancor più, di quello di esistenza pone numerosi problemi, concettuali e operativi. Sul concetto di valore di opzione, e su quello più sottile di quasi- opzione (il valore dell'informazione resa disponibile dalla preservazione di una risorsa naturale), esiste un'ampia letteratura che si è concentrata tanto sulle condizioni della sua esistenza e sul ruolo dell'incertezza, quanto sulla questione del suo segno, positivo o negativo (Freeman, 1993).

Per quanto concerne il valore di esistenza (Krutilla, 1967), mentre secondo alcuni autori (Pearce e Turner, 1990) esso avrebbe origine in un atteggiamento altruista da parte degli interessati e sarebbe un concetto pregno di significato, secondo altri (Cummings e Harrison, 1995; Weikard, 2002) si tratterebbe invece di un concetto debole sul piano operativo e inutile. Tale opposizione di opinioni ha grande rilevanza a ragione delle implicazioni operative: la contabilizzazione, o meno, del valore di esistenza può alterare in modo significativo la valutazione monetaria di un danno ambientale.

A tale proposito, un caso paradigmatico è quello dell'incidente ambientale di cui fu protagonista la petroliera Exxon Valdez, che nel 1989 riversò sulle coste dell'Alaska circa 257.000 barili di greggio. Nella contabilizzazione del danno ambientale si tenne conto anche del valore di esistenza, scelta che concorse a originare un dibattito, scientifico oltre che legale, tra la compagnia Exxon, lo Stato dell'Alaska e il governo degli Stati Uniti.

In particolare, il concetto di valore di esistenza e la possibilità di una sua misurazione vennero attaccati in uno studio sponsorizzato dalla stessa Exxon (Desvouges et al., 1993), che costituisce un punto di riferimento della letteratura sull'argomento.

Altro nodo critico nella monetizzazione dei danni ambientali è quello concernente l'operazione di sconto, che tende ad assegnare un peso minore ai danni che si verificheranno nel futuro rispetto a quelli che occorrono nel presente. In altri termini, l'estensione della tradizionale operazione di sconto al campo ambientale costituisce un'implicita discriminazione delle generazioni future e, quindi, una negazione del concetto di sviluppo sostenibile. Questi limiti sono stati segnalati, in periodi diversi, da numerosi studiosi che hanno posto in discussione le due fonti dell'operazione di sconto: la preferenza temporale e il costo di opportunità sociale. Circa la prima, che sintetizza la preferenza assegnata dagli agenti al consumo di un bene oggi piuttosto che nel futuro, alcuni autori (Pigou, 1920; Strotz, 1956) hanno messo in evidenza l'irrazionalità dell'impazienza da cui ha origine tale preferenza temporale. Circa la seconda fonte, che riflette la produttività del capitale nel tempo, alcuni studiosi hanno criticato l'assunzione implicita che i rendimenti originati dall'investimento di un certo capitale siano totalmente reinvestiti di periodo in periodo e non consumati (Parfit, 1983).

L'ampiezza della letteratura critica sul tasso sociale di sconto, arricchita da interventi ora molto forti (Cowen e Parfit, 1992), ora più moderati (Markandya e Pearce, 1991), riflette la complessità della

questione e il ruolo centrale dell'operazione di sconto nel contesto del dibattito ambientale.

Tecniche di valutazione

Al di là dei problemi teorici illustrati (valore di opzione, valore di esistenza, tasso di sconto), la monetizzazione dei danni ambientali è caratterizzata da notevoli difficoltà di misurazione. Le tecniche di valutazione disponibili sono essenzialmente tre: i *prezzi edonici*, i *costi di viaggio*, la *valutazione contingente* di cui si è accennato al par. [1.3](#).

Le prime due monetizzano il valore dell'ambiente, per il quale non vi è un mercato di riferimento, facendo ricorso a un mercato surrogato. Nel caso dei prezzi edonici il mercato è quello immobiliare. L'idea su cui si basa questa tecnica è che, a parità di condizioni, il prezzo degli immobili tende a crescere al migliorare della qualità ambientale, e pertanto la riflette. La clausola, a parità di condizioni, è di estrema importanza poiché il valore di mercato degli immobili risente, oltre che della qualità ambientale, di altre classi di variabili: proprietà (caratteristiche e dimensione delle abitazioni); vicinato (caratteristiche del quartiere, disponibilità di servizi); accesso (disponibilità di mezzi di trasporto, qualità dei collegamenti con il centro cittadino). Pertanto, in alcuni casi, come nelle aree metropolitane, può accadere che il prezzo degli immobili sia alto nonostante la bassa qualità ambientale; al contrario, in aree rurali caratterizzate da elevata qualità ambientale esso può essere basso. Ciò accade a ragione dell'influenza che altre variabili, non ambientali, esercitano sul prezzo delle case.

La tecnica dei prezzi edonici, in definitiva, consiste in stime di carattere statistico che cercano di valutare in che misura ciascuna variabile, e quindi anche quelle ambientali, influisca sul prezzo degli immobili. Come oggetto d'indagine si può considerare la serie storica del prezzo degli immobili di un'area, oppure ci si può riferire ai prezzi di più aree nel medesimo anno (*cross section*).

In tal modo, dato un certo parco immobiliare, spiegando in che misura la variazione del suo valore monetario complessivo dipenda dalla qualità dell'ambiente, si perverrà alla monetizzazione del valore d'uso dell'ambiente.

Naturalmente, si tratta di esercizi piuttosto complessi che ereditano tutti i problemi tecnici dell'indagine statistica, tra cui la possibilità di correlazione tra variabili esplicative e/o di omissione di variabili rilevanti. Inoltre, la possibile imperfezione del mercato immobiliare, la bassa mobilità degli agenti e l'imperfetta informazione circa i danni ambientali possono inficiare in modo significativo la monetizzazione della qualità ambientale.

L'affidabilità della tecnica dei prezzi edonici crescerebbe, invece, qualora la variazione del prezzo delle case fosse legata al verificarsi di un preciso evento di carattere ambientale (per es., danni a un litorale in seguito a una perdita di combustibile).

Analogamente a quella dei prezzi edonici è la tecnica dei costi di viaggio che, impiegata soprattutto per la valutazione di luoghi di ricreazione (per es., parchi), utilizza come mercato surrogato le spese sostenute dagli interessati per raggiungere tali luoghi. Tra le difficoltà insite in tale tecnica occorre segnalare: ostacoli statistici (legati sia alla disomogeneità dei dati rilevati, sia alla stima di essi); individuazione delle classi di spese di viaggio da considerare (per es., carburante, pedaggi stradali, deterioramento auto, assicurazione auto); monetizzazione del costo opportunità del

tempo libero speso per la visita al luogo oggetto di valutazione; individuazione dei viaggiatori fittizi per i quali la visita non è l'obiettivo principale.

La terza tecnica, quella della valutazione contingente, si differenzia dalle altre due in quanto non fa ricorso a un mercato surrogato, ma deriva il valore del bene ambientale attraverso un'intervista. Si tratta di una tecnica caratterizzata da una grande flessibilità che consente di valutare numerose classi di beni e di danni ambientali, riuscendo a catturare non solo i valori di uso corrente, ma anche il valore di opzione e quello di esistenza.

Essa è stata anche utilizzata, soprattutto nei paesi in via di industrializzazione, per la valutazione dei beni e delle infrastrutture pubbliche (per es., fognature, servizio raccolta rifiuti, acqua potabile), mentre nei paesi industrializzati è stata impiegata principalmente nella valutazione di beni ambientali e di politiche a favore dell'ambiente.

Nell'ambito di tale procedimento, il questionario viene somministrato in intervista diretta, oppure, più raramente, via posta o telefono. Esso si compone, tradizionalmente, di tre sezioni: una introduttiva, con informazioni e domande sulle attitudini ambientali del rispondente; una centrale, in cui si pone la domanda sulla WTP per un certo bene; una conclusiva, con domande sulle caratteristiche sociodemografiche del rispondente. La domanda sulla WTP può essere posta attraverso: a) domanda aperta; b) *bidding game*, ossia gioco al rialzo o al ribasso, partendo da un valore di WTP proposto dall'intervistatore che l'intervistato può accettare, nel qual caso seguirà un rialzo, o rifiutare, nel qual caso seguirà un ribasso; c) carte, quando il rispondente sceglie tra diversi valori monetari di riferimento indicati su una carta, alcuni dei quali riportano quanto l'intervistato già paga per alcuni servizi pubblici; d) *take it or leave it*, in cui il rispondente deve scegliere se accettare (take) o rifiutare (leave) un prezzo estratto a sorte da un insieme di prezzi precedentemente definiti.

Tra i limiti intrinseci della valutazione contingente vi è, in primo luogo, l'ipotesicità, ossia il fatto che l'intervista non dà luogo a pagamenti reali (Seip e Strand, 1992). In secondo luogo, può esservi un problema informativo dato che l'intervistato in molti casi non ha una conoscenza diretta del bene (per es., nella valutazione di una politica pubblica oppure di una specie minacciata da estinzione).

Più in generale, la tecnica della valutazione contingente è ostacolata da possibili distorsioni delle quali le più importanti sono (Mitchell e Carson, 1989):

- la distorsione strategica, legata ai fenomeni del *freeriding* (dichiarazione di una WTP più bassa di quella vera, nell'aspettativa che altri intervistati paghino per il bene proposto) e dell'*overpledging* (dichiarazione di una WTP più alta di quella vera al fine di influenzare positivamente l'offerta per il bene valutato, nella convinzione che non vi sia una relazione tra quanto dichiarato e l'eventuale futuro pagamento reale);
- la distorsione da punto di partenza, ossia la possibilità che i valori di WTP dichiarati possano essere condizionati dai valori proposti nel *bidding game*;
- la distorsione da veicolo di pagamento, ovvero la probabilità di una risposta di protesta (WTP più bassa di quella vera) associata a uno strumento di pagamento (per es., tassa) che invece dovrebbe essere neutrale;

- la distorsione da vincolo di bilancio, ossia la possibilità che il rispondente esprima la propria WTP facendo riferimento non alle proprie condizioni economiche ma a un vincolo di bilancio ipotetico;
- la distorsione parte/tutto (fenomeno dell'*embedding*), ossia la possibilità di ampie variazioni nella WTP dichiarata a seconda che il bene sia valutato isolatamente oppure come parte di un insieme più ampio di beni;
- la distorsione da simbolicità, ossia la possibilità che il bene specifico oggetto di valutazione sia percepito dal rispondente come un simbolo dell'ambiente in generale, dando luogo a valutazioni eccessivamente elevate.

Ciascuna di queste distorsioni può comportare, rispetto alla WTP, errori sistematici (non validità) e/o errori casuali (non affidabilità). La possibilità di errori invalidanti, congiuntamente al citato episodio della Exxon Valdez, ha posto la valutazione contingente al centro di un ampio dibattito (Hausman, 1993; Bjornstad e Kahn, 1996) dai risvolti fortemente operativi, tanto da indurre la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 1993) degli Stati Uniti a istituire un gruppo di studio (NOAA Panel) incaricato di definire linee guida sulla valutazione contingente.

Tra i suggerimenti del NOAA Panel vanno ricordati:

a) l'intervista diretta, svolta da un intervistatore; b) un pre-test, che precede il *survey* vero e proprio, finalizzato a individuare possibili effetti indotti dall'intervistatore o dall'uso di fotografie; c) l'esecuzione delle interviste in periodi di tempo distanti dall'evento che ha causato il danno, al fine di mitigare l'influenza di reazioni emotive negli intervistati; d) l'opportunità di ricordare al rispondente l'esistenza di beni sostituti; e) la produzione, da parte del governo federale, di *survey* e valori standard di riferimento, in particolare per le perdite di combustibile, che possano essere adottati come riferimento per successivi studi di valutazione contingente.

Nell'ambito della letteratura sulla valutazione dei danni ambientali va ricordato l'approccio dose/risposta che, pur non pervenendo a un'effettiva monetizzazione del danno, ambisce a definire in che misura una certa quantità di inquinante (dose) ha effetto sulla salute umana (risposta), in termini di mortalità e morbilità. Definito tale effetto, la monetizzazione del danno alla salute umana e della morte costituisce un ulteriore, complesso esercizio che, coinvolgendo concetti quali VSL (*Value of Statistical Life*) e YOLL (*Years Of Life Lost*), necessariamente si svolge su un piano nel quale sono implicati anche i valori morali e, più in generale, l'etica.

In tale contesto, ExternE (*Externality from Energy*) certamente rappresenta un punto di riferimento della letteratura sulla valutazione dei danni ambientali originati dall'energia. ExternE è un progetto di ricerca della Commissione Europea (*European Commission* 1995a,b, 1999a,b, 2003) finalizzato a monetizzare le esternalità originate dall'uso dell'energia. Lo studio è caratterizzato da notevole estensione e complessità e, partendo da una metodologia comune, perviene alla monetizzazione delle esternalità dei diversi combustibili a livello di singolo paese europeo. Un possibile sentiero d'impatto degli inquinanti (*impact pathway*) adottato da ExternE è illustrato nella Figura 1.1, che offre un quadro sintetico della valutazione delle esternalità ambientali, mostrando i diversi e numerosi nodi critici del percorso che va dall'emissione inquinante al danno ambientale monetizzato. Ciascun nodo è oggetto di analisi quantitative,

spesso modellistiche, e ciò conferma quanto l'operazione di monetizzazione delle esternalità rappresenti un esercizio complesso, soggetto a notevoli incertezze. I valori che emergono dalla monetizzazione, pertanto, devono necessariamente essere interpretati come un riferimento orientativo.

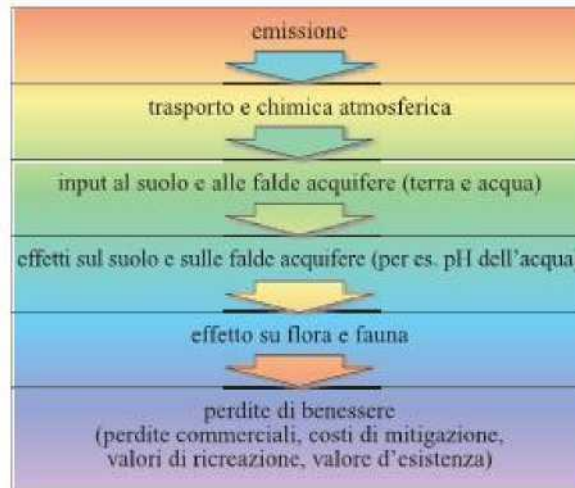


Figura 1.1: Dall'emissione ai costi ambientali (Commissione Europea, 1999)

Un ulteriore metodo di valutazione (metodo indiretto), infine, prevede la valutazione dell'impatto ambientale conseguente alla realizzazione del progetto, ricercando la relazione tra l'entità del fenomeno e quella dei danni conseguenti. In tal senso si può assumere un criterio fatto proprio già dalla Convenzione di Lugano, stabilendo che *"la quantificazione del danno (o dell'impatto ndr.) debba basarsi sui costi delle soluzioni alternative, finalizzate all'introduzione nell'ambiente di risorse equivalenti a quelle distrutte"*.

1.6 Il metodo del valore attuale netto

Il Valore Attuale Netto (VAN) di un progetto è un criterio di investimento che, operativamente, richiede lo sconto al tempo presente, ad un tasso determinato, della somma di tutti i benefici netti futuri (=benefici meno costi) derivanti dal progetto. In pratica, il VAN fornisce la dimensione assoluta dei benefici netti ricavabili dal progetto stesso. Conseguentemente, con il criterio di investimento così formulato si assume che ogni progetto che presenti un VAN positivo risulti economicamente, o finanziariamente, ammissibile.

Una volta noto il flusso di cassa del progetto, ed individuato il saggio di sconto ottimale per lo stesso, il valore attuale netto risulta, sulla base della definizione datane sopra, dalla formula seguente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + s)^t}$$

Il valore attuale netto è individuato come criterio di investimento perché, qualora non esistesse una concreta alternativa progettuale, cioè a dire che se il decisore (pubblico) non debba scegliere fra più progetti che si escludono vicendevolmente, l'opzione in esame s'intende accettata

allorché sussista la condizione per cui il VAN > 0.

Il rispetto di questa condizione per l'accettazione del progetto esaminato risiede nel fatto che un VAN positivo, ossia un progetto caratterizzato da un flusso di benefici che supera il flusso dei costi, identifica un utilizzo delle risorse a disposizione volto ad incrementare il benessere della collettività interessata. Grazie alla contabilizzazione dei costi opportunità, un VAN positivo implica il fatto che l'alternativa progettuale è più conveniente dell'opzione zero; nel caso particolare di un VAN pari a zero, il progetto si trova al limite della convenienza economica.

Il decisore (pubblico) dovrà, peraltro, considerare criteri aggiuntivi per decidere sulla sua realizzazione o meno, poiché il benessere della collettività apparentemente non muta, ma potrebbero esistere benefici aggiuntivi che l'ACB tradizionale non considera.

IL CASO DI STUDIO

Premessa

Quanto segue si propone di pervenire ad una monetizzazione dei principali effetti ambientali, positivi e negativi, attesi a seguito della realizzazione del proposto parco eolico “Mistral”, utili a fini di una sommaria analisi economica costi-benefici del progetto. L’obiettivo della presente analisi è, pertanto, la verifica della sostenibilità economico-ambientale della configurazione impiantistica di n. 5 aerogeneratori.

In coerenza con quanto sviluppato nell’ambito del citato progetto ExternE, 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 tensione¹, 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, distinte in base al contesto di riferimento: globale o locale. Al contesto globale sono riconducibili le principali esternalità evitate dal proposto progetto, associate alla produzione energetica da fonte convenzionale.

Livello globale

- Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica e biodiversità

Livello locale

- Paesaggio
- Rumore
- Vegetazione
- Fauna
- Uso ed occupazione del suolo
- Campi elettrici e magnetici
- Componente socio-economica

¹ CESI Ricerca, Esternalità delle linee elettriche. Metodi di quantificazione per i diversi comparti ambientali, 2008

ATMOSFERA, CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI, SALUTE PUBBLICA ED EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI A LIVELLO GLOBALE

Premessa

L'economia del settore eolico mostra che i costi di investimento, quelli di gestione e manutenzione ordinaria, le imposte, le spese assicurative e qualunque altra voce di costo, unitamente all'utile per il produttore, costituiscono la base per la formazione del prezzo del chilowattora di energia prodotta. In termini generali, sulla base della specifica situazione di mercato e delle eventuali misure incentivanti, la produzione di energia eolica può risultare o meno competitiva con le fonti energetiche tradizionali.

D'altro canto, è considerazione comune che, sebbene l'energia da fonte eolica e le altre energie rinnovabili presentino degli indubbi benefici ambientali al confronto con le altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, proprio tali innegabili benefici non si riflettano pienamente nel prezzo di mercato dell'energia elettrica. In definitiva il prezzo dell'energia sembra non tenere conto in modo appropriato dei costi sociali conseguenti alle diverse tecnologie di produzione energetica.

La valutazione dei cosiddetti costi esterni o esternalità della produzione energetica risponde all'obiettivo di stimare proprio i benefici (o costi) ambientali e sociali conseguenti alla produzione di energia elettrica che non sono tenuti in debita considerazione nella formazione del prezzo del chilowattora. Come espresso in sede introduttiva, tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano comunque pagati da terzi e dalle future generazioni. Per quanto sopra, un'analisi costibenefici del progetto proposto, per quanto sommaria, necessita di operare un'adeguata valutazione economica dei costi esterni indotti dalle possibili alternative strategiche di produzione di energia elettrica (c.d. centrali convenzionali), considerando opportunamente tutte le possibili voci di costo pagate dalla società, siano esse interne o esterne.

Come noto, le esternalità negative principali della produzione energetica si riferiscono, a livello globale, all'emissione di sostanze inquinanti, o climalteranti, in atmosfera, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte eolica.

2.1 Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica ed effetti dei cambiamenti climatici a livello globale

2.1.1 Premessa

L'economia del settore eolico mostra che i costi di investimento, quelli di gestione e manutenzione ordinaria, le imposte, le spese assicurative e qualunque altra voce di costo, unitamente all'utile per il produttore, costituiscono la base per la formazione del prezzo del chilowattora di energia prodotta. In termini generali, sulla base della specifica situazione di mercato e delle eventuali misure incentivanti, la produzione di energia eolica può risultare o meno competitiva con le fonti energetiche tradizionali.

D'altro canto, è considerazione comune che, sebbene l'energia da fonte eolica e le altre energie rinnovabili presentino degli indubbi benefici ambientali al confronto con le altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, proprio tali innegabili benefici non si riflettano pienamente nel prezzo di mercato dell'energia elettrica. In definitiva il prezzo dell'energia sembra non tenere conto in modo appropriato dei costi sociali conseguenti alle diverse tecnologie di produzione energetica.

La valutazione dei cosiddetti costi esterni o esternalità della produzione energetica risponde all'obiettivo di stimare proprio i benefici (o costi) ambientali e sociali conseguenti alla produzione di energia elettrica che non sono tenuti in debita considerazione nella formazione del prezzo del chilowattora. Come espresso in sede introduttiva, tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano comunque pagati da terzi e dalle future generazioni. Per quanto sopra, un'analisi costibenefici del progetto proposto, per quanto sommaria, necessita di operare un'adeguata valutazione economica dei costi esterni indotti dalle possibili alternative strategiche di produzione di energia elettrica (c.d. centrali convenzionali), considerando opportunamente tutte le possibili voci di costo pagate dalla società, siano esse interne o esterne.

Come noto, le esternalità negative principali della produzione energetica si riferiscono, a livello globale, all'emissione di sostanze inquinanti, o climalteranti, in atmosfera, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte eolica.

Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione

2.2 *Atmosfera, consumo di risorse non rinnovabili, salute pubblica ed effetti dei cambiamenti climatici a livello globale*

2.2.1 *Premessa*

L'economia del settore eolico mostra che i costi di investimento, quelli di gestione e manutenzione ordinaria, le imposte, le spese assicurative e qualunque altra voce di costo, unitamente all'utile per il produttore, costituiscono la base per la formazione del prezzo del chilowattora di energia prodotta. In termini generali, sulla base della specifica situazione di mercato e delle eventuali misure incentivanti, la produzione di energia eolica può risultare o meno competitiva con le fonti energetiche tradizionali.

D'altro canto, è considerazione comune che, sebbene l'energia da fonte eolica e le altre energie rinnovabili presentino degli indubbi benefici ambientali al confronto con le altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, proprio tali innegabili benefici non si riflettano pienamente nel prezzo di mercato dell'energia elettrica. In definitiva il prezzo dell'energia sembra non tenere conto in modo appropriato dei costi sociali conseguenti alle diverse tecnologie di produzione energetica.

La valutazione dei cosiddetti costi esterni o esternalità della produzione energetica risponde all'obiettivo di stimare proprio i benefici (o costi) ambientali e sociali conseguenti alla produzione di energia elettrica che non sono tenuti in debita considerazione nella formazione del prezzo del chilowattora. Come espresso in sede introduttiva, tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano comunque pagati da terzi e dalle future generazioni. Per quanto sopra, un'analisi costibenefici del progetto proposto, per quanto sommaria, necessita di operare un'adeguata valutazione economica dei costi esterni indotti dalle possibili alternative strategiche di produzione di energia elettrica (c.d. centrali convenzionali), considerando opportunamente tutte le possibili voci di costo pagate dalla società, siano esse interne o esterne.

Come noto, le esternalità negative principali della produzione energetica si riferiscono, a livello globale, all'emissione di sostanze inquinanti, o climalteranti, in atmosfera, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte eolica.

Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione nel prosieguo sarà illustrato l'attuale stato di conoscenze sulla valutazione dei costi esterni conseguenti alla produzione di energia elettrica in Europa e si procederà a quantificare approssimativamente le più sopra richiamate esternalità a livello globale (negative e positive)

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

che presumibilmente scaturiranno dalla realizzazione dell'intervento in progetto, stimate sulla base di costi unitari medi e della producibilità attesa degli aerogeneratori in progetto.

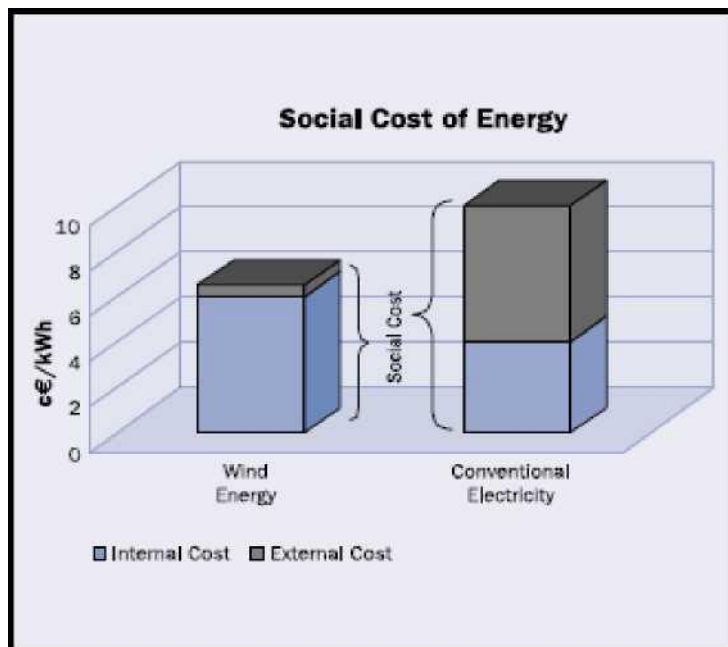


Figura 2.1 – Grafico esemplificativo di comparazione dei costi totali (interni ed esterni) dell'energia da fonte rinnovabile e da fonti convenzionali (Fonte Commissione Europea)

1.1 Le esternalità della produzione energetica

Le attività di produzione energetica possono dar luogo a impatti significativi a carico di numerosi potenziali recettori, quali la salute pubblica, gli ecosistemi naturali e l'ambiente costruito, e tali impatti sono da intendersi come costi esterni dell'energia (Commissione Europea, 1994).

Le principali emissioni associate alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, alle quali deve attribuirsi una quota significativa dei costi esterni, si riferiscono all'anidride carbonica (CO₂), al biossido di zolfo (SO₂), agli ossidi di azoto (NO_x) ed al pulviscolo atmosferico con diametro inferiore a 10 millesimi di millimetro (PM₁₀). Le caratteristiche delle emissioni dipendono, evidentemente, dal tipo di combustibile considerato. Ad oggi non esistono tecniche efficaci a costi sostenibili che consentano la riduzione delle emissioni di CO₂ attraverso sistemi di depurazione fumi; d'altro canto, in un prossimo futuro, l'impiego di ossigeno puro come comburente e la segregazione del gas di combustione potrebbe ridurre il contenuto in carbonio delle emissioni (IPPC, 2002).

Relativamente alla SO₂, la quantità emessa per kWh di elettricità generata dipende dal contenuto di zolfo del combustibile. Peraltro, la presenza di SO₂ nei gas di combustione può essere ridotta attraverso la separazione del biossido di zolfo e la sua successiva conversione in gesso o zolfo elementare. In linea generale il contenuto di zolfo nella lignite è piuttosto alto, l'olio combustibile ed il carbone hanno un contenuto medio di zolfo mentre il gas naturale ne è pressoché privo.

Le emissioni di NO_x, viceversa, non sono necessariamente correlate alla qualità del combustibile. Poiché la formazione del composto consegue dalla naturale presenza di azoto nell'aria di combustione, la sua formazione dipende principalmente dalla temperatura di combustione. Conseguentemente le emissioni di NO_x possono essere ridotte attraverso la regolazione di una temperatura di combustione convenientemente bassa oppure attraverso la denitrificazione del gas esausto (con filtrazione ad umido).

Nel settore della produzione energetica i costi esterni incominciarono ad essere quantificati nell'ambito di studi pionieristici alla fine degli anni '80 e all'inizio degli anni '90. Tali studi furono la base per accrescere l'interesse attorno a tali problematiche e rappresentarono il punto di partenza per l'assunzione delle esternalità come strumento decisionale nell'ambito dello sviluppo delle politiche energetiche. Il principale studio avviato in Europa nell'ottica di procedere alla quantificazione dei costi esterni della produzione energetica è certamente il già richiamato progetto ExternE. Di particolare interesse, inoltre, sono le risultanze del più recente progetto *CASES - Cost Assessment for Sustainable Energy Systems (Valutazione dei costi per sistemi energetici sostenibili)*, 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.

I vari studi si sono proposti di delineare un quadro consistente e completo dei costi totali di produzione dell'energia e di diffondere questa conoscenza tra tutti gli operatori del settore, sia economici che politici.

Una valutazione completa ed omogenea dei costi totali dell'energia, che includa sia i costi privati di produzione che il costo delle esternalità, è infatti di fondamentale importanza per le decisioni politiche nell'ambito sia produttivo che ambientale. Le decisioni di politica energetica riguardano

da un lato l'offerta e dall'altro la domanda di fornitura di energia. Sul lato dell'offerta, la conoscenza del costo totale per ogni fonte di energia permette di scegliere tra possibilità alternative di investimento. Dal lato della domanda, la massimizzazione del benessere sociale dovrebbe portare alla formulazione di politiche energetiche, che indirizzino il comportamento del consumatore in modo da portare alla minimizzazione dei costi sociali ed ambientali imposti alla società nel suo complesso.

Al riguardo, va rilevato che i costi sono dinamici. I costi privati ed i costi esterni variano, infatti, nel tempo, con lo sviluppo delle tecnologie, con l'aumento della conoscenza sull'impatto dell'uso dell'energia sull'ambiente e con il cambiamento delle preferenze individuali per l'ambiente.

Un aspetto importante di qualunque analisi delle esternalità ambientali associate alle fasi di produzione dell'energia elettrica è quello di individuare le attività correlate che possono determinare impatti sull'ambiente. In quest'ottica, gli impatti conseguenti alla produzione energetica non sono unicamente quelli associati al ciclo produttivo ma anche quelli derivanti dall'intera filiera di produzione e distribuzione, come ad esempio l'estrazione del materiale di alimentazione, la sua lavorazione e trasformazione, la costruzione ed installazione delle infrastrutture necessarie, così come la realizzazione ed esercizio dei relativi impianti di smaltimento dei residui di processo. I vari stadi che costituiscono la catena della produzione e distribuzione dell'energia elettrica sono noti come "*fuel cycle*" e ogni tecnologia di produzione (eolica, idroelettrica, a carbone, a gas, ecc.) è caratterizzata da un distinto "*fuel cycle*".

L'approccio della metodologia di valutazione dei costi esterni è generalmente del tipo "*bottom-up*", ossia si concentra inizialmente sui primi livelli del "*fuel cycle*" relativo allo specifico sistema (p.e. sulla produzione di carbone per le centrali termoelettriche), individuando le attività associate alla tecnologia di produzione. In una fase successiva si definiscono con completezza il quadro delle possibili attività generatrici di potenziali impatti, i conseguenti effetti ambientali e la portata degli stessi in termini di magnitudo e distribuzione spaziale prevedibile. In ultimo, la metodologia prevede una quantificazione economica dei costi e dei benefici ambientali indotti da ciascuna attività considerata. I risultati, per i singoli processi, sono generalmente riferiti all'unità funzionale di un chilowattora di energia elettrica netta prodotta ed immessa in rete.

Per le finalità in premessa, i costi esterni della produzione energetica sono stati desunti dai più recenti studi reperiti sull'argomento (Karkour S. et al., 2020).

L'obiettivo perseguito dallo studio citato è stato quello di stimare i più recenti costi esterni della produzione energetica dei paesi del G20 considerando un più ampio spettro di categorie di impatto, alcune delle quali non considerate dai principali studi pubblicati sull'argomento (p.e. il consumo di suolo o l'occupazione di territorio).

Detti studi, infatti, tra cui quello della commissione europea pubblicato nel 2008², hanno focalizzato l'attenzione sui danni conseguenti all'inquinamento atmosferico o al cambiamento climatico in atto, il che può condurre facilmente ad una sottostima dei costi esterni. Le stime di seguito riportate, di contro, assumono categorie di impatto non considerate in precedenza, quali il consumo di risorse (minerali, fossili e acqua) e le trasformazioni di territorio.

² <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en35-external-costs-of-electricity-production-1>

Al fine di pervenire ad una stima più attendibile dei costi esterni della produzione energetica, pertanto, il richiamato studio pubblicato nel 2020 ha fatto riferimento ad un approccio basato sull'impostazione del *Life Cycle Assessment*, avuto riguardo delle seguenti 7 linee di impatto: cambiamento climatico, inquinamento atmosferico, ossidanti fotochimici, consumi idrici, consumo di suolo, consumo di risorse minerali, fossili e combustibili. L'approccio schematico seguito dallo studio è illustrato nella figura seguente.

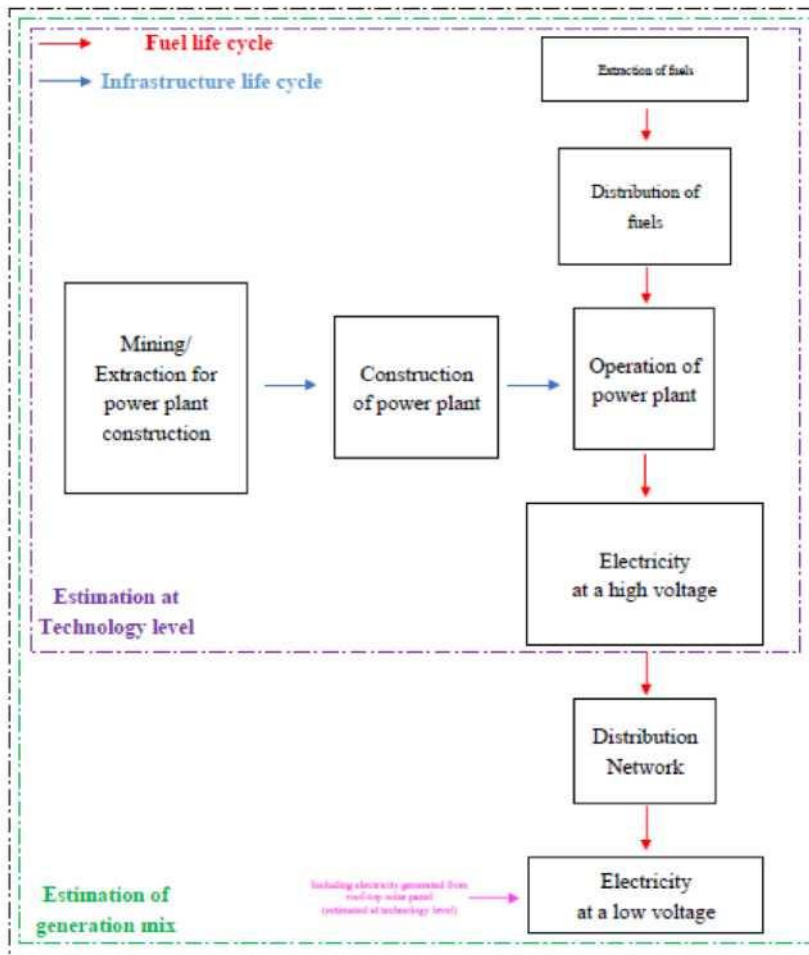


Figure 3. Studied system boundaries.

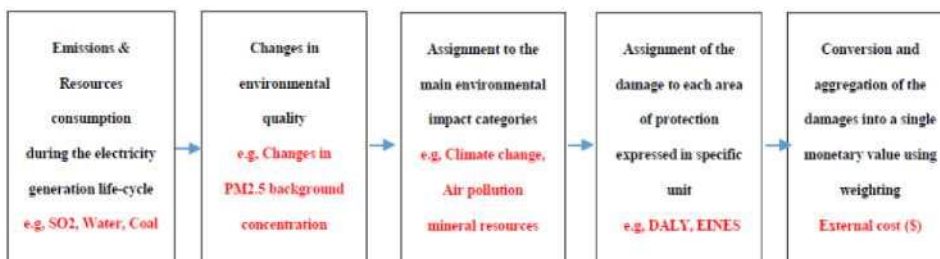


Figura 2.2 – Percorso seguito per la stima dei costi esterni della produzione energetica (Fonte Karkour, et al, 2020)

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

La Figura 2.3 mostra la valutazione dei costi esterni della produzione energetica nei paesi del G20, stimata nell'ambito del recente studio citato.

I costi sterna riferiti alla generazione elettrica delle diverse tecnologie nei paesi del G20 sono riportati in Tabella 2.1. La Tabella 2.2 riporta i *range* di variabilità dei costi esterni per le diverse linee di impatto della produzione energetica, anch'essi riferiti ai paesi del G20.

Tabella 2.1 – Stima dei costi esterni per ogni tecnologia in ognuno dei paesi del G20
(Fonte Karkour, et al, 2020)

	HC	Lignite	NG c/cc	Oil	Wind ON/OFF	GEO	Hydro RR/PS/R	Nuclear BW/PW	Solar OG/Roof
ARG	-	-	-/-	-	-/-	-	-/-/-	7-	-
AUS	0.026	0.026	0.013/0.008	0.096	0.002/-	-	0.000/0.031/-	-/-	0.004/0.003
BRA	0.023	0.047	0.013/0.009	0.081	0.003/-	-	-/-/0.002	-/0.001	-/0.006
CAN	0.034	0.029	0.022/0.014	0.071	0.004/-	-	0.001/0.017/0.002	-/0.004	0.008/0.009
CHN	0.101	-	0.021/0.020	0.146	0.009/0.006	0.009	0.001/0.112/-	-/0.004	0.015/0.014
DEU	0.021	0.027	0.019/0.012	0.083	0.005/0.004	0.005	0.001/0.024/0.004	0.002/0.002	0.011/0.010
FRA	0.037	-	0.017/0.012	0.087	0.003/0.003	0.004	0.001/0.005/0.004	-/0.002	0.009/0.008
GBR	0.064	-	0.017/0.012	0.24	0.004/0.005	0.007	0.001/0.058/-	0.005/0.005	0.014/0.017
IDN	-	0.194	0.020/0.012	0.133	0.002/-	0.006	-/-/0.005	-/-	-/0.010
IND	0.174	0.143	0.021/0.020	0.112	0.006/-	0.009	0.001/0.227/0.068	0.005/0.004	-/0.010
ITA	0.041	0.133	0.019/0.011	0.083	0.005/-	0.005	0.001/0.028/0.006	-/-	0.010/0.009
JPN	0.036	-	0.020/0.013	0.041	0.005/0.005	0.005	0.001/0.038/0.028	0.005/0.005	0.011/0.010
KOR	0.062	0.282	0.020/0.011	0.082	0.004/0.004	-	0.001/0.062/0.042	-/0.007	0.015/0.015
MEX	0.027	0.043	0.022/0.014	0.134	0.003/-	0.004	0.001/-/-	0.003/-	0.009/0.005
RUS	0.033	0.069	0.031/0.008	0.141	0.015/-	0.004	0.000/0.032/0.002	0.001/0.001	-/0.008
SAU	■	-	0.015/0.008	0.046	1 /	-	-/-/-	-/-	-/0.005
TUR	0.048	0.141	0.014/0.009	0.133	0.003/-	0.005	0.001/-/0.009	-/-	-/0.008
USA	0.028	0.055	0.020/0.013	0.138	0.003/-	0.004	0.001/0.029/0.011	0.002/0.002	0.007/0.007
ZAF	0.035	-	-/0.007	0.047	0.006/-	0.004	0.001/0.049/0.013	-/0.002	-/0.009
AVG	0.049	0.099	0.019/0.012	0.105	0.005/0.005	0.005	0.001/0.055/0.015	0.003/0.003	0.011/0.009

I danni derivanti dal cambiamento climatico, associato alle elevate emissioni di gas a effetto serra, nonché gli impatti sulla qualità dell'aria, derivanti dalla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, incidono significativamente sui costi esterni. Tuttavia, in considerazione dell'estensione temporale degli scenari di riferimento e della mancanza di uno scenario univoco sui futuri impatti del cambiamento climatico in sé, vi è una notevole incertezza nelle stime dei danni conseguenti. L'incertezza dei costi esterni del cambiamento climatico riguarda non solo il "reale" valore degli impatti che sono previsti dai modelli, ma anche l'incertezza sugli impatti che non sono ancora stati quantificati e valutati. Inoltre, nessuna delle attuali stime dei costi esterni comprende tutti gli effetti del cambiamento climatico.

Il livello complessivo delle esternalità dipende da una serie di fattori tra cui:

- il mix di combustibili per la generazione di energia elettrica;
- l'efficienza della produzione di energia elettrica;
- l'uso di tecnologie di abbattimento dell'inquinamento;
- l'ubicazione dell'impianto di riferimento rispetto ai centri abitati, terreni agricoli, ecc.

In Italia, il relativo costo esterno è stato stimato in 0.021 \$/kWh (1.9 c€/kWh al cambio attuale), riferito al mix di generazione dell'anno 2014. L'ammontare complessivo dei costi esterni della generazione elettrica a livello nazionale è stato stimato in circa 6 miliardi di euro/anno.

La progressiva diminuzione dei costi esterni registrata in alcuni paesi dell'UE, tra cui l'Italia, è principalmente il risultato della dismissione di impianti obsoleti e inefficienti a carbone e della loro sostituzione con impianti più efficienti a carbone o impianti nuovi a gas, nonché dell'adozione di più efficaci sistemi di abbattimento delle emissioni. In Europa orientale questo processo è stato innescato soprattutto dalla ristrutturazione economica e declino dell'industria pesante (in Germania questo si è verificato nella prima parte del 1990 a causa di riunificazione). Al contrario, nel Regno Unito il fenomeno è stato principalmente spinto da fattori economici, con il gas che è diventato il combustibile principale per i nuovi impianti. Ciò ha portato anche a conseguire elevate efficienze di generazione complessive attraverso l'uso di turbine a gas a ciclo combinato (CCGT). Come espresso in precedenza, trattandosi di una materia piuttosto complessa ed essendo i parametri di riferimento dati medi, stimati sulla base di contesti ambientali sensibilmente differenti tra loro, le valutazioni monetarie non hanno affatto la pretesa di essere attendibili ma hanno il solo obiettivo di rappresentare l'ordine di grandezza dei valori in gioco al fine di fornire elementi comunque utili per il processo di valutazione ambientale del progetto. Corre l'obbligo di ribadire, a questo proposito, i principali limiti intrinseci della metodologia di stima dei costi esterni:

- le stime, per loro intrinseca natura, sono sito-specifiche e sono correlate al grado di sviluppo delle tecnologie di riferimento e, conseguentemente non si prestano a generalizzazioni;
- i valori di riferimento riflettono lo stato dell'arte delle tecnologie di produzione dell'energia elettrica al momento della loro determinazione;
- la stima dei costi esterni di riferimento tiene conto, principalmente, degli impatti derivanti dai cambiamenti climatici, del decadimento della qualità dell'aria, degli effetti sulla salute pubblica, sugli ecosistemi e sulle attività agricole.

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Con tali doverose premesse il prospetto seguente 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 dal citato studio pubblicato nel 2020 e quantificate in 0.50 c€/kWh.

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Costi esterni indotti (€/anno)	Costi esterni evitati (€/anno)
183.792.000	918.960	3.492.048

1.2 Paesaggio

Il paesaggio agricolo è un bene estremamente complesso. La Convenzione Europea del Paesaggio definisce il paesaggio come "*una zona, come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere è il risultato dell'azione e dell'interazione di fattori naturali e / o umani*" (Consiglio d'Europa 2000). Paesaggio agricolo è il risultato visibile delle interazioni tra agricoltura, risorse naturali e ambiente, e comprende valenze socio-economiche, ricreative, culturali e altri valori sociali. In accordo con quanto sostenuto dall'OCSE (2000), il paesaggio può considerarsi composto da tre elementi chiave: 1) la struttura o l'aspetto: comprendente le caratteristiche ambientali (ad esempio flora, la fauna, habitat ed ecosistemi), i tipi di uso del suolo (ad esempio tipi di colture e sistemi di coltivazione), e gli elementi antropici o le caratteristiche culturali (ad esempio siepi, fabbricati agricoli), 2) gli aspetti funzionali: come luoghi in cui vivere, lavorare, visitare il sito, e fornire vari servizi ambientali, 3) il sistema di valori: i costi sostenuti dagli agricoltori per conservare il paesaggio ed i valori sociali del paesaggio agrario, quali le valenze culturali e ricreative. Il valore del paesaggio è determinato da diverse componenti, come ad esempio: *la diversità biologica* (ad esempio, le specie e la diversità genetica degli ecosistemi, agro- biodiversità); *gli aspetti culturali e storici* (es. modalità gestionali del paesaggio naturale, gli edifici, le tradizioni, l'artigianato, la storia, le tradizioni musicali); *l'amenità del paesaggio* (valore estetico); *gli aspetti ricreazionali e di fruibilità* (ad esempio, attività ricreative all'aperto, sci, mountain bike, campeggio) e *gli aspetti di carattere scientifico ed educazionali* (ad esempio l'archeologia, la storia, la geografia, l'ecologia, l'economia e architettura) (Romstad et al, 2000; Vanslebrouck e van Huylbroeck 2005).

Negli ultimi decenni c'è stato un grande sforzo della ricerca finalizzato ad attribuire un valore (o attribuire un prezzo) al paesaggio agrario (ad esempio Drake, 1992; Garrod e Willis, 1995; Hanley e Ruffell, 1993; Pruckner, 1995; Campbell, Hutchinson Scarpa e 2005; Johns et al 2008). Poiché il paesaggio non è un bene di mercato il suo valore monetario non può essere osservato e quindi non è disponibile da fonti statistiche tradizionali. La letteratura, quindi, il più delle volte applica un approccio di valutazione legato alle preferenze dichiarate, utilizzando metodi basati su specifiche indagini per scoprire la disponibilità dei consumatori a pagare (WTP) per la conservazione del paesaggio. La maggior parte di questi studi indicano che la società valuta positivamente paesaggio agrario. Tuttavia, un inconveniente importante di questi studi è che quasi tutti riguardano contesti estremamente specifici. Ci sono pochi studi che si sono prefissi di aggregare i risultati per gli Stati membri o per l'Unione europea nel suo complesso.

Uno tra gli studi principali, a cui si può fare riferimento per una stima monetaria degli impatti paesaggistici introdotti dal progetto proposto, è stato promosso dalla Commissione Europea e raccoglie i risultati di numerosi studi condotti nei paesi dell'Unione nel periodo 1991-2009. Le analisi condotte nell'ambito del citato studio indicano che la WTP nella UE varia dai 134 ai 201 €/ettaro x anno, con un valore medio di 149 €/ettaro x anno nel 2009.

Con specifico riferimento ai paesaggi agrari caratterizzati dalla prevalente presenza di prati, ai quali può assimilarsi astrattamente il territorio di interesse, lo studio valuta, per il territorio italiano, una WTP media di 207 €/ettaro x anno.

Atteso che i potenziali effetti introdotti dai proposti aerogeneratori non sono suscettibili di

innescare effetti irreversibili di alterazione e/o destrutturazione delle caratteristiche funzionali ed ecologiche del paesaggio agrario e che la stessa presenza dell'impianto non altera in maniera apprezzabile le potenzialità d'uso dei terreni (ossia le componenti materiali del paesaggio), ai fini della presente ACB si assumerà l'ipotesi che il costo ambientale conseguente all'impatto del progetto sul paesaggio agrario comporti una "perdita" del valore paesaggistico entro un areale di 1 km dall'impianto, valutata in misura del 50% rispetto all'importo precedentemente. Con tali presupposti, posto che le superfici in cui si è stimata una più marcata interferenza paesaggistica sono risultate pari a circa 7.714.000 m² (7 km² circa), il costo esterno da attribuirsi all'impatto paesaggistico è conseguentemente stimabile in $771.4 \text{ ha} \times 103.5 \text{ €/ha} \times \text{anno} = 79.454,2 \text{ euro/anno}$.

Rumore

Negli ultimi anni l'inquinamento acustico è stato oggetto di studio anche da parte della Comunità Europea; infatti, la Commissione Europea ha riconosciuto l'inadeguatezza delle misure finora adottate per l'abbattimento del rumore e ha inteso riaprire un dibattito sull'argomento. Inoltre, progetti quali ExternE (1998) hanno cercato di produrre metodi, applicabili a livello europeo, per la valutazione economica dei danni, stimando il costo marginale derivante dall'incremento di un'unità del livello acustico. La comunità europea ha avviato due progetti a riguardo: un primo dedicato all'analisi costi benefici per le politiche del rumore (Vainio et al. 2001) ed un secondo dedicato alla verifica dello stato dell'arte in materia di valutazione economica del rumore (Navrud 2002; Vainio e Paque 2002).

Tra tutti i lavori analizzati, i più significativi per completezza e chiarezza nelle metodologie proposte sono risultati due:

- lo studio di Navrud (Navrud s, 2002), che consiste in una *review* degli studi di impatto condotti in America e in Europa, con un'indagine approfondita della bibliografia e della letteratura grigia correlata;
- lo studio ExternE (Bickel P., Friedrich R. 2005), che focalizza la propria attenzione sul rumore generato dalla produzione di energia eolica. Questa, se confrontata con altre fonti di energia, è caratterizzata da un minor impatto acustico; tuttavia, il fatto che vi siano poche esternalità di altro tipo (ad es. assenza di emissioni atmosferiche) e che le strutture siano collocate in aree rurali (con scarsa presenza di forti rumori di fondo - *background noise*), ha fatto sì che l'impatto acustico generato dall'eolico sia stato oggetto di dettagliate analisi. Comunque, la metodologia proposta è applicabile e riferita anche ad altri contesti.

La funzione dose risposta è, nell'approccio metodologico definito da ExternE (European Commission, 1998), una funzione che lega una variazione dello stato dell'ambiente ad un impatto. Tipicamente una data concentrazione di inquinanti e il conseguente numero di ricoveri

ospedalieri o giorni di malattia. Nel caso del rumore quindi la funzione dose risposta dovrebbe legare un dato incremento di livello acustico ad un certo numero di giorni di malattia o di persone "disturbate". Tali tipologie di funzioni dose risposta sono effettivamente presenti in letteratura. Tuttavia, i risultati di tali funzioni sono difficilmente traducibili in un danno economico (Bickel P., Friedrich R. 2005). Le funzioni di monetizzazione più accreditate in letteratura, utilizzano come dati di ingresso direttamente l'incremento di livello acustico, saltando la quantificazione degli effetti.

In analogia con quanto concluso dal CESI Ricerche a valle di un'approfondita disamina delle tecniche di valutazione economica dei danni da rumore generato dalle linee elettriche, l'approccio proposto per le finalità del presente studio si basa sul metodo dei prezzi edonici (*Hedonic Price Method*, HPM). Tale approccio consiste nello stimare la minor rendita del patrimonio immobiliare all'interno del dominio di calcolo per ogni dB(A) di aumento del livello sonoro equivalente L_{eq} .

Importanti indicazioni sul NDSI (*Noise Depreciation Sensitivity Index*, cioè la percentuale di deprezzamento causato da un'unità aggiuntiva del livello di rumore) derivano da una serie di studi condotti a livello internazionale e raccolti in un rapporto di Bateman (Bateman et al. 2000), da cui si ricavano i seguenti valori:

- valore minimo: 0,08%; valore massimo: 2,30%;
- 0,722% media complessiva relativa a tutti i 57 studi citati da Bateman stesso (studi comprendenti città europee, nordamericane, giapponesi e australiane, sia su rumore stradale che aeroportuale; per il rumore stradale vengono utilizzati diversi descrittori del rumore, quali L_{eq} , L_{dn} , L_{10} , ecc.);
- 0,835% media delle sole città europee per il solo rumore stradale (studi basati su diversi parametri descrittori del rumore).
- 0,713% media di tutti i casi con utilizzo di L_{eq} per il solo rumore stradale;
- 0,822% media degli studi europei che utilizzano il parametro L_{eq} .

In definitiva si può assumere un valore di 0,822% di diminuzione del valore immobiliare per dB(A) aggiuntivo del L_{eq} , ottenuto come media degli studi relativi alle città europee per il rumore stradale. Poiché occorre distribuire temporalmente il danno, è opportuno applicare la perdita dello 0,822% alla rendita annua degli immobili e non al loro intero valore. Per il coefficiente di rendita si ha come riferimento la rendita catastale, che è pari a circa l'1% del valore di catasto. Poiché però, com'è noto, il valore catastale è in generale inferiore al valore di mercato, per evitare di sottostimare il danno, è bene riferire l'1% della rendita al valore del mercato reale. Quindi il danno annuo associabile ad un incremento del rumore di ΔL_{eq} risulta pari a:

$$\text{Costo esterno annuo} = 0,01 \times \{\text{valore immobile}\} \times \Delta L_{eq} \times 0,0082$$

in cui ΔL_{eq} si può ricavare dalle risultanze dello Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato RS-1). Con tali assunzioni, il danno annuo per ogni milione di euro di valore degli immobili risulterebbe pari a $1.000.000 \times 1\% \times 0,822\% = 82,2$ euro per ogni decibel in più rispetto ai valori di rumore residuo.

Ai fini della stima delle esternalità associate all'aspetto ambientale rumore, ritenuta indispensabile una semplificazione del problema, anche in rapporto alle finalità del presente

elaborato, sono state formulate le seguenti assunzioni:

- il territorio interessato da una apprezzabile modifica del clima acustico si caratterizza per un livello di rumore residuo nel periodo di riferimento notturno nell'intervallo 25÷31 dB(A), come risultante dai rilievi fonometrici condotti;
- l'estensione dell'area di influenza del proposto impianto eolico, in termini di apprezzabile impatto acustico, si estende al massimo entro 1.000 m di distanza dalle postazioni di macchina, laddove il contributo al livello sonoro attribuibile all'impianto è stimabile in circa 33 dB(A) ed il rumore attribuibile al funzionamento delle turbine non sarà realisticamente distinguibile dal rumore residuo;
- il numero di edifici catastalmente classificati come "abitazioni" entro tale fascia di territorio è quantificabile in 2 unità (si veda planimetria nell'Elaborato PA-Tav.29 - *Carta dei fabbricati censiti e degli edifici sensibili*);
- il valore immobiliare medio nel territorio di Bitti può stimarsi in circa 1.000 €/m² (Fonte <http://www.mercato-immobiliare.info>);
- valutata la tipologia costruttiva dell'edificio di interesse (edificio indipendente a 1 piano), la superficie dello stabile è stimata complessivamente in 150 m².

In base alle risultanze della modellazione acustica previsionale (Elaborato RS-1 - All.1 - *Campo sonoro previsionale generato dall'impianto eolico*) e sulla scorta delle assunzioni più sopra esposte, si stimano costi associati al decadimento del clima acustico piuttosto contenuti per un totale di 270,50 €/anno.

Vegetazione

La tradizionale stima dei danni sui sistemi vegetali, naturali e/o antropici (aree agricole), consiste nel determinare il valore relativo alla perdita di produzione del terreno (laddove la stessa sia ravvisabile) oltre i costi necessari per ripristinare la situazione *ex ante* (costi di ripristino). Questa stima, ampiamente impiegata in passato, è da ritenersi tuttavia riduttiva, in quanto non tiene conto del valore ambientale complessivo attribuibile alla copertura vegetale, in relazione alle sue differenti funzioni, che hanno progressivamente assunto significati e pesi differenti. Si pensi, a titolo di esempio, ai concetti di “paesaggio” o di “habitat”, rispetto ai quali la componente vegetazionale costituisce un importante tassello; o, allo stesso modo, alla funzione protettiva che la stessa vegetazione esercita ai fini della protezione contro l’erosione, nonché al ruolo cruciale legato alla produzione di ossigeno e alla cattura della CO₂. 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. 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 di ripristino in analogia con quanto proposto dal progetto ExternE (Bickel & Rainer, 2004). 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 all’espianto e successivo reimpianto in aree idonee di circa 60 esemplari arborei, i costi di ripristino per delle superfici delle piazzole di macchina, comprese le scarpate, sono quantificabili indicativamente in €10.000,00,.

1.3 Fauna

Premessa metodologica

Il fine di una funzione di monetizzazione è quello di tradurre un impatto potenziale (nel caso in esame “n” uccelli morti per collisione con le pale appartenenti alla i-esima specie), in un danno economico. Questo significa assegnare un valore monetario a ciascuna specie di uccello potenzialmente impattato dai rotori in movimento. Evidentemente non esistono valori di mercato, o per lo meno non per tutte le specie, e quindi occorre necessariamente rifarsi a tecniche di monetizzazione.

Condividendo l’approccio del citato studio del CESI Ricerche sulle esternalità delle linee elettriche, si ritiene che nel caso dell’avifauna il ricorso alla valutazione contingente sia poco indicato. Lo stesso rapporto del NOAA panel (Arrow et al 1993) cita la valutazione contingente della salvaguardia dell’avifauna come uno dei casi in cui si verifica il fenomeno del “warm-glow”. In altri termini la valutazione monetaria della preservazione di un dato numero di uccelli risulterebbe indipendente da tale numero, in quanto gli intervistati tenderebbero in realtà a valutare la soddisfazione legata al “fare qualcosa per l’ambiente” piuttosto che il valore degli

uccelli salvati. Più rispondente all'obiettivo sembrerebbe invece utilizzare il metodo dell'*averting cost*, che muove dalla valutazione delle risorse (economiche ed umane) messe in campo dalle amministrazioni pubbliche ed associazioni non governative (LIPU, WWF, ecc.) per il mantenimento dell'avifauna. Proprio le associazioni non governative, essendo associazioni che si basano su lavoro volontario e donazioni, tramite il loro bilancio consentirebbero di applicare un metodo di preferenza rilevata (cioè basato su comportamenti reali e non dichiarati, come la valutazione contingente).

In tal senso, ancorché le problematiche aperte siano molteplici, il budget della LIPU può senz'altro costituire un indice dell'ordine di grandezza del valore annuo dell'avifauna italiana: in un certo senso risponde alla domanda, "*quanto sareste disposti a pagare per garantire una maggiore protezione dell'avifauna Italiana*", ipotizzando una perfetta conoscenza della LIPU e dei rischi che corre l'avifauna presso la popolazione italiana.

Come più sopra accennato, attribuire un valore economico alle singole specie è estremamente complesso, così come risulta arduo attribuire un valore complessivo all'avifauna italiana. In ogni caso, sia in presenza di un valore complessivo sia di dati puntuali, al fine di assegnare un valore monetario per tutte le specie è fondamentale stabilire una gerarchia. Meglio ancora, attribuire un valore adimensionale alle specie di avifauna Italiane, così come proposto da Brichetti e Gariboldi (Brichetti e Gariboldi, 1997) costituisce un primo passo verso la loro monetizzazione.

Il metodo proposto ha il pregio riuscire a considerare il valore che all'avifauna viene assegnato da diversi tipi di utenti, talvolta in antitesi tra loro (si pensi al naturalista ed al cacciatore). Il valore di ogni uccello (V_{si}) viene definito infatti come somma di tre componenti: il valore intrinseco (V_i), la vulnerabilità (V_{vul}) e il valore antropico (V_a).

$$V_{si} = V_i + V_{vul} + V_a$$

Il peso dei tre parametri varia molto, avendo assegnato un valore molto maggiore ai valori ecologici e di vulnerabilità rispetto a quelli antropici. V_i assume un valore massimo di 2,65 (corrispondente al Grifone) V_{vul} di 0,4 (corrispondente ad esempio all'aquila del Bonelli) e V_a di 0,33 (corrispondente al Falco Pellegrino).

Il Valore intrinseco, a sua volta, risulta essere derivato dalla somma di altri sottoparametri:

- Valore biogeografico (V_b), parametro che assegna il valore più basso alle specie cosmopolite e più alto a quelle endemiche;
- Valore di distribuzione Nazionale (V_d), derivato dal numero di regioni in cui è presente la specie e dal numero di fogli I.G.M. in cui è presente la specie;
- Trend dell'areale (T_a) esprime la tendenza all'espansione (valori bassi) e contrazione (valori elevati) dell'area di diffusione della specie;
- Livello di territorialità (S_t) che esprime il legame con il territorio circostante, per classi da forte ($S_t=1$) a medio ($S_t=0,5$) fino a basso ($S_t=0$);
- Rarità Ecologica (R), esprime la disponibilità sul territorio Italiano di ambienti adatti alla

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

riproduzione;

- Consistenza (C), divisa in classi derivate dal numero di coppie nidificanti presenti in Italia;
- Trend della popolazione (Tp) che attribuisce valori alti alle specie in diminuzione e bassi a quelle in crescita;
- Importanza dell'areale e della popolazione (Ip) che stabilisce l'importanza della popolazione e dell'areale italiano rispetto all'intera popolazione mondiale (parametro soggetto, per ammissione degli stessi autori ad una certa soggettività);
- Livello trofico (Lt) esprime, attraverso 4 classi il livello della specie all'interno della catena trofica

Il Valore di Vulnerabilità invece tiene conto dell'inserimento degli uccelli nelle *red list* di specie minacciate nonché dei livelli di tutela a livello comunitario e nazionale.

Il valore antropico, infine, tiene conto di quattro componenti:

- Il valore ricreativo (Vn) che esprime l'interesse di un pubblico appassionato ma non specialistico. È determinato dalla frequenza di articoli dedicati alla specie apparsi sulle riviste OASIS o AIRONE;
- Il valore scientifico (Vsc) che esprime invece l'interesse della comunità scientifica sempre in base ad articoli, apparsi questa volta su riviste specializzate o in atti di convegni;
- Il Valore di Fruibilità (Vf) somma del Valore venatorio (Vv), derivato dalla frequenza di articoli riguardanti la specie apparsi sulla rivista Diana e dal valore di allevamento dedotto in base alle specie presenti in allevamenti utilizzate per reintroduzioni, ripopolamenti e fini amatoriali;
- Grado di antropofilia (Ga) indica l'adattabilità della specie a vivere e riprodursi in ambienti antropizzati;

Il metodo presenta indubbi vantaggi, ma risalendo l'ultima classifica al 1997 risulta leggermente datato non solo per gli ultimi parametri riguardanti il valore antropico (in cui le apparizioni sulle riviste sono ovviamente da aggiornare a quanto avvenuto nell'ultimo decennio) ma soprattutto per parametri del Valore Intrinseco, in quanto alcune specie non presenti all'epoca sono state ora reintrodotte (si pensi al Gipeto o al Gobbo rugginoso) ed i relativi trend di popolazione ed areale possono essere notevolmente cambiati.

Nonostante ciò, la classifica proposta risulta comunque il lavoro più dettagliato presente ad oggi e rappresenta meglio della singola classe SPEC un valore di mercato delle diverse specie dell'avifauna italiana. Infatti, il tenere conto della sola classe di conservazione, pur più rigoroso da un punto di vista tecnico, non tiene conto né della domanda del pubblico vasto, e quindi del fatto che alcuni uccelli (aquila, cicogna) hanno un richiamo maggiore né delle differenze presenti tra uccelli appartenenti alla stessa SPEC.

Al fine di aggiornare, per quanto possibile, i valori proposti da Bricchetti e Gariboldi, alle specie mancanti è stato assegnato un valore selezionando le specie della stessa SPEC e della stessa famiglia ed assegnando, tra queste, il valore della specie più vicina per numero di coppie nidificanti.

Il metodo Brichetti-Gariboldi tuttavia non è direttamente applicabile al problema della monetizzazione. Infatti, il lavoro aveva un carattere strettamente ornitologico e conservazionistico e non si poneva lo scopo di confrontare le specie tra di loro. In termini pratici il valore della specie più alta (il grifone) è solo 4 volte il valore della specie più bassa, mentre è impensabile che il valore di specie per cui sono in corso programmi di reinserimento o ripopolamento sia così vicino ad uccelli comunemente ed abbondantemente presenti nel territorio che non corrono rischi di estinzione.

A partite dal metodo Brichetti-Gariboldi, ma al fine di arrivare ad un valore delle specie riconducibile ad un valore monetario, il CESI Ricerche ha sviluppato un metodo che viene proposto di seguito. Il metodo tiene conto, in ordine di importanza dei seguenti fattori:

- SPEC, che riassume il livello di rischi estinzione della specie tenendo conto della numerosità della popolazione europea, del trend, dello stato di conservazione e dei rischi che corre la specie (quindi riassume il valore intrinseco e di vulnerabilità del metodo Brichetti-Gariboldi);
- Numero di coppie nidificanti in Italia, che tiene conto della rarità, e quindi in termini economici della non sostituibilità del bene;
- Percentuale della popolazione italiana rispetto al resto d'Europa, che tiene conto della sostituibilità o reintegrabilità degli individui italiani con individui europei.

Al fine di poter determinare una funzione matematica è stata assegnata a ciascuna SPEC un valore numerico (Non-SPEC=1, SPEC3=2, SPEC2=3, SPEC1=4).

Inoltre, anche per la popolazione, cioè per il numero di coppie presenti a vario titolo in Italia è stato considerata non solo il numero stesso di coppie ma anche una divisione in classi associando a ciascuna classe di popolazione un valore numerico.

Poiché il fine è quello di determinare il prezzo di "mercato" per le specie selvatiche si sono considerati alcuni valori economici acquisiti attraverso indagini di mercato. Per quanto riguarda 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".

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.

$$\text{Val}_{\text{eco}} = 27.63481 \times (1.885721^{\text{ASPEC}} \times 5.125194^{\text{ACLASSEPOP}}) / -\log(\text{PERC-EU}) - 29$$

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Nella tabella seguente 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 €
ANATOAIE	Marmaronetta angustirostris	ANATRA MARMORIZZATA	SPEC1	37870	€ 1 046 509
ANATOAIE	Aythya nyroca	MORETTA TABACCATA	SPEC 1	17676	€493 983
PHALACROCORACIDAE	Phalacrocorax pygmaeus	MARANGONE MINORE	SPEC1	1706	€287 551
CICONIIDAE	Ciconia nigra	CICOGLIA NERA	SPEC 2	1976	€137543
FALCONIDAE	Falco tinnunculus	LANARI	SPEC 3	2805	€77498
SCOLOPACIDAE	Numenius aquata	CHIURLO	SPEC 2	2795	€77 224
LARIDAE	Larus audouinii	GABBIANO CORSO	SPEC1	2495	€68 918
RALLIDAE	Crex crex	REDIQUAGLIA	SPEC1	2373	€65 549
THRESKIDRIDAE	Platalea leucorodia	SPATOLA	SPEC 2	2267	€62 614
OTIDIDAE	Tetrao tetrix	GALLINA PRAIAIOLA	SPEC1	2203	€60 «41
SCOLOPACIDAE	Larus limosa	PITTIMA REALE	SPEC 2	2107	€58 185
FALCONIDAE	Falco naumanni	GRILLATO	SPEC1	1973	€54 493
ACCIPITRIDAE	Gypaetus barbatus	GRETO	SPEC 3	1780	€49 168
CICONIIDAE	Ciconia ciconia	CICOGLIA BIANCA	SPEC 2	1287	€35 538
STURNIDAE	Sterna bergii	STERNA DEL RUPPEL	Non-SPEC	1192	€32902
THRESKIORNIIDAE	Pegadis falcinellus	MIGNATTA»	SPEC 3	840	€25 955
CORACIIDAE	Coracias garrulus	GHIANDAIA MARINA	SPEC 2	927	€25 587
ACCIPITRIDAE	Hieraetus (baldani)	AQUILA DEL BONELLI	SPEC 3	886	€ 24 447
ACCIPITRIDAE	Neophron percnopterus	CAPOVACCIAIO	SPEC 3	791	€ 21 «23
ACCIPITRIDAE	Circus cyaneus	AIBANELLA REALE	SPEC 3	685	€ 18 895
ACCIPITRIDAE	Milvus milvus	NIBBIO REALE	SPEC 2	671	€18 520
PHASIANDAE	Aegialitis alpestris	COTURNICE	SPEC 2	659	€18 190
FALCONIDAE	Falco eleonorae	FALCO DELLA REGINA	SPEC 2	626	€ 17 280
FALCONIDAE	Falco tinnunculus	FALCO CUCULO	SPEC 3	592	€16 318
LANIIDAE	Lanius minor	AVERLA CENERINA	SPEC 2	552	€15217
ANATOAIE	Aythya ferina	MORIGLIONE	SPEC 2	444	€13351
LARIDAE	Larus geminus	GABBIANO ROSEO	SPEC 3	392	€10 «08
ARDEIIDAE	Botaurus stellaris	TARABUSO	SPEC 3	380	€ 10480
ANATOAIE	Anas strepera	CANAPIGLIA	SPEC 3	335	€9225
LARIDAE	Sterna bergii	BECCAPESCI	SPEC 2	318	€8 761
SCOLOPACIDAE	Actitis hypoleucos	PETTEGOLA	SPEC 2	303	€8 345
GLAREOLIDAE	Glareola pratincola	PERNICE AL MARE	SPEC 3	251	€6908
LARIDAE	Chlidonias niger	MIGNATTINO	SPEC 3	22»	€6 043
ANATOAIE	Aythya fuligula	MORETTA	SPEC 3	218	€5 988
LARIDAE	Sterna bergii	STERNA ZAMPENERE	SPEC 3	215	€5 916
Scolomcd-ae	Calidris alpina	GAMBECCIO	SPEC 3	200	€5490
ANATOAIE	Anas platyrhynchos	MESTOLONE	SPEC 3	191	€5241

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
EMBERIZNAE	<i>Emberiza melanocephala</i>	ZIGOLO CANNERO	SPEC 2	187	€138
ARDEIDAE	<i>Ardeola rakxidas</i>	SGARZA CIUF PETTO	SPEC 3	184	€5 056
ACCIPITRIDAE	<i>Ocaetus galli cus</i>	BIANCONE	SPEC 3	181	€4 974
Scolopadidae	<i>Limosa lapponica</i>	PITTIMA MINORE	Non-SPEC	179	€ 4 927
PICIDAE	<i>Picooides tridactylus</i>	Piceno TRIMILLO	SPEC 3	173	€4 921
STRIGIDAE	<i>Otus scops</i>	ASSIOLO	SPEC 2	169	€4 645
CHARADRIIDAE	<i>Eudromias momellus</i>	PIVIERE TORTOLINO	Non-SPEC	166	€4 572
STRIGIDAE	<i>Strix uralensis</i>	ALLOCCO DEGLI URALI	Non-SPEC	165	€4 529
PICIDAE	<i>Picus viridis</i>	Piceno CEREE	SPEC 2	161	€4 409
EMBERIZNAE	<i>Milana calandra</i>	STRILLOZZO	SPEC 2	151	€4136
PROCELLARIIDAE	<i>Caloneclris diorreda</i>	BERTA MAGGIORE	SPEC 2	148	€4 055
LARIDAE	<i>Clidonias hybrida</i>	MIGNATTINO PIOMBATO	SPEC 3	145	€3 965
ANATIDAE	<i>Anas querquedula</i>	MARZADLA	SPEC 3	139	€3 801
CAPRIMULGIDAE	<i>Caprimulgus europaeus</i>	SUCCIACAPRE	SPEC 2	135	€3 712
ACCIPITRIDAE	<i>Aquila chrysaetos</i>	AOJLA REALE	SPEC 3	133	€3 642
ANATIDAE	<i>Mergus merganser</i>	SMERGO MAGGIORE	Non-SPEC	132	€3 630
TURDINAE	<i>Oenanthe Hispanica</i>	MONACHELLA	SPEC 2	128	€3 499
ALAUDIDAE	<i>Lullula arborea</i>	TOTTAVILLA	SPEC 2	128	€3 498
STRIGIDAE	<i>Bubo bubo</i>	GUFO REALE	SPEC 3	126	€3 463
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus vanellus</i>	PAVONCELLA	SPEC 2	117	€3 208
SYLVIINAE	<i>Phylloscopus bonelli</i>	LUI BIANCO	SPEC 2	115	€3149
PHASIANIDAE	<i>Al ecfore barbara</i>	PERNICE SARDA	SPEC 3	114	€3126
LARIDAE	<i>C' idonias leucopterus</i>	MBUSTHO ALIB ARREHE	Non-SPEC	113	€3100
RALLIDAE	<i>Porphyrio porphyrio</i>	POLLO SULTANO	SPEC 3	112	€3 066
LARIDAE	<i>Sterna albifrons</i>	FRATICELLO	SPEC 3	111	€3040
TURDINAE	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	CODIROSSO	SPEC 2	110	€3 009
SCOLOPACIDAE	<i>Scolopax rvticola</i>	BECCACCIA	SPEC 3	109	€2 973
EMBERIZNAE	<i>Emberiza hortulana</i>	ORTOLANO	SPEC 2	107	€2 937
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	NITTICORA	SPEC 3	104	€2 840
LANIIDAE	<i>Lanius senator</i>	AVERLA CAPI ROSSA	SPEC 2	104	€2 836
PHASIANIDAE	<i>Alectors rufa</i>	PERNICE ROSSA	SPEC 2	99	€2 709
ANATIDAE	<i>Somateria molissirna</i>	EDRODONE	Non-SPEC	98	€2 667
ARDEIDAE	<i>Ardea purpurea</i>	AIRONE ROSSO	SPEC 3	96	€2 673
SYLVIINAE	<i>Sylvia undata</i>	MAGNANIMA	SPEC 2	84	€2 299
SYLVIINAE	<i>Phytoscopus sixlatrix</i>	LUI VERDE	SPEC 2	84	€2 261
ARDEIDAE	<i>Casmerodus albus</i>	AIRONE BIANCO MAGGIORE	Non-SPEC	82	€2 238
CUCULIDAE	<i>C amator glandarius</i>	Cucino DAI CIUFFO	Non-SPEC	82	€2 238
PARIDAE	<i>Parus cristatus</i>	CIUCIA DAL CIUFFO	SPEC 2	81	€2 200
ARDEIDAE	<i>Ixobrychus minutus</i>	TARABUSINO	SPEC 3	80	€2170
ACCIPITRIDAE	<i>Mivus migrans</i>	NBBIO BRUNO	SPEC 3	78	€2130
BURHIDAE	<i>Burhirus oedincnemus</i>	OCCHONE	SPEC 3	72	€1859
ANATIDAE	<i>Netta rutina</i>	PISTONE TURCO	Non-SPEC	69	€1891
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius alexandrinus</i>	FRATINO	SPEC 3	68	€1 848
PICIDAE	<i>lynxrtorque</i>	TORCICOLLO	SPEC 3	66	€1803
Scolopadidae	<i>Tringa erythropus</i>	TOTANO MORO	SPEC 3	64	€1726
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis cannabina</i>	FANELLO	SPEC 2	62	€1678
ACCIPITRIDAE	<i>Gyps fulvus</i>	GRIFONE	Non-SPEC	60	€1636
RALLIDAE	<i>Poiana parva</i>	SCHIRIBILLA	Non-SPEC	59	€1608

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
PHOENICOPTERIDAE	Phoenicopiterus ruber	FENICOTTERO	SPEC 3	58	e 16€
CORVIDAE	Pyrrhocorax pyrrhocorax	GRACCHO CORALLINO	SPEC 3	57	€1534
TURDINAE	Monocola sottanus	PASSERO SOLITARIO	SPEC 3	57	€1414
LARIDAE	Larus minutus	GABBIANELLO	SPEC 3	52	€1395
SCOLOPACIDAE	Aditis hypoleucos	PIRO ARO piccolo	SPECI	46	€1253
RALLIDAE	Porzana porzana	VOLTOUNO	Non-SPEC	45	€1292
TURDINAE	Monticola saxatilis	CODIROSSONE	SPEC 3	44	€11€
HIRUNDINIOAE	Hirundo daurica	RONDINE ROSSICCIA	Non-SPEC	43	€1160
ANATIDAE	Anas crocea	ALZATOLA	Non-SPEC	41	€1 116
PISIDAE	Picus canus	Piceno CENERINO	SPEC 3	43	€1079
ACCIPITRIDAE	Orcus aeruginosus	FALCO DI PALUDE	Non-SPEC	38	€1013
STRIGIDAE	Apie noctua	CIVETTA	SPEC 3	37	€987
SYLVIWAE	Acrocephalus schoenobaenus	FORAPAGLIE	Non-SPEC	36	€976
ALCEDINIDAE	Alcedo atthis	MARTIN PESCATORE	SPEC 3	36	€961
AHATIDAE	Tadorna tadorna	VOLPOCA	Non-SPEC	38	€893
ANATIDAE	Anser anser	OCA SavAPCA	Non-SPEC	32	€859
PICIDAE	Dendro copos leucotos	PICCHIO DORSO BIANCO	Non-SPEC	32	€849
PROCELLARIIDAE	Pullinus yekouan	BERTA MINORE	Non-SPEC	31	€830
SYLVHNAE	Sylvia hortensis	BIGIA GROSSA	SPEC 3	30	€800
TSTONIDAE	Tytoaba	BARBAGIANNI	SPEC 3	28	€735
UPUPIDAE	Upupa epops	UMM	SPEC 3	27	€706
MOTACILLIOAE	Anthus campestris	CALANDRO	SPEC 3	36	€695
ACCIPITRIDAE	Circus pygargus	ALBANELLA MINORE	Non-SPEC	36	€664
COLUMBIDAE	Munta oenas	COLOMBELLA	Non-SPEC	35	€675
LANBAE	Lanius collurio	AVERLA PICCOLA	SPEC 3	25	€673
ALAUDIDAE	Galenda cristata	CAPPELLACCIA	SPEC 3	25	€670
FALCCNIDAE	Falco peregrinus	PELLEGRINO	Non-SPEC	25	€666
HAEMATOPQDIDAE	Haematopus australis	BECCACCIA DI MARE	Non-SPEC	25	€654
PHA 5 AMICAE	Perdix perdix	STARNA	SPEC 3	25	€652
FALCOJIDAE	Falco bnnunculus	GHEPPIO	SPEC 3	23	€619
EMEER IE1NAE	Emberiza eia	ZISCLO MUCIATTO	SPEC 3	23	€614
PAR DAL	Parus palustris	CINGA BIGA	SPEC 3	23	€602
MERCPIDAE	Merops ap«ster	GRUCCIONE	SPEC 3	22	€591
COLUMBIDAE	St«ptocelia turtur	TORTORA	SPEC 3	22	€591
ANATIDAE	Cygnus olor	CIGNO REALE	Non-SPEC	73	€520
LARIDAE	Lanis melanocephalus	GABBIANO CORALLINO	Non-SPEC	20	€519
TURDINAE	Oenanthe oenanthe	CULBIANCO	SPEC 3	30	€513
PHASIANIDAE	Coturnix coturnix	QUAGLIA	SPEC 3	15	€495
TETRAONIDAE	Tetrao tetnx	FAGIANO DI MONTE	SPEC 3	18	€467
PASSERINE	Montitringila nivalis	FRINGUELLO ALPINO	Non-SPEC	18	€461
PICIDAE	Dendrocopos medius	PICCHO ROSSO MEZZANO	Non-SPEC	18	€459
ALAUDIDAE	Calandrella brachydactylia	CALANDRELLA	SPEC 3	18	€457
SYLVIWAE	Acrocephalus malanopogon	FORAPAGLIE CASTAGNOLO	Non-SPEC	17	€431
HIRUNDINIOAE	DeJchon urbica	BALESTRUCCIO	SPEC 3	16	€423
SITTDAE	Tichodroma muraria	Piceno MURAILOLO	Non-SPEC	15	€395
FALCONIDAE	Falco subbuteo	LOOOLAIO	Non-SPEC	15	€387
HIRUNDINIOAE	Hrundo rustica	RONDINE	SPEC 3	15	€380
PASSERINAE	Passer montanus	PASSERA MATTUGIA	SPEC 3	15	€380

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
ALAUDIDAE	<i>Melanoxyptia calandra</i>	CALANDRA	SPEC 3	15	€374
STRIGIDAE	<i>Glaucidium passerini</i> TM	CIVETTA NANA	Ncn-SPEC	15	€372
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	CAVALIERE OTTALIA	Non-SPEC	11	€370
HIRUNDINIDAE	<i>Riparia riparia</i>	TOPINO	SPEC 3	14	€369
ACCIPITRIDAE	<i>Pernis apivorus</i>	FALCO PECCHIAIOLO	Ncn-SPEC	14	€355
MUSCICAPINAE	<i>Muscicapa stnata</i>	PIGLIAMOSCHE	SPEC 3	13	€333
ARDEIDAE	<i>Egretta garzella</i>	GARZETTA	Ncn-SPEC	13	€322
APODIDAE	<i>Tachymartus mesa</i>	RONDONO MAGGIORE	Ncn-SPEC	12	€312
ACCIPITRIDAE	<i>Accipiter genNis</i>	ASTORE	Ncn-SPEC	12	€310
ALAUDIDAE	<i>Alauda arvensis</i>	ALLODOLA	SPEC 3	12	€306
PASSERINAE	<i>Passer domesticus</i>	PASSERA CLTREMONTANA	SPEC 3	12	€306
CHARADRUDAE	<i>Charadrius dubius</i>	CORRERE PICCOLO	Ncn-SPEC	11	€266
PHALACROCOR ACIDAE	<i>Phalacrocorax carbo</i>	CORMORANO	Ncn-SPEC	11	€263
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	AIRONE GUARDABuot	Ncn-SPEC	11	€262
PRUNELLIDAE	<i>Prunella collaris</i>	SORDONE	Ncn-SPEC	10	€255
STRIGIDAE	<i>Aegolius funereus</i>	CIVETTA CAPOGROSSO	Ncn-SPEC	10	€253
MOTACILLIDAE	<i>Antius spinolaeta</i>	SPIONCELLO	Ncn-SPEC	10	€252
STURNIDAE	<i>Sturnus vulgaris</i>	STORNO	SPEC 3	10	€251
RECURVIROSTRIDAE	<i>Recurvirostra assetta</i>	AVOCCETTA	Ncn-SPEC	10	€249
REMIZIDAE	<i>Remiz pendulinus</i>	PENDOLINO	Ncn-SPEC	10	€248
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax arislote s</i>	MARANGONE DAL CIUFFO	Ncn-SPEC	10	€234
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus rufioollis</i>	TUFFETTO	Ncn-SPEC	9	€227
CORVIDAE	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	NOCCIOLAIA	Ncn-SPEC	9	€209
LARIDAE	<i>Sterna hirundo</i>	STERNA COMUNE	Ncn-SPEC	a	€204
SYLVIINAE	<i>Locustella lusciniotdes</i>	SALCIAIOLA	Ncn-SPEC	&	€200
RALLIDAE	<i>Rallus aquaticus</i>	PORCIGLIONE	Ncn-SPEC	a	€200
SYLVIINAE	<i>Celtia retti</i>	USIGNOLO 01 FUMÉ	Ncn-SPEC	a	€195
PAN URINAE	<i>Panurus tuam* c_{us}</i>	BASETTINO	Ncn-SPEC	a	€190
SYLVIINAE	<i>SyNia sarda</i>	MAGNANIMA SARDA	Ncn-SPEC	a	€183
LARIDAE	<i>Larus ridibundus</i>	GABBIANO COMUNE	Ncn-SPEC	a	€183
CORVIDAE	<i>Corvus corax</i>	CORVO «FERIALE	Ncn-SPEC	a	€181
LARIDAE	<i>Larus cachinnans</i>	GABBANO REALE	Ncn-SPEC	7	€174
ACCIPITRIDAE	<i>Accipiter nisus</i>	SPARVIERE	NcnSPEC	7	€172
HYDROBA'DAE	<i>Hydrobates pelagicus</i>	UCCELLO DELLE TEMPESTE	Ncn-SPEC	7	€168
PODICIPEDIDAE	<i>Podiceps cristatus</i>	SVASSO MAGGIORE	Ncn-SPEC	7	€168
PASSERINAE	<i>Passer hispanlolensis</i>	PASSERA SARDA	Ncn-SPEC	7	€166
PICIDAE	<i>Dryocopus martius</i>	PICCHIO NERO	Non-SPEC	7	€164
TURDINAE	<i>Turdus torquatus</i>	MERLO DAL COLLARE	Ncn-SPEC	7	€161
PICIDAE	<i>Dendroaopos minor</i>	PICCHIO ROSSO MNQRE	Non-SPEC	7	€159
CORVIDAE	<i>Pynhococax graculus</i>	GRACCHIO ALENO	Non-SPEC	7	€159
RALLIDAE	<i>Gallinula chloropcs</i>	GALLINELLA DACQUA	Non-SPEC	6	€150
SYLVIINAE	<i>Sylvia nisoria</i>	BIGA PADOVANA	Ncn-SPEC	6	€150
MUSCICAPINAE	<i>Ficedula albicolhs</i>	BALIA DAL COLLARE	Ncn-SPEC	fi	€150
SYLVIINAE	<i>Acrocephalus aiwdinaeaus</i>	CANNARECCIONE	Ncn-SPEC	6	€146
SYLVIINAE	<i>Clsbcola juncidis</i>	BECCAMOSCHNO	Ncn-SPEC	fi	€145
MOTACILLIDAE	<i>Motacilla cinerea</i>	BALLERINA GIALLA	Non-SPEC	6	€145
APODIDAE	<i>Apus pallidus</i>	RONDONO PALLIDO	Non-SPEC	fi	€133
ARDEIDAE	<i>Ardea cinerea</i>	AIRONE CENERINO	No- SPEC	6	€130

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
TETRAONIDAE	<i>Tetrao urogalus</i>	GALLO CEDRONE	Ncn-SPEC	e	€127
TETRAONIDAE	<i>Lagopus mutus</i>	PERNICE BIANCA	Non-SPEC	6	€124
STRIGIDAE	<i>Strix aluta</i>	ALLOCCO	Non-SPEC	5	€122
CUCULIDAE	<i>Cuculus canonie</i>	CUCULO	Ncn-SPEC	5	€116
EMBERIZINAE	<i>Emberiza arlus</i>	ZIGOLONIRO	Non-SPEC	5	€114
HIRUNDINIDAE	<i>Hiando alpestri;</i>	RONONE MONTANA	Ncn-SPEC	5	€113
SYLVIINAE	<i>Hippolais polyglotta</i>	CANAPINO	Ncn-SPEC	5	€113
CINCLIDAE	<i>Cincius cinclus</i>	MERLO ACQUAILO	Ncn-SPEC	5	€111
STRIGIDAE	<i>Asiootus</i>	GUFO COMUNE	Non-SPEC	5	€109
SYLVIINAE	<i>Sylvia conspicillata</i>	STERPAZZOLA DI SARDEGNA	Ncn-SPEC	5	€109
SYLVIINAE	<i>Sylvia metanocephala</i>	OCCHIOCOTTO	Non-SPEC	5	€102
FRINGILLIDAE	<i>Sennus citrinella</i>	VENTURONE	Ncn-SPEC	5	€98
TURDINAE	<i>Luscinia megarhynchos</i>	USIGNOLO	Non-SPEC	5	€97
FRINGILLIDAE	<i>Loda curvirostra</i>	CRCCERE	Ncn-SPEC	5	€96
STURNIDAE	<i>Sturnus unicolor</i>	STORNO NERO	Ncn-SPEC	4	€95
ORIOIDAE	<i>Oriolus oriolus</i>	RIGOGOLO	Ncn-SPEC	4	€94
TURDINAE	<i>Turdus viscivorus</i>	TORDELA	Non-SPEC	4	€92
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>	PICCONE SELVATICO	Ncn-SPEC	4	€89
EMBERIZINAE	<i>Emberiza ochoenidus</i>	MIGLIARINO DI PALUDE	Non-SPEC	4	€89
CORVIDAE	<i>Corvus monedula</i>	TACCOLA	Ncn-SPEC	4	€87
SYLVIINAE	<i>Acrocephalus sorpaceus</i>	CANNARLA	Ncn-SPEC	4	€87
CERTHIDAE	<i>Certhia familiaris</i>	RAMPICHINO ALPESTRE	Non-SPEC	4	€86
APODIDAE	<i>Apus apus</i>	RONDONE	Non-SPEC	4	€85
PICIDAE	<i>Dendroopos major</i>	PICCHIO ROSSO MAGGIORI:	Ncn-SPEC	4	€77
MOTACILLIDAE	<i>Motacilla flava</i>	CUTRETTOLA	Ncn-SPEC	4	€76
SYLVIINAE	<i>Regulus ignicapilla</i>	FIORRANCIO	Ncn-SPEC	4	€74
COLUMBIDAE	<i>Streptopelia decaocto</i>	TORTORA DAL COLLARE ORIENTAL F	Ncn-SPEC	4	€73
PASSERINAE	<i>Petronia petronis</i>	PASSERA LAGIA	Non-SPEC	4	€71
FRINGILLIDAE	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	CIUFFOLOTTO	Ncn-SPEC	4	€70
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo buteo</i>	POIANA	Ncn-SPEC	4	€70
SYLVIINAE	<i>Sylvia cantillans</i>	STERPAZZOLINA	Non-SPEC	4	€69
SYLVIINAE	<i>Acrocephalus palustris</i>	CANNAIOLA VERDOGNOLA	Non-SPEC	3	€67
P ARIDAE	<i>Panis montanus</i>	CINCIA BIGIA ALPESTRE	Ncn-SPEC	3	€67
RALLIDAE	<i>Fulica atra</i>	Fa AGA	Non-SPEC	3	€65
TURDINAE	<i>Saxicola torquata</i>	SALTIMPALO	Ncn-SPEC	3	€63
AEGITHALIDAE	<i>Aegithalos caudatus</i>	CODIBUGNOLO	Ncn-SPEC	3	€61
TETRAONIDAE	<i>Bonasa bonasia</i>	FRANCOLINO DI MONTE	Non-SPEC	3	€59
FRINGILLIDAE	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	FROSONE	Ncn-SPEC	3	€59
TURDINAE	<i>Saxicola rubetra</i>	STIACCINO	Non-SPEC	3	€59
ANATIDAE	<i>Anas platyrhynchos</i>	GERMANO REALE	Ncn-SPEC	3	€57
TURDINAE	<i>Phoenicurus ochruros</i>	CODIROSSO SPAZZACAMINO	Non-SPEC	3	€55
CORVIDAE	<i>Pica pica</i>	GAZZA	Ncn-SPEC	3	€53
CORVIDAE	<i>Corvus corone</i>	CORNACCHIA	Non-SPEC	3	€53
CORVIDAE	<i>Garrulus glandarius</i>	GHANDAIA	Ncn-SPEC	3	€53
MOTACILLIDAE	<i>Anthus trivialis</i>	PRISPOLONE	Ncn-SPEC	3	€52
FRINGILLIDAE	<i>Serinus aerinus</i>	VERZELLINO	Ncn-SPEC	3	€51
CERTHIDAE	<i>Certhia brachydactyla</i>	RAMPICHINO	Non-SPEC	3	€50
SYLVIINAE	<i>Sylvia barin</i>	BECCAFICO	Ncn-SPEC	3	€48

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

FamName	SciName	NOME COMUNE	SPEC	Valore intrinseco	Valore €
COLUMBIDAE	<i>Columba palumbus</i>	COLOMBACCIO	Non-SPEC	4	€48
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis spinus</i>	LUCRINO	Non-SPEC	1	€45
PHASIANIDAE	<i>Phasianus colchicus</i>	FAGIANO COMUNE	Non-SPEC	3	€43
EMBERIZINAE	<i>Emberiza atrineia</i>	ZI GOLD GIALLO	Non-SPEC	3	€42
TURDINAE	<i>Turdus pilaris</i>	CESENA	Non-SPEC	3	€40
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis chloris</i>	VERDONE	Non-SPEC	2	€39
PARIDAE	<i>Parus ater</i>	CINCIA MORA	Non-SPEC	2	€36
PARIDAE	<i>Parus caeruleus</i>	CINCIARELLA	Non-SPEC	2	€35
SYLVIINAE	<i>Sylvia atricapilla</i>	CAPINERA	Non-SPEC	2	€35
SYLVIINAE	<i>Regulus regulus</i>	REGOLO	Non-SPEC	2	€33
SYLVIINAE	<i>Phylloscopus collybita</i>	LUI PICCOLO	Non-SPEC	2	€33
TURDINAE	<i>Turdus philomelos</i>	TORDO BOTTACCIO	Non-SPEC	2	€30
SITTIDAE	<i>Sitta europaea</i>	PICCHIO MURATORE	Non-SPEC	2	€30
SYLVIINAE	<i>Sylvia communis</i>	STERPAZZOLA	Non-SPEC	2	€29
MOTACILLIDAE	<i>Motacilla alba</i>	BALLERINA BIANCA	Non-SPEC	2	€28
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis carduelis</i>	CARDELLINO	Non-SPEC	2	€27
PRUNELLIDAE	<i>Prunella modularis</i>	PASSERA SCOPAIOLA	Non-SPEC	2	€20
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes troglodytes</i>	SCRICCIOLO	Non-SPEC	?	€19
TURDINAE	<i>Turdus merula</i>	MERLO	Non-SPEC	2	€19
TURDINAE	<i>Erithacus rubecula</i>	PETTIROSSO	Non-SPEC	2	€13
PARIDAE	<i>Parus major</i>	CINCIALLEGRA	Non-SPEC	1	€8
FRINGILLIDAE	<i>Fringilla coelebs</i>	FRINGUELLO	Non-SPEC	1	€1

Stima delle esternalità associate ai potenziali abbattimenti di avifauna

Come noto, i dati disponibili e pubblicati circa la mortalità diretta per collisione dell'avifauna contro i rotori in movimento sono estremamente eterogenei. Ciò in relazione alla notevole variabilità delle metodiche di rilevamento, delle caratteristiche costruttive degli impianti (interdistanze tra le turbine, velocità di rotazione delle pale, altezza dal suolo delle torri, tipologia costruttiva delle torri, ecc.) e delle stesse caratteristiche ecologiche ed ambientali dei siti monitorati. Inoltre, a discapito della diffusione di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica nel mondo, le informazioni pubblicate sul il loro impatto a danno dell'avifauna si basa ancora su un numero relativamente ridotto di parchi eolici. E', in ogni caso, accertato che la mortalità diretta causata dalla collisione con le turbine sia sensibilmente inferiore a quella causata da altre cause antropogeniche (Tabella 2.5) (Crockford, 1992; Colson et al, 1995, Gill et al, 1996, Erickson et al, 2001; Kerlinger, 2001; Percival, 2001; Langston e Pullan, 2002; Kingsley e Whittam, 2007).

Causa di mortalità	Mortalità annuale stimata	Percentuale
Edifici	550 milioni	58,2 %
Linee elettriche	130 milioni	13,7 %
Gatti domestici	100 milioni	10,6 %
Veicoli	80 milioni	8,5 %
Pesticidi	67 milioni	7,1 %
Ripetitori	4,5 milioni	0,5 %
Aerogeneratori eolici	28,5 mila	< 0,01 %
Aviazione	25 mila	< 0,01 %
Altre fonti	non calcolato	non calcolato

Da quanto precede emerge in tutta evidenza come risulti estremamente complesso ricavare un dato sufficientemente realistico dell'impatto da collisione sulla componente avifaunistica.

Nel caso in esame, gli unici dati a disposizione degli scriventi si riferiscono alle risultanze di attività di monitoraggio avifaunistico *post operam* condotte su parchi eolici in esercizio nel territorio della regione Sardegna (vedi tabella seguente)

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

PARCO EOLICO N. 1	
Periodo monitoraggio:	2007 – 2008
Numero collisioni/turbina/anno:	0,115
Esemplari avifauna abbattuta:	2
Specie abbattute prevalenti:	Falco di palude, Passera lagia
Altre specie:	nessuna
Periodo monitoraggio:	2012 – 2013
Numero collisioni/turbina/anno:	0,25
Esemplari avifauna abbattuta:	1 uccello
Specie abbattute prevalenti:	Gheppio
Altre specie:	nessuna
Periodo monitoraggio:	2013 – 2014
Numero collisioni/turbina/anno:	0,20
Esemplari avifauna abbattuta:	1
Specie abbattute prevalenti:	Piccione selvatico
Altre Specie:	nessuna
PARCO EOLICO N. 2	
Periodo monitoraggio:	2019 – 2020
Numero collisioni/turbina/anno:	3,31
Esemplari avifauna abbattuta:	21
Specie abbattute prevalenti:	gabbiano reale
Altre Specie:	falco di palude, rondone, falco pellegrino
PARCO EOLICO N. 3	
Periodo monitoraggio:	2013 – 2018
Numero collisioni/turbina/anno: (medio)	0,61
Esemplari avifauna abbattuta (media annua):	1
Specie abbattute prevalenti:	gabbiano reale
Altre Specie:	nessuna
PARCO EOLICO N. 4	
Periodo monitoraggio:	2013 – 2015
Numero collisioni/turbina/anno: (medio annuo)	1,42
Esemplari avifauna abbattuta: (media annua)	14
Specie abbattute prevalenti:	gabbiano reale, poiana
Altre Specie:	falco di palude, falco pescatore, gheppio, cardellino, fringuello

Sulla base dei riscontri acquisiti, si assumerà il dato medio aritmetico di collisioni che scaturisce dalle suddette attività di monitoraggio, pari a n. 1 collisioni/WTG×anno..

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Con tali assunzioni, pertanto, sulla base della configurazione di progetto proposta (n. 11 WTG di nuova installazione) si può ipotizzare un numero complessivo di abbattimenti pari a n. 11 esemplari/anno.

Sulla base dei riscontri fino ad oggi acquisiti (si veda la Tabella 2.6) si assume che gli esemplari prevalentemente coinvolti possano riferirsi prevalentemente alla specie dei rapaci.

Nello specifico si ipotizza che gli abbattimenti annui interessino i seguenti esemplari:

- n. 4 falco di palude (*Circus aeruginosus*)
- n. 3 gheppio (*Falco tinnunculus*)
- n. 2 Piccione selvatico (*Columba livia*)
- n. 2 Poiana

In base ai costi stimati di reintroduzione di tali specie in natura (Tabella 2.4), il valore economico degli abbattimenti ipotizzati è così stimato:

N. esemplari abbattuti stimati / anno	Specie	Valore economico (€/anno)
3	Falco di palude (<i>Circus aeruginosus</i>)	4.615,23
3	Gheppio (<i>Falco tinnunculus</i>)	2.115,12
2	Piccione selvatico (<i>Columba livia</i>)	202,74
2	Passera lagia (<i>Petronia petronia</i>)	159,46
	TOTALE	7.092,55

Uso ed occupazione di suolo

Premessa

Gli impianti eolici e le relative infrastrutture, civili ed elettriche, possono potenzialmente interferire, in vario modo, 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, localmente risultare incompatibili o scarsamente compatibili con la presenza di civili abitazioni nelle immediate vicinanze delle installazioni, in particolare per problemi associati all'emissione di rumore.

D'altro canto, la presenza degli aerogeneratori è assolutamente compatibile con l'esercizio delle normali pratiche agricole e zootecniche.

Un ulteriore effetto potenziale, riscontrato anche per linee elettriche AT (CESI, 2008), può riferirsi alla modifica del valore delle abitazioni, mentre non si hanno segnalazioni analoghe riguardo alle industrie o al commercio.

Sottrazione temporanea e permanente di suolo

La perdita economica connessa alla sottrazione di suolo per l'installazione degli aerogeneratori e delle opere connesse può essere stimata facendo riferimento al valore agricolo del terreno per il tipo di colture o uso praticato.

Nella stima del danno connesso alla sottrazione di suolo è opportuno, in ogni caso, distinguere tra l'ottica privata e quella pubblica. Mentre il danno subito dal proprietario corrisponde esattamente al valore di mercato del terreno sottratto, cioè alla somma che dovrebbe spendere per reintegrare la parte sottratta all'azienda, il danno sociale è notevolmente inferiore poiché 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 corrispondono al beneficio fondiario, cioè al reddito del proprietario fondiario. Al riguardo può assumersi come riferimento il Reddito Lordo Standard (RLS), che rappresenta il criterio economico alla base della classificazione delle aziende agricole europee, conosciuta come Tipologia comunitaria delle aziende agricole. Il RLS viene calcolato a livello regionale sulla base di dati empirici per ogni attività produttiva agricola finalizzata all'allevamento di bestiame o all'utilizzo agricolo del terreno.

Nel caso specifico, considerato il prevalente utilizzo dei terreni per finalità zootecniche, ai fini dell'attribuzione del costo di mercato dei terreni si è optato di far riferimento al valore economico dei seminativi arborati, come desumibile dai dati pubblicati dall'Agenzia del territorio in relazione ai Valori Agricoli Medi della Regione. Tale valore, valutato al 2011 in circa 4.399,00 €/ettaro, può stimarsi in € 5.000,00 €/ettaro, rivalutato al 2020.

Il totale delle superfici impegnate in modo permanente dalla realizzazione dell'opera è desumibile dall'esame della Relazione tecnico-descrittiva del progetto opere civili e scaturisce dalla somma

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

delle superfici totali occupate dalle piazzole definitive di macchina e dalle superfici occupate dalla viabilità di accesso alle postazioni eoliche.

I costi attribuibili alle superfici di terreno agricolo sottratte in modo permanente sono esplicitate e valutate in dettaglio all'interno dell'Elaborato PA-R.12 (*Piano particellare di esproprio - Elenco ditte e superfici occupate*) e di seguito riassunte arrotondandole per eccesso:

Indennizzi per espropri e asservimenti = 203.000,00 €

Relativamente alle superfici occupate in modo temporaneo dalle aree di lavorazione, i costi per il mancato reddito agricolo sono così stimati per una durata indicativa di 2 anni:

Indennizzi per occupazioni temporanee = 2.400,00 €/anno x 2 = 4.800,00 €.

Limitazioni all'edificabilità

La realizzazione del progetto introduce, potenzialmente, delle limitazioni all'edificabilità nell'immediato intorno dell'impianto. Ciò nella misura in cui l'eventuale costruzione di fabbricati agricoli, eventualmente a fini residenziali, nelle più immediate pertinenze delle nuove installazioni eoliche potrebbe risultare poco appetibile, in prevalenza per aspetti legati alla rumorosità delle turbine.

Muovendo dalla considerazione 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, si ritiene che la potenziale area in cui sussistano limitazioni delle opportunità di edificazione possa essere ricondotta 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 703 ettari.

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 con categoria catastale "A" (abitazioni), è di appena 0.0012 edifici per ettaro (sono stati individuati 2 fabbricati di tale categoria in circa 1671 ettari corrispondente ad un'areale compreso entro 1000 metri dagli aerogeneratori), è ragionevolmente ipotizzabile che un ipotetico sviluppo edificatorio delle aree entro 500 metri dalle postazioni eoliche (~703 ettari) sia quantificabile conservativamente in circa 1 edificio destinato ad abitazione.

Assumendo una superficie media degli immobili di 150 m², un valore immobiliare pari a quello del territorio agricolo (~1.000 €/m², fonte <http://www.mercato-immobiliare.info/>) ed una rendita del 1% sul valore immobiliare, il costo per le limitazioni indotte sulla capacità edificatoria è così quantificabile:

1 ab. × 150 m²/ab. × 1000 €/m² × 0.01 = 1.500,00 €/anno.

Campi elettromagnetici

Nel caso dei campi elettromagnetici uno spunto metodologico per procedere con una valutazione delle esternalità può venire dalla normativa nazionale che prevede la definizione di fasce di rispetto (Distanze di prima approssimazione – DPA) all'interno delle quali non si possono condurre pratiche edilizie continuative o attività che comportino la permanenza di persone per tempi prolungati. Il progetto delle opere elettromeccaniche contiene uno specifico elaborato, concernente lo studio sulla propagazione dei campi elettromagnetici (Elaborato PE-R.4), all'interno del quale è stata determinata l'ampiezza della fascia di rispetto associata alle varie infrastrutture elettriche. Poiché per i cavidotti MT interrati non è prevista alcuna DPA, la monetizzazione si ritiene possa essere sostanzialmente interiorizzata dalle analisi delle esternalità sull'uso e l'occupazione di suolo, esposte nei precedenti paragrafi.

Componente socio-economica

Pagamento di imposte locali

Come chiarito dalla Corte di Cassazione i parchi eolici rappresentano a tutti gli effetti una centrale elettrica e pertanto devono essere accatastati nella categoria D/1 - opifici. Conseguentemente il gestore dell'impianto sarà tenuto al pagamento annuale dell'IMU.

Gli introiti per IMU, stimati, sono indicativamente i seguenti:

- | | |
|---|------------------|
| - per ogni aerogeneratore | €/anno 34.250,00 |
| - per i n. 5 aerogeneratori dell'impianto | €/anno 17. 1250 |

Sviluppo progettuale

Una quota significativa dei costi sostenuti dal proponente per lo sviluppo delle attività tecnico-progettuali autorizzative ed esecutive sarà affidata a professionisti e/o ditte locali. Su un totale dei costi di sviluppo ed ingegneria esecutiva, stimato complessivamente in circa 600.000,00 euro circa sarà svolto direttamente da operatori locali, con conseguenti ricadute positive sul tessuto socioeconomico regionale.

Il beneficio diretto per servizi di ingegneria a livello locale (rilievi, indagini, progettazione DL) è pertanto quantificabile, indicativamente, in 400.000,00 euro, pari a circa 10 anni×uomo di lavori e con un impegno di risorse professionali stimato in circa 7 unità.

2.7.1 *Processo costruttivo*

Realisticamente si stima che possano essere affidate a ditte locali le seguenti opere;

Costruzioni stradali	€	1.041.664,37
Formazione piazzole	€	2.956.849,90
Fondazioni	€	4.532.235,40
Recupero ambientale	€	821.806,52
Realizzazione cavidotti	€	5.116.259,50
TOTALE	€	14.468.815,69

L'ammontare complessivo dei lavori appaltati a ditte locali è stimabile, pertanto, in circa € 14.500.000,00. Ipotizzata una incidenza media della manodopera del 25% sulle lavorazioni (€ 3.617.203,92) ed una durata dei lavori di circa 18 mesi, può stimarsi un numero complessivo di addetti coinvolti in fase di cantiere pari a circa 85 unità.

Fase gestionale

Impiego di personale

Nell'ambito della fase gestionale, per le ordinarie attività di esercizio dei nuovi aerogeneratori, la si prevede l'assunzione di n. 2 unità lavorative di personale residente, per un costo valutato in 40.000,00 €/anno.

Manutenzione ordinaria e straordinaria aerogeneratori

Valutata la prospettiva di instaurare un contratto di O&M con il costruttore per ogni aerogeneratore ed assumendo un costo medio di €/anno×WTG pari a 30.000,00, si stima un costo complessivo indicativo di 150.000,00 €/anno per i 5 aerogeneratori.

L'incidenza della manodopera sull'ammontare stimato dei costi di manutenzione WTG si stima almeno pari al 50%.

Valutando che le suddette attività manutentive sono di norma svolte da personale residente in Sardegna, la ricaduta sul territorio per attività di O&M è stimata mediamente in 165.000,00 €/anno, valutabile nel contributo di circa 4 addetti locali/anno.

Tali costi non includono quelli destinati alle manutenzioni ordinarie e straordinarie sulla stazione elettrica 30 kV/150 kV.

Altri costi di gestione e monitoraggi ambientali

Gli ulteriori costi di manutenzione, gestione ordinaria e monitoraggi a favore di operatori e imprese locali possono valutarsi forfetariamente in 100.000,00 €/anno.

2.7.2 Misure compensative a favore dei comuni interessati

L'attuale disciplina autorizzativa degli impianti alimentati da fonti rinnovabili stabilisce che per l'attività di produzione di energia elettrica da FER non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni. 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, nel rispetto dei criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

Le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale non possono, in ogni caso, essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.

Come indicazione di massima degli interventi di compensazione ambientale che, previo accordo con le Amministrazioni comunali coinvolte, potranno essere attuati da Green Energy Sardegna 2, possono individuarsi, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

Interventi sul territorio

- Realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinano una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale anche con asfalto fonoassorbente);
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- contributo invernale per sgombero neve e spargimento antigelo presso le strade comunali;
- contributo azioni e interventi di protezione civile a seguito di calamità naturali;
- realizzazione di interventi sulla rete idrica fognaria;
- realizzazione / sistemazione di piste ciclabili e percorsi pedonali;
- acquisto automezzi, mezzi meccanici ed attrezzature per la gestione del patrimonio comunale (territorio, viabilità, impianti);

Interventi di efficientamento energetico:

- contributo all'installazione di impianti fotovoltaici su immobili comunali;
- installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo e/o a basso inquinamento luminoso;
- acquisto di mezzi di trasporto pubblici basso emissivi;
- interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici comunali;

La società proponente, inoltre, è disponibile a sostenere altri interventi compensativi comunque orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dai comuni e preventivamente approvati da Green Energy Sardegna 2.

Per l'impianto in oggetto la tariffa incentivante sarà disciplinata dal meccanismo delle aste, come disciplinato dal Decreto del 4 luglio 2019, pertanto non definibile a priori in modo puntuale. Allo scopo di fornire un valore indicativo della compensazione ambientale, sulla base degli attuali prezzi di mercato dell'energia, può stimarsi una tariffa di 50 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua calcolata di 92.292.000 kWh/anno e di una aliquota delle compensazioni valutata in misura del 2% dei proventi della vendita dell'energia, si ottiene un importo delle risorse da destinare a misure compensative territoriali pari a 90.533,00 €/anno.

Parco Eolico Mistral (35 Mw) nei Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e che quelle reali saranno dettate dalla tariffa base di riferimento ed al contingente d'asta al quale rientrerà il progetto

Per quanto precede i corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore del comune è indicativamente valutabile in 90533,00 €/anno (3.675.840,00 € in 20 anni).

QUADRO RIEPILOGATIVO E CONCLUSIONI

A conclusione delle precedenti analisi, si riporta di seguito il quadro riepilogativo dei costi e dei benefici stimati nell'intero arco di vita dei nuovi aerogeneratori, assunto pari a 20 anni.

Il prospetto riepilogativo riporta il costo/beneficio annuo stimato per ciascun aspetto ambientale significativo preso in esame unitamente al Valore Attuale Netto a 20 anni, calcolato assumendo un tasso di sconto pari a zero. Tale ipotesi, come precisato in sede introduttiva, equivale ad assumere che, ai fini delle analisi, i costi/benefici per la collettività che si manifesteranno nel futuro abbiano lo stesso peso di quelli che si manifestano nel presente. Ad ogni buon conto, come chiaramente mostrato dalle cifre in gioco, la sensibilità dei risultati dell'analisi economica rispetto alle ipotesi sul tasso di sconto è del tutto ininfluenta.

Il prospetto seguente mostra in tutta evidenza che se si considerano tutti i principali aspetti ambientali significativi del progetto, da quelli di più stretta rilevanza locale a quelli di importanza a livello internazionale e globale, il VAN del progetto a 20 anni è positivo ed assume proporzioni considerevoli (+63 M€, circa).

Anche volendo focalizzare le analisi sulla sola scala locale, ancorché tale ipotesi non sia strettamente coerente con gli obiettivi di un'esaustiva analisi ambientale, i risultati mostrano in tutta evidenza come l'iniziativa proposta determini significative ricadute ambientali positive sul territorio (+11 M€ circa in 20 anni), al netto della valutazione economica degli impatti negativi attesi.