



REGIONE SARDEGNA
COMUNI DI VILLANOVAFORRU, SARDARA, SANLURI E
FURTEI (SU)

PROGETTO

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica
di potenza pari a 42 MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

TITOLO

Rel.21 – Piano di Monitoraggio Ambientale

PROPONENTE



ENGIE TREXENTA S.r.l.

Sede legale e Amministrativa:

Via Chiese 72
20126 Milano (MI)
PEC: engietrexenta@legalmail.it

PROGETTISTA



SCM ingegneria S.r.l.
Via Carlo del Croix, 55
Tel.: +39 0831-728955
72022 Latiano (BR)
Mail: info@scmingegneria.com

Dott. Ing. Daniele Cavallo



Scala	Formato Stampa A4	Cod.Elaborato EOMRMD-I_Rel.21	Rev. 00	Nome File EOMRMD-I_Rel.21 – Piano di Monitoraggio Ambientale	
-------	----------------------	----------------------------------	------------	--	--

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	20/04/2023	Emesso per iter autorizzativo	M.Ognibene.	D. Cavallo	D. Cavallo
			O.Riccobono	D. Cavallo	D. Cavallo

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DATI GENERALI	4
2.1	DATI DEL PROPONENTE	4
2.2	LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.3	DESTINAZIONE D'USO	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
4	IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
5	RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI	10
6	CONTENUTI DEL PMA	12
7	SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI E FASI DEL MONITORAGGIO	13
7.1	COMPONENTE ATMOSFERA E CLIMA	15
7.1.1	Fasi del monitoraggio	16
7.1.2	Mitigazione impatti sull'atmosfera e sul clima	17
7.2	COMPONENTE AMBIENTE IDRICO	19
7.2.1	Fasi del monitoraggio	19
7.2.2	Misure di mitigazione	21
7.3	COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	22
7.3.1	Fasi del monitoraggio	22
7.3.2	Raccomandazioni per la mitigazione degli impatti su suolo e sottosuolo	25
7.4	COMPONENTE PAESAGGIO E BENI CULTURALI	26
7.4.1	Azioni da intraprendere per mitigare gli impatti	27
7.5	COMPONENTE BIODIVERSITA'	28
7.5.1	Flora e Vegetazione	28
7.5.2	Fauna	35
7.6	COMPONENTE RUMORE	49
7.6.1	Meccanismi di generazione del rumore delle turbine eoliche	52
7.6.2	Caratteristiche generali del monitoraggio	54
7.6.3	Metodologie di monitoraggio	55
7.6.4	Fasi del monitoraggio	59
8	CONCLUSIONI	64

1 INTRODUZIONE

La Società ENGIE TREXENTA S.R.L. con sede legale in Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI), intende realizzare nei Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU) un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato “Marmilla” e composto da 7 aerogeneratori della potenza unitaria pari a 6 MW per una potenza complessiva pari a 42,0 MW,

La società ha acquisito l’iniziativa, inclusa della proposta di connessione da parte di Terna, dalla società RENEWABLES CIRCULAR DEVELOPMENT S.R.L. in data 25/05/2022. La Società RENEWABLES CIRCULAR DEVELOPMENT S.R.L. ha presentato a Terna S.p.A. (“il Gestore”) la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 42,0 MW; alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202100406.

Lo schema di connessione alla RTN, descritto nella STMG, prevede che l’impianto eolico debba essere collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete, il Gestore ha proposto alla Società di condividere lo stallo RTN nella nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV con altri produttori.

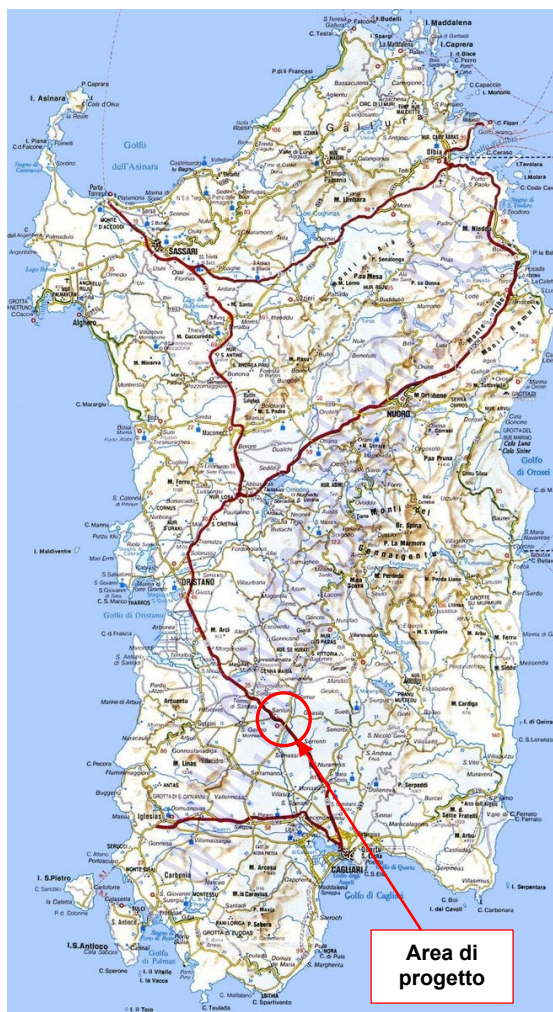


Fig. 1 - Inquadramento generale area di intervento

2 DATI GENERALI

2.1 DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	ENGIE TREXENTA S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI)
Codice Fiscale/Partita IVA	12367510968
Numero REA	MI - 2657279
Capitale Sociale	10.000,00
Socio Unico	ENGIE ENERGIES ITALIA S.R.L.
PEC	engietrexenta@legalmail.it

Informazioni principali della Società Proponente

2.2 LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto eolico oggetto del presente documento sarà realizzato nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU).

Il cavidotto MT relativo allo stesso impianti interesserà invece i comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU).

Le opere Utente e di Rete saranno infine realizzate interamente nel comune di Sanluri (SU).

2.3 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la costruzione di una centrale di produzione di energia elettrica da fonte eolica nei comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU) e delle opere indispensabili per la sua connessione alla RTN, nel comune di Sanluri (SU).



Fig. 2 - Inquadramento generale da ortofoto – impianto eolico



Fig. 3 - Inquadramento generale da ortofoto – opere di connessione

La centrale di produzione, anche detta “parco eolico”, è costituita da n.7 aerogeneratori della potenza unitaria pari a 6,0 MW, interconnessi da una rete interrata di cavi MT 30 kV (in fase di realizzazione tale tensione di distribuzione potrebbe essere aumentata fino ad un massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione). Le opere di connessione, invece, prevedono la costruzione di una stazione elettrica di trasformazione MT/AT, anche detta “stazione utente”, di proprietà del soggetto produttore e delle infrastrutture brevemente descritte di seguito.

Il progetto complessivamente prevede la realizzazione delle seguenti opere:

1. Parco eolico composto da 7 aerogeneratori, della potenza complessiva di 42.000 kW, ubicati nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU)
2. Elettrodotta in cavo interrato, in media tensione, per il vettoriamento dell’energia prodotta dagli aerogeneratori verso la stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV;
3. Nuova Stazione di Utenza 30/150 kV;
4. Opere Condivise dell’Impianto di Utenza (Opere Condivise), costituite da sbarre comuni, dallo stallo arrivo linea e da una linea in cavo interrato a 150 kV, condivise tra la Società ed altri operatori, in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”;
5. Nuovo stallo utente da realizzarsi nella nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Le opere di cui ai precedenti punti 1) e 2) costituiscono il cosiddetto Impianto Eolico.

Le opere di cui ai precedenti punti 3) e 4) costituiscono il cosiddetto Impianto di Utenza per la connessione.

Le opere di cui al precedente punto 5) costituiscono il cosiddetto Impianto di Rete.

La STMG prevede che l’impianto eolico debba essere collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Nel preventivo di connessione TERNA informa che al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Di seguito viene illustrato il layout delle opere di connessione e delle opere di rete.



Fig. 4 – Ubicazione opere di connessione su ortofoto

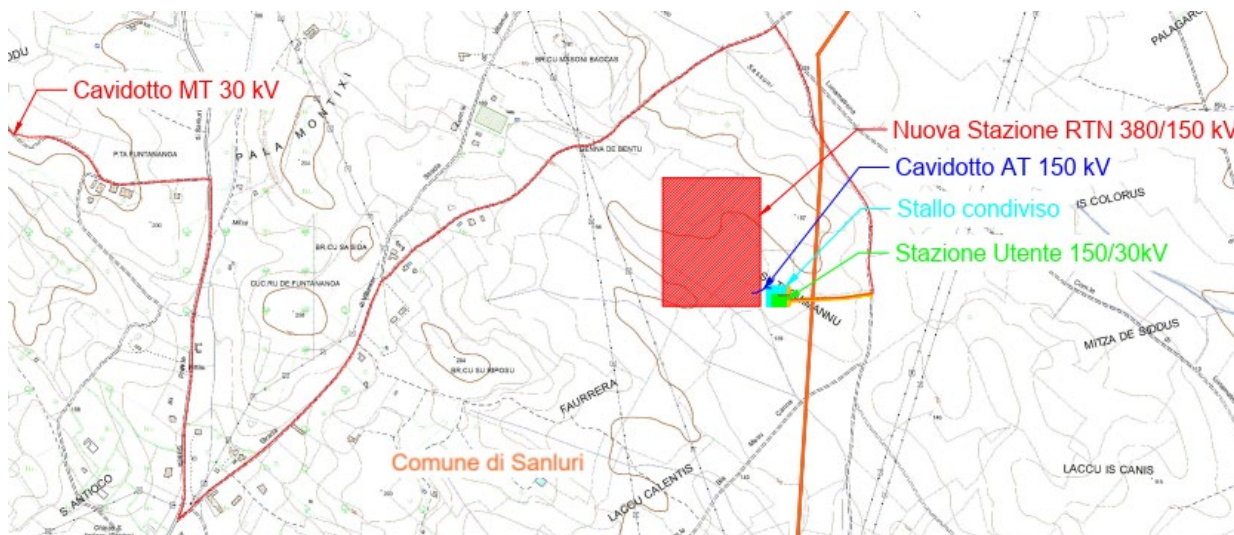


Fig. 5 – Opere di connessione e di rete - Estratto di inquadramento generale da CTR

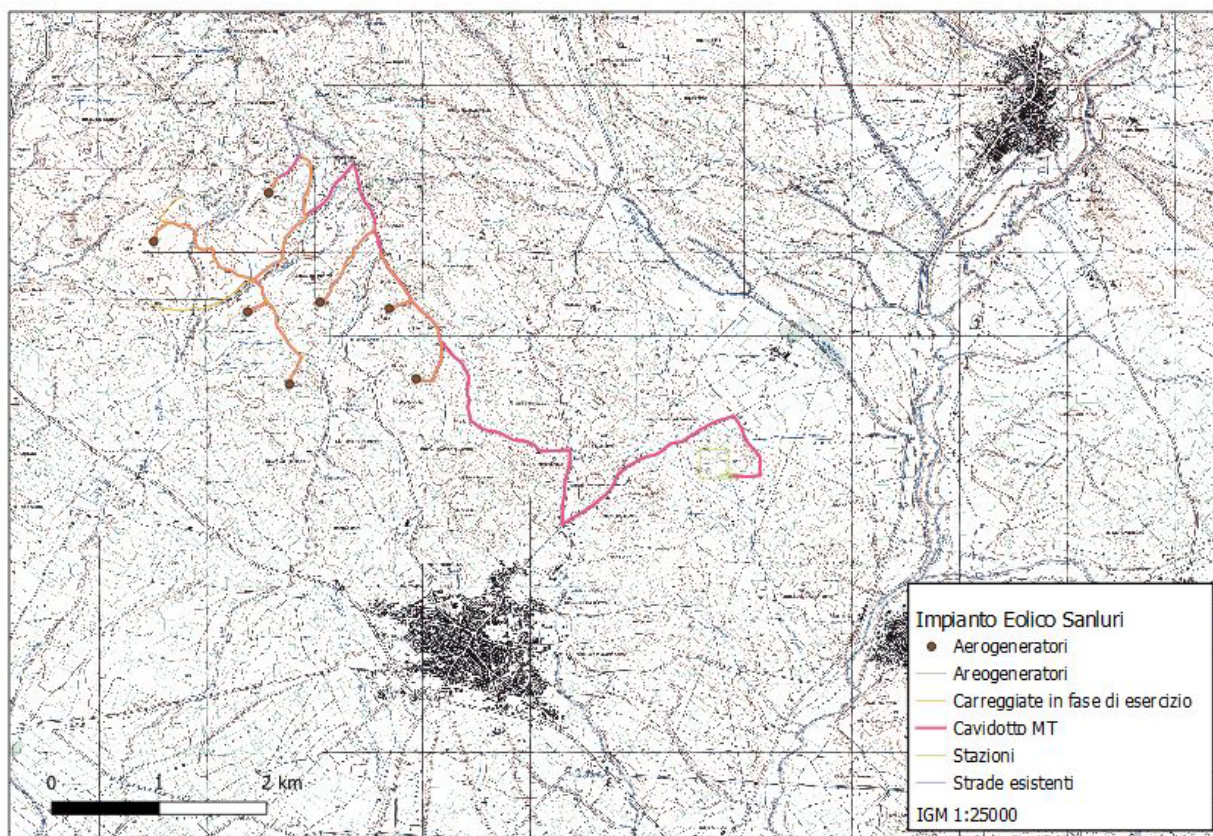


Fig. 6 – Inquadramento layout di esercizio su cartografia IGM 1:25000

4 IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Le Linee Guida per la redazione del PMA sono state curate in collaborazione tra ISPRA e Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, e sono finalizzate a:

- fornire indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA);
- stabilire criteri e metodologie omogenee per la predisposizione dei PMA affinché, nel rispetto delle specificità dei contesti progettuali ed ambientali, sia possibile il confronto dei dati, anche ai fini del riutilizzo.

Nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche in materia di valutazione ambientale ai sensi dell'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., il documento costituisce atto di indirizzo per lo svolgimento delle procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale, in attuazione delle disposizioni contenute all'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

Le citate Linee Guida sono la base di riferimento del presente studio, redatto per il progetto dell'impianto eolico in oggetto. Tutti i contenuti inseriti nella stesura del presente documento sono il frutto di esperienze pregresse sia dei progettisti che, soprattutto, dell'azienda proponente la quale vanta la realizzazione e la gestione di diversi impianti analoghi in tutto il mondo. Pertanto, la redazione di tale documento vuole fornire lo strumento migliore possibile al fine di vigilare, monitorare e controllare l'evoluzione del progetto, sia in fase di costruzione che di esercizio. In ogni caso, in fase di autorizzazione, il presente elaborato potrà essere modificato e/o ampliato sulla base delle indicazioni provenienti dai soggetti interessati all'iter istruttorio.

5 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI

DPCM 27.12.1988 recante "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale", tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche, prevede che "...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni" costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D.Lgs.152/2006 e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e), punto 5-bis dell'Allegato VII come "descrizione delle misure previste per il monitoraggio" facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che "contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti".

In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell'autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato;
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

D.Lgs.163/2006 e s.m.i.

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- la relazione generale del progetto definitivo "riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l'eventuale esclusione di taluna di esse" (art.9, comma 2, lettera i);
- sono definiti i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):

a) il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il

piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;

b) il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti.

Secondo quanto stabilito dalle Linee Guida, nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
- definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;
- strutturazione delle informazioni;
- programmazione delle attività.

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale e ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006 che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

Gli indirizzi metodologici ed i contenuti specifici del presente Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) sono stati sviluppati in accordo con quanto indicato dalle "Linee Guida"– Indirizzi metodologici generali (Capitoli 1-2-3-4-5) - Rev.1 del 16/06/2014".

Le componenti/fattori ambientali trattate e le relative Linee Guida di riferimento per lo sviluppo concettuale del PMA, vengono di seguito elencate:

- *Ambiente idrico (acque superficiali e acque sotterranee)*: Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico (Rev. 1 del 17/06/2015);

- *Suolo e sottosuolo*: Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici generali (Capitoli 1-2-3-4-5) - Rev.1 del 16/06/2014;

- *Vegetazione, fauna ed ecosistemi*: Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Rev. 1 del 13/03/2015);

- *Rumore*: Linee Guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici - Rumore (Rev. 1 del 30/12/2014);

- *Atmosfera*: Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Rev. 1 del 16/06/2014).

6 CONTENUTI DEL PMA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA (fase di costruzione e di esercizio);
- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

La redazione del PMA è condotta in riferimento alla documentazione relativa al progetto dell'opera e allo Studio di Impatto Ambientale, alla relativa procedura di V.I.A. ed è articolata nelle seguenti fasi progettuali:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree critiche da monitorare;
- definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato);
- prima stesura del PMA;
- presentazione del PMA all'Ente preposto (Regionale – Ministeriale);
- acquisizione di pareri, osservazioni e prescrizioni;
- stesura del PMA definitivo;
- presentazione del PMA definitivo all'ente regionale competente per la definitiva approvazione.

Si precisa che il presente Piano di Monitoraggio e Controllo è redatto nella forma prevista dall'art.28 del D.Lgs 152/2006 e farà parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale e del progetto definitivo e in questa fase non tiene ancora conto dei pareri pervenuti da parte di tutti gli Enti.

Si dà disponibilità sin da ora a concertare e a modificare e, qualora si rendesse necessario, ampliare le eventuali matrici da monitorare se durante l'Iter sopraggiungessero delle richieste di integrazioni. Tale Piano, così, sarà aggiornato con tutte le prescrizioni fornite dai vari enti ed emesso in forma definitiva.

7 SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI E FASI DEL MONITORAGGIO

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che saranno di seguito descritte nell’ambito del presente PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono quelle di seguito elencate:

- Atmosfera e Clima (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Paesaggio e beni culturali.
- Ecosistemi e biodiversità (componente vegetazione e fauna);
- Salute Pubblica (rumore).

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell’Allegato I al D.P.C.M. 27.12.1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377” e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti ed integrazioni sia in relazione all’emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall’art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Giova, inoltre, ricordare che sia la “Salute pubblica” sia gli “Ecosistemi” sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi “valori limite” basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell’aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni ecc.).

Il monitoraggio ambientale, pertanto, potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera “integrata” sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell’aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione e Fauna).

Il progetto in esame non è ricompreso tra le tipologie incluse nell’Allegato 2 del D.Lgs.104/2017 art. 12 comma 2 e pertanto lo stesso non è soggetto a Valutazione d’Impatto Sanitario (VIS) di cui alle Linee Guida per la Valutazione Integrata di Impatto Ambientale e Sanitario, emesse dal Ministero della Transizione ecologica (MITE) – Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la Qualità dello Sviluppo (CreSS). Il PMA è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative delle singole componenti.

Il PMA darà indicazioni sui possibili monitoraggi da effettuare in tutte le fasi previste: Ante Operam – in Corso d’Opera – in Fase di Esercizio – Post Operam, rispettivamente:

- *Fase Ante–Operam (o stato di fatto)*, rappresentativa della situazione iniziale delle componenti ambientali;
- *In Corso d’Opera (o fase di cantiere)*, ovvero il periodo transitorio relativo alla realizzazione

dell'opera caratterizzato dalla presenza e gestione di mezzi meccanici (macchine, strumenti, materiali) e uomini.

- *Fase di Esercizio*, rappresentativa della situazione delle componenti ambientali dopo la realizzazione degli interventi in progetto e quindi durante tutta la fase di esercizio dell'impianto.
- *Fase Post-Operam (fase di dismissione dell'impianto)*, del tutto assimilabile alla fase di cantiere, ovvero un breve periodo caratterizzato dalla presenza e gestione di mezzi e personale.

La metodologia utilizzata per l'individuazione delle interazioni ambientali è rappresentata nel seguente schema grafico:



7.1 COMPONENTE ATMOSFERA E CLIMA

Il monitoraggio della componente ambientale “aria” ha lo scopo di valutare:

- a) Qualità dell’aria
- b) Parametri microclimatici ovvero temperatura e umidità dell’aria, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni.

L’aria è una miscela di gas e vapori (azoto e ossigeno in prevalenza, vapore acqueo e anidride carbonica e molti altri elementi in piccolissime quantità) che nell’insieme costituiscono l’atmosfera terrestre. Gli elementi principali mantengono concentrazioni più o meno costanti nel tempo e nello spazio mentre gli elementi minori possono presentare notevoli variazioni.

L’articolo 268 del D.Lgs 152/2006 definisce il concetto di inquinamento atmosferico come “ogni modificazione dell’aria atmosferica, dovuta all’introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell’ambiente oppure tali da ledere i beni materiali e comprometterne gli usi legittimi”. Monitorare la qualità dell’aria significa quindi misurare, in modo continuo o discontinuo a seconda degli scopi, le concentrazioni di alcune sostanze minori, dette inquinanti. A tale scopo la normativa europea (direttiva 50/2008/CE, direttiva 107/2004/CE) e nazionale (D.Lgs 155/10 che recepisce le citate direttive) dettano le regole secondo cui eseguire queste misure, in termini di:

- inquinanti da monitorare e relativi metodi di misura da utilizzare;
- ubicazione dei punti di misura, anche in relazione agli inquinanti monitorati;
- qualità dei dati rilevati;
- numero minimo di punti di misura, in relazione alla popolazione interessata ed al livello di inquinamento.

Poiché la fonte eolica non rilascia sostanze inquinanti in atmosfera e considerato che in tutti gli impianti esistenti non sono mai state rilevate problematiche di sollevamento di polveri in atmosfera, derivanti dal funzionamento a regime degli aerogeneratori, il monitoraggio della qualità dell’aria appare significativo unicamente alle fasi di cantiere (costruzione e dismissione). Sebbene i cantieri di lavoro impattino l’ambiente per periodi di tempi limitati e ridotti, rispetto ad altre attività umane che invece sono considerate durature o permanenti, il legislatore ritiene comunque necessario valutare l’impatto esercitato sull’ambiente.

Le emissioni in aria da cantieri possono essere stimate in sede di progettazione, in funzione delle modalità di lavoro e dei mezzi impiegati per le attività previste, tuttavia in fase di realizzazione dell’opera risulta necessario predisporre un adeguato piano di monitoraggio al fine di verificare che la qualità dell’aria, durante tutta l’attività di cantiere, rispetti i valori limite dettati dalla normativa vigente e dalle linee guida presenti in materia, con particolare attenzione alla presenza di possibili recettori ed intervenendo, laddove necessario, con opportune misure mitigative.

Gli inquinanti interessati dal monitoraggio sono essenzialmente le polveri totali sospese, polveri fini e sedimentabili e, se ritenuti non trascurabili, i principali inquinanti da traffico veicolare.

Metodologie di monitoraggio Aria

I parametri relativi alla componente aria, sottoposti al piano di monitoraggio in genere sono:

- Il particolato “respirabile”, ovvero con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10);
- Il particolato “sottile”, con un diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM2.5);
- Il monossido di carbonio (CO) proveniente da traffico veicolare;
- Gli ossidi di azoto (NOx) provenienti anch’essi da traffico veicolare.

Le misurazioni degli inquinanti vanno sempre correlate con i dati di velocità e direzione del vento, temperatura e umidità relativa dell’aria, pressione atmosferica, e precipitazioni che influiscono in maniera significativa sulla diffusione degli eventuali inquinanti rilevati.

Monitoraggio del PM10 e del PM2.5

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 è descritto nella norma UNI EN 12341:2001 “Qualità dell’aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l’equivalenza dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento”.

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2.5 è invece descritto nella norma UNI EN 14907:2005 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massima PM2.5 del particolato in sospensione”.

Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico

In linea generale gli inquinanti provenienti da traffico veicolare che vanno monitorati, in quanto ritenuti significativi per la salute umana, sono gli Ossidi di Azoto ed il Monossido di Carbonio. Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza”.

Il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è invece descritto nella norma UNI EN 14626:2005 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva”.

Metodologie di monitoraggio dei Parametri microclimatici

Unitamente al monitoraggio degli inquinanti, risulta necessario misurare anche i parametri meteorologici dell’area, fondamentali per una valutazione della potenziale diffusione degli stessi inquinanti nell’intorno dell’area di cantiere. Tale attività in genere viene attuata mediante l’installazione di una stazione meteorologica multi-parametrica per la rilevazione dei principali parametri meteorologici (temperatura dell’aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni).

Identificazione dei punti di monitoraggio

Nella scelta dei punti di monitoraggio si farà riferimento ai potenziali e vari livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare attenzione a:

- tipologia dei ricettori;
- localizzazione dei ricettori;
- morfologia del territorio interessato.

Nella fase di progettazione definitiva, qui trattata, la redazione del PMA risulta generalmente priva di quel grado di dettaglio necessario per il puntuale posizionamento sia dei punti di monitoraggio che della tipologia e frequenze delle misurazioni richieste. Il PMA in questa fase deve pertanto essere realizzato in maniera flessibile in funzione delle future definizioni; frequenza e localizzazione dei campionamenti saranno stabiliti, in maniera puntuale, sulla base dell’effettiva evoluzione delle attività di cantiere e del cronoprogramma dell’opera.

7.1.1 Fasi del monitoraggio

Monitoraggio Ante Operam (AO)

In ragione della tipologia di intervento e dell’estensione degli areali interessati non si riscontra l’opportunità di un monitoraggio ante operam che pertanto, in questa sede, non viene previsto.

Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) – Fase di Cantiere

Il monitoraggio in corso d'opera riguarderà tutta la durata dei lavori con cadenza di rilevazione dei parametri indicati in precedenza (polveri, gas e microclima) almeno mensile/bimestrale e comunque sempre relazionata alle effettive attività svolte; tali rilevazioni necessariamente dovranno seguire/adeguarsi all'avanzamento dei lavori e ovviamente saranno limitate alle effettive aree di intervento, laddove vi siano attività di movimentazione terra o comunque di movimentazioni di mezzi significative.

Monitoraggio in Fase di esercizio (FE)

Considerato che un impianto eolico è assolutamente privo di emissioni aeriformi, in fase di esercizio non sono previste interferenze con il comparto atmosfera relativamente al rilascio di sostanze gassose. Anche relativamente alle emissioni di polveri connesse alla presenza dell'impianto eolico, queste sono da ritenersi marginali, se non addirittura nulle, poiché in tutti gli impianti esistenti non sono mai state rilevate problematiche di sollevamento di polveri in atmosfera derivanti dal funzionamento a regime degli aerogeneratori.

In ragione di tali evidenze in fase di esercizio non si prevede alcuna attività di monitoraggio.

Monitoraggio Post Operam (PO) – Fase di dismissione

Relativamente alla componente Aria le attività in fase di dismissione sono paragonabili a quelle già individuate per la fase di cantiere (o Corso d'Opera) e quindi riconducibili, essenzialmente, all'innalzamento di polveri da traffico veicolare e di inquinanti legati ai mezzi di cantiere. Per questa fase, pertanto, vale quanto già evidenziato per la fase di costruzione (Corso d'Opera).

7.1.2 Mitigazione impatti sull'atmosfera e sul clima

Durante le fasi di cantiere (costruzione e dismissione), per effetto delle attività lavorative, si potrà avere la produzione e dispersione in atmosfera di polveri, derivanti dall'utilizzo degli automezzi e dei macchinari necessari per lo svolgimento dei lavori (scavi e movimentazioni terra); per tale motivo, obbligatoriamente qualora il monitoraggio lo rendesse necessario, ma comunque auspicabile, dovranno/potranno essere adottate tutte le accortezze utili per la mitigazione degli impatti; nello specifico a titolo descrittivo e non esaustivo:

- bagnatura dei tracciati interessati dagli interventi di movimento di terra, quando le condizioni del fondo stradale e le condizioni climatiche (ad esempio forte vento) potrebbero creare eccessive polveri;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno provvisori ed altri materiali da riutilizzare e/o smaltire a discarica autorizzata;
- copertura dei carichi nei cassoni dei mezzi di trasporto, quando se ne rischia la dispersione nel corso del moto;
- copertura con pannelli mobili delle piste provvisorie in prossimità dei recettori di maggiore sensibilità ed in corrispondenza dei punti di immissione sulla viabilità esistente; - impiego di barriere antipolvere temporanee.

Relativamente alle emissioni gassose, buone norme da seguire sono:

- impiego di apparecchi di lavoro a basse emissioni;
- periodica manutenzione di macchine ed apparecchi con motore a combustione al fine di garantirne la perfetta efficienza;

Viene di seguito rappresentato, mediante delle immagini, la possibilità dell'uso di nebulizzatori e di sistemi di lavaggio, di ausilio per l'abbattimento delle polveri qualora necessario:



Fig. 7 - Esempio di Impianto di nebulizzazione mobile (immagine a sx) e di lavaggio ruote (immagine a dx) - (Fonte: web)

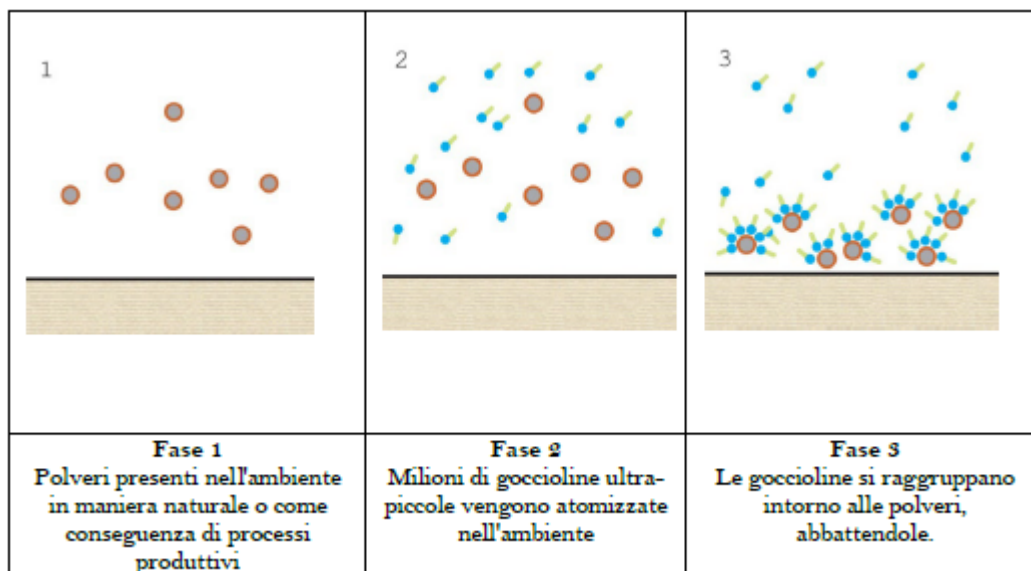


Fig. 8 - Rappresentazione delle fasi di abbattimento delle particelle di polvere presenti nell'aria (Fonte: web)

7.2 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) e dalla Direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal nostro ordinamento dal D. Lgs.152/2006 e s.m.i., Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche - (artt. 53 – 176) e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D. Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee.

Il monitoraggio della componente idrica (acque superficiale e/o sotterranee), in linea generale è finalizzato all'acquisizione di dati relativi alle:

- variazioni dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici in relazione agli obiettivi fissati dalla normativa e dagli indirizzi pianificatori vigenti, in funzione dei potenziali impatti individuati;
- variazioni delle caratteristiche idrografiche e del regime idrologico ed idraulico dei corsi d'acqua e delle relative aree di espansione;
- interferenze indotte sul trasporto solido naturale, sui processi di erosione e deposizione dei sedimenti fluviali e le conseguenti modifiche del profilo degli alvei, sugli interrimenti dei bacini idrici naturali e artificiali.

Con riferimento al presente Progetto, lo specifico studio idrologico-idraulico redatto a supporto è stato volto ad individuare e valutare le aree di interferenza tra le opere in progetto e gli elementi del reticolo idrografico, con particolare riferimento al reticolo rappresentato nella C.T.R. regionale e riportato nello strato informativo del P.A.I. reperibile sul Geoportale Regionale. L'analisi idrografica non ha evidenziato interferenze tra le piazzole di pertinenza (sia in fase di costruzione che di esercizio) degli aerogeneratori ed il reticolo idrografico rappresentato sulle CTR o comunque con impluvi che, sebbene non riportati nella cartografia ufficiale, presentino comunque rilevanza idraulica.

Per quanto concerne la viabilità di nuova realizzazione (essenzialmente le stradelle di accesso alle piazzole degli aerogeneratori), l'analisi idrografica non ha evidenziato interferenze con impluvi rappresentati su CTR o comunque di significativa rilevanza idraulica; in ogni caso le acque di piattaforma stradale saranno oggetto di uno studio idrologico-idraulico specifico per la loro buona regimazione e smaltimento secondo le normali direttive per la buona costruzione stradale con eventuali tombini di attraversamento opportunamente dimensionati come da normativa vigente.

Relativamente alla dorsale MT, l'analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato la presenza di n. 10 punti di interferenza; le interferenze individuate (quasi tutte relative a modestissimi impluvi di ordine 1 o 2, ovvero rami di testa) saranno preferibilmente risolte con attraversamenti in sub-alveo (TOC).

7.2.1 Fasi del monitoraggio

Monitoraggio Ante Operam (AO)

Allo stato attuale, tenuto conto dell'assenza di interferenze dirette tra gli areali oggetto di interventi, che prevedano scavi o alterazioni del profilo morfologico, ed il reticolo idrografico non si riscontra la necessità di un monitoraggio ante operam.

Monitoraggio in corso d'Opera (CO) – Fase di Cantiere

Durante la fase di cantiere le superfici e le movimentazioni dei terreni riguarderanno, in linea generale, solo gli strati superficiali del terreno, gli unici scavi profondi riguarderanno le opere di fondazione degli aerogeneratori che, di fatto, appartengono a situazioni puntuali e poco impattanti.

Si adotterà quindi unicamente l'accortezza di non creare cumuli in prossimità delle linee di deflusso naturale o, comunque, che possano fungere da sbarramento e accumulo di acque a tergo; laddove necessario, in ogni caso, verranno previsti opportuni sistemi di regimentazione delle acque superficiali in modo tale da drenarli verso gli originari canali e/o impluvi esistenti.

Relativamente alle interferenze con le acque di sottosuolo, potenzialmente e unicamente relegate alle opere di fondazione degli aerogeneratori (coronamento di pali), in relazione al posizionamento in corrispondenza di aree di displuvio, i fenomeni di circolazioni idrica sub-superficiale si presumono assenti, o quantomeno tali da far prevedere alterazioni dell'eventuale circolazione assai modeste, se non nulle.

Per quanto attiene all'eventuale contaminazione dei deflussi superficiali, dovuti al rilascio di sostanze volatili di scarico degli automezzi, essa, nei fatti, risulta comunque limitata all'arco temporale necessario per l'esecuzione dei lavori (periodo relativamente breve) e, pertanto, le quantità di inquinanti complessive rilasciate risulterebbero basse e facilmente diluibili ai valori di accettabilità. Nel caso di rilasci di oli minerali o di altre sostanze liquide inquinanti, si provvederà all'asportazione delle zolle secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/2006 e ss.mm. e ii.

In ragione di quanto sopra esposto, per la fase di esercizio le attività di monitoraggio potranno limitarsi a:

- Controllo periodico (giornaliero e/o settimanale) visivo delle aree di stoccaggio dei rifiuti prodotti dal personale operativo e controllo delle apparecchiature che potrebbero rilasciare oli o lubrificanti controllando eventuali perdite;
- Controllo periodico visivo del corretto deflusso delle acque di regimentazioni superficiali (canalette provvisorie) ed eventualmente profonde (durante la realizzazione delle opere di fondazione).
- Controllo della presenza di acque emergente dal sottosuolo durante le operazioni di scavo ed eventuale predisposizione di opportune opere drenanti (trincee e canali drenanti);
- Monitoraggio di perdite di liquidi inquinanti, con interventi istantanei nel caso di sversamenti accidentali.

Monitoraggio in Fase di Esercizio (FE)

Le acque piovane raccolte da piazzole e strade di nuova realizzazione, saranno convogliate in opportuni setti e trincee drenanti. Tali sistemi risultano costituiti da uno scavo riempito da materiali grossolani (pietrisco e blocchi), il tutto opportunamente dimensionato in modo tale che il volume netto dei vuoti interni risulti non inferiore al volume calcolato per una vasca di laminazione equivalente. L'uso di setti e trincee drenanti è stato preferito in sede di progettazione (rispetto ad una vasca di laminazione) per via di molteplici vantaggi, quali:

- minore impatto ambientale dovuto al non utilizzo di calcestruzzo;
- aumento della stabilità generale dell'area tenuto conto che non si creeranno pareti impermeabili con relative variazioni dei livelli e delle pressioni dei flussi sotterranei e tenendo conto che tale struttura, nei fatti, è del tutto analoga a quelle utilizzate nei processi di stabilizzazione dei versanti in dissesto, mediante l'abbattimento delle sovrappressioni interstiziali conseguenti a periodi di intense precipitazioni e relativo incremento della resistenza al taglio dei terreni.
- Diminuzione/annullamento delle acque riversate negli impluvi; rispetto ad una classica vasca di laminazione l'acqua accumulata nel dreno verrà in gran parte assorbita dal terreno, ottenendo pertanto un'invarianza idrologica oltre che idraulica e comunque riducendo le acque che,

eventualmente, confluiranno negli impluvi naturali.

Ai fini del monitoraggio di tali sistemi di drenaggio, in alcuni dreni, verranno eventualmente inseriti dei tubi piezometrici che, tramite ispezioni visive e/o misure strumentali (misure freatiche), permetteranno di valutare l'efficienza del sistema e la sua funzionalità nel tempo, verificando eventuali interrimenti o la capacità globale di infiltrazione del sistema.

Per le opere di attraversamento legate alla nuova viabilità (tombini), va invece annualmente prevista un'ispezione visiva e, in presenza di ostruzioni (anche parziali) si procederà con le opportune operazioni di pulizia.

Ulteriori misure di monitoraggio con cadenza periodica riguarderanno una verifica visiva periodica dello stato di manutenzione e pulizia delle cunette stradali di pertinenza dell'impianto e di tutte le eventuali opere di regimazione delle acque previste in progetto.

Monitoraggio Post-Operam (PO) – Fase di Dismissione

Essendo la fase di dismissione del tutto assimilabile alla fase di Cantiere (corso d'Opera) anche per questa fase si prevede un monitoraggio specifico per la componente idrica unicamente relegato a:

- Controllo periodico (giornaliero e/o settimanale) visivo delle aree di stoccaggio dei rifiuti prodotti dal personale operativo, e controllo delle apparecchiature che potrebbero rilasciare olii o lubrificanti controllando eventuali perdite;
- Controllo periodico visivo del corretto deflusso delle acque di regimentazioni superficiali (canalette provvisorie) ed eventualmente profonde (durante la realizzazione delle opere di fondazione);
- Monitoraggio di perdite di liquidi inquinanti, con interventi istantanei nel caso di sversamenti accidentali.

7.2.2 Misure di mitigazione

Premesso che, per come argomentato nei paragrafi precedenti, gli impatti aspettati sulla componente idrica per le attività in progetto risultano comunque poco rilevanti, si evidenzia che in fase di cantiere (CO e PO) saranno ad ogni modo predisposte le seguenti misure di mitigazione:

- Ubicazione oculata del cantiere e utilizzo di servizi igienici chimici, senza possibilità di rilascio di sostanze inquinanti nel sottosuolo;
- Verifica della presenza di falde acquifere prima della realizzazione delle fondazioni (indagini geognostiche).

In caso di presenza di falda si predisporrà, ove possibile, la fondazione sopra il livello di falda, in caso contrario si prevedranno tutte le accortezze in fase di realizzazione per evitare interferenze che possano modificare il normale deflusso delle acque prevedendo, qualora necessarie, opportune opere di drenaggio per il transito delle acque profonde;

- Raccolta e stoccaggio dei rifiuti evitando il rilascio di percolato e olii; si precisa, a tal proposito, che non si prevede la produzione di rifiuti che possano rilasciare percolato; tuttavia, anche il rifiuto prodotto da attività antropiche in prossimità delle aree di presidio sarà smaltito in maniera giornaliera o secondo le modalità di raccolta differenziata previste nel Comune in cui si realizza l'opera;
- Ubicazione di aree di stoccaggio a distanza appropriata da corsi d'acqua superficiali, mai inferiore a 10 metri;
- Eventuale realizzazione di cunette per la regimentazione delle acque meteoriche nel perimetro delle aree di cantiere, da ridimensionare a seguito della rinaturalizzazione delle opere.

7.3 COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Il PMA è stato contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dal Dlgs.152/06 e ss.mm. e ii e dal D.M.n.161/12 e ss.mme ii. Dal D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici generali (Capitoli 1-2-3-4-5) - Rev.1 del 16/06/2014.

Il monitoraggio della componente "suolo e sottosuolo", in linea generale, dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alla:

- Sottrazione di suolo ad attività preesistenti;
- Entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare, controllo dei fenomeni franosi e di erosione sia superficiale che profonda;
- Gestione dei movimenti di terra e riutilizzo del materiale di scavo;
- Possibile contaminazione per effetto di sversamento accidentale di olii e rifiuti sul suolo.

Di seguito vengono indicati, congiuntamente, i potenziali impatti delle attività in progetto sulla componente suolo e le relative attività di monitoraggio suddivise per le varie fasi di progetto.

7.3.1 Fasi del monitoraggio

Monitoraggio Ante Operam (AO)

In funzione della restituzione delle superfici interessate nella fase di cantiere (aree di stoccaggio e viabilità provvisoria) o occupate stabilmente in fase di esercizio (piazzole aerogeneratori) al loro uso originario al termine delle rispettive attività, il monitoraggio ante operam si dovrà indirizzare alla definizione dello stato originario degli areali di intervento, in modo da focalizzare le operazioni di ripristino, quanto più possibile, verso la ricostituzione della situazione iniziale esistente.

Per tale operazione potrà risultare idonea una mappatura agronomico-forestale delle aree interessate corredata da un'adeguata documentazione fotografica.

Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) - Fase di cantiere

Le attività di costruzione dell'impianto eolico prevedono l'esecuzione di scavi e sbancamenti; tali operazioni saranno eseguite con mezzi meccanici avendo cura di ridurre al minimo le alterazioni morfologiche dei luoghi. Gli impatti sul suolo e sul sottosuolo indotto dagli aerogeneratori e dalle opere accessorie durante la fase di cantiere sono riconducibili essenzialmente:

- all'occupazione di superfici naturali o agrarie;
- alle alterazioni morfologiche;
- all'insorgenza di fenomeni di erosione.

L'area effettivamente occupata dalle opere di progetto (piazzola su cui insiste l'aerogeneratore, viabilità di progetto, edifici di impianto, adeguamento della viabilità pubblica locale), è di fatto molto modesta, attesa la natura essenzialmente lineare o puntuale di tali opere.

La realizzazione delle opere in progetto prevede, per il CO varie operazioni, la maggior parte delle quali, tuttavia, comporterà nei confronti della componente ambientale suolo e sottosuolo, impatti generalmente transitori in quanto limitati alla durata del cantiere, che coprono un arco temporale mediamente non superiore ai 12-14 mesi. Alla fine del cantiere e alla messa in opera degli aerogeneratori saranno previste azioni di ripristino necessarie per riportare il territorio interessato nelle condizioni più possibile simili a quella antecedente alla realizzazione dell'opera. Le attività previste nella fase di cantiere (*per i dettagli si rimanda al Quadro Progettuale ed agli elaborati del progetto definitivo*) sono:

- adeguamento della viabilità esistente, laddove necessario;
- realizzazione delle strade di collegamento delle piazzole degli aerogeneratori alla strada principale e dell'area di cantiere;
- realizzazione opere di regimentazione e/o consolidamento, ove necessario;
- formazione delle piazzole per l'alloggiamento degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni in calcestruzzo armato degli aerogeneratori, formazione del piano di posa dei basamenti prefabbricati delle cabine di macchina;
- realizzazione dei cavidotti interrati;
- trasporto in sito dei componenti elettromeccanici;
- sollevamenti e montaggi elettro-meccanici;
- attività di commissioning ed avviamento dell'impianto;
- ripristini ambientali.

La relativa semplicità costruttiva e di gestione dell'opera non determina significative produzioni di rifiuti, gli unici rifiuti che eventualmente saranno prodotti che potrebbero interferire con il suolo, se non adeguatamente gestiti, sono:

- *Imballaggi di varia natura*; considerato l'alto grado di prefabbricazione dei componenti utilizzati (navicelle, pale, torri tubolari), si avrà una produzione di rifiuti non pericolosi originati prevalentemente da imballaggi (pallets, bags, imbracci, ecc.), che saranno raccolti e gestiti in modo differenziato secondo le vigenti disposizioni. Per quanto riguarda l'aspetto ambientale in questione, non si ritiene di dover prevedere particolari misure di mitigazione, ulteriori rispetto alle normali pratiche di buona gestione dei rifiuti stabilite dalla normativa vigente. Nel complesso i rifiuti generati verranno selezionati e differenziati, come previsto dal D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e debitamente riciclati o inviati ad impianti di smaltimento autorizzati.

- *Sfridi di materiali da costruzione* (acciai d'armatura, casseformi in legname o altro materiale equivalente, cavidotti, corrugati).

Si consiglia di inserire nel piano di cantierizzazione esecutivo una eventuale area di stoccaggio dei rifiuti prodotti al fine di individuare un'area che sia lontana da corsi d'acqua e da zone suscettibili di movimenti franosi.

- *Terre e rocce da scavo*, che saranno trattati così come prevede la normativa vigente DPR 120/2017; infatti è stato redatto un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo che nel dettaglio mostra sia le volumetrie di scavo da effettuare, i materiali che andranno ad essere riutilizzati e quelli che dovranno essere conferiti a discarica.



Fig. 9 - Alcune fasi di cantiere per la realizzazione di un Impianto eolico (Fonte: web)

Nella realizzazione degli scavi, volti ad ospitare i cavi di collegamento tra gli aerogeneratori e le cabine di consegna (armadi stradali), le fasi di cantiere saranno:

- scavo di trincea;
- posa cavi ed esecuzione giunzioni e terminali;
- rinterro trincea e buche di giunzione.

Per la messa in opera dei cavi verranno usate tutte le accortezze dettate dalle buone norme di progettazione ed è previsto il ripristino delle condizioni ante operam. Al fine di proteggere dall'erosione le eventuali superfici nude ottenute con l'esecuzione degli scavi, laddove necessario, si darà luogo ad un'azione di ripristino e consolidamento del manto. Quanto sopra esposto permette di affermare che la fase di cantiere produrrà un impatto minimo sulla componente suolo e sottosuolo e, pertanto, non si ravvisano particolari problematiche di natura ambientale.

Le operazioni di monitoraggio previste in questa fase sono:

- Controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo delle Terre e Rocce da Scavo durante le fasi di lavorazione più importanti;
- Controllo del corretto stoccaggio del materiale di scavo, in termini di verifica delle aree che devono essere coerenti con quelle previste in progetto e delle altezze dei cumuli con pendenze inferiori all'angolo di attrito del terreno;
- Verificare le tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
- Al termine delle lavorazioni verificare che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti;
- Verificare, al termine dei lavori, che eventuale materiale in esubero sia smaltito

secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo predisposto ed alle variazioni di volta in volta apportate allo stesso. • Evidenziare immediatamente eventuali sversamenti accidentali (di entità non trascurabile) di sostanze pericolose per l'ambiente (oli, carburanti, vernici etc.) che vanno immediatamente rimosse. Normalmente tali sversamenti accidentali, risultano molto evidenti e pertanto si può intervenire rapidamente garantendo un elevato margine di sicurezza.

Le aree che in questa fase saranno interessate da movimentazione del terreno (Scavi o Rilevati) saranno comunque ripristinate secondo l'originaria morfologia e saranno oggetto di azioni di rinverdimento, al fine di accelerare il più velocemente possibile il ritorno alle condizioni naturali ante-operam; in tal modo eventuali problematiche di erosione, per quanto modeste data l'ubicazione di tali aree generalmente prossime alle linee di displuvio, saranno comunque ridotte al minimo.

Monitoraggio in Fase di Esercizio (FE)

Dalla valutazione degli aspetti progettuali le modifiche che gli interventi proposti introducono nell'ambiente non causano trasformazioni sull'evoluzione dei normali processi geodinamici esogeni ed endogeni, come ampiamente illustrato nelle Relazioni Specialistiche allegate al progetto, in particolare la relazione Geologica – Geomorfologica che afferma la compatibilità geomorfologica degli interventi di progetto.

Le operazioni di monitoraggio previste sono:

- Verifiche geomorfologiche focalizzate all'analisi di eventuali fenomeni di erosione che le strade di servizio al parco e le stesse piazzole, possono avere creato, con cadenza annuale e comunque a seguito di forti eventi meteorici e del corretto funzionamento di tutti gli interventi di ingegneria naturalistica eventualmente realizzati; tale monitoraggio permetterà di rilevare precocemente evidenze di fenomeni di erosione e/o di instabilità incipienti dei versanti al fine di valutare opportuni interventi di sistemazione idrogeologica.

- I controlli andranno effettuati una o due volte l’anno, orientativamente a fine estate o dopo la stagione primaverile e comunque almeno una volta l’anno e possibilmente immediatamente dopo eventi piovosi significativi.
- Verifica del corretto esito delle attività di ripristino dei luoghi;
- Verifica visiva dello stato di manutenzione e pulizia degli interventi di ingegneria naturalistica e del funzionamento dei drenaggi tramite ispezione visiva e strumentale (Freatimetro – Scandaglio laser).

Monitoraggio Post Operam (PO) - Fase di dismissione

Le attività di monitoraggio in fase di dismissione, relativamente alle attività di cantiere che prevedono l’utilizzo di mezzi e uomini, sono del tutto assimilabili a quelle già evidenziate per il Corso d’opera. Esse, tuttavia, saranno anche mirate alla restituzione delle superfici occupate (essenzialmente le piazzole di esercizio) al loro uso originario, con il ripristino delle capacità originarie del suolo, eseguendo se necessario le opportune lavorazioni agricole e forestali, al fine di ristabilire le potenzialità naturali del terreno.

In conclusione, si ritiene che l’impatto complessivo del progetto sulla componente suolo e sottosuolo sarà basso durante la fase di costruzione, nullo durante le fasi di esercizio e positivo durante la fase di dismissione, nel paragrafo seguente vengono tuttavia richiamate alcune raccomandazioni indirizzate alla mitigazione degli impatti.

7.3.2 Raccomandazioni per la mitigazione degli impatti su suolo e sottosuolo

Quali raccomandazioni di carattere generale al fine di mitigare gli impatti delle opere in progetto, in tutte le sue varie fasi si elencano:

- Massimizzazione nel riutilizzo del materiale di scavo, riducendo al minimo il trasporto in discarica;
- Scavi e movimenti di terra ridotti al minimo indispensabile, attraverso una ottimizzazione dei fronti di scavo (in altezza e pendenza) in fase di esecuzione dell’opera;
- Prevedere tempestive misure di interventi in caso di sversamento accidentale di sostanze inquinanti su suolo, con protocolli di “pronto intervento” da inserire nei Piani Operativi di sicurezza dei cantieri;
- Stoccaggio temporaneo del materiale in aree pianeggianti, evitando punti critici (scarpate), riducendo al minimo i tempi di permanenza del materiale;
- Utilizzo della tecnologia T.O.C. (Trivellazione orizzontale controllata), ossia l’impiego della tecnologia NO-DIG che consentirà di limitare i lavori di scavo a cielo aperto a quelli connessi ed indispensabili all’impiego della suddetta tecnologia.

7.4 COMPONENTE PAESAGGIO E BENI CULTURALI

Il PMA è stato contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello nazionale dal D.Lgs.n.42/04 e ss.mm e ii. Per tale componente non è previsto un piano di monitoraggio operativo ma viene riportata una sintetica valutazione dei principali impatti sull'ambiente (l'argomento è approfonditamente trattato nello SIA) e delle relative misure di mitigazione da adottare.

Impatti in Fase di cantiere (CO e PO)

Le attività di costruzione dell'impianto eolico produrranno indubbiamente degli effetti sulla componente paesaggio; l'impatto sarà tuttavia di carattere temporaneo in quanto riferito ad una fase transitoria limitata al periodo di realizzazione delle opere e pertanto può ritenersi totalmente compatibile.

Con riferimento alle alterazioni visive, in fase di cantiere, qualora si dovesse rendere necessario schermare le lavorazioni, si può prevedere di rivestire le recinzioni provvisorie dell'area, con una schermatura costituita da una rete a maglia molto fitta di colore verde, in grado di integrarsi con il contesto ambientale, considerata comunque la distanza dai centri abitati e/o da possibili ricettori di interesse paesaggistico la probabilità di problematiche simili è da ritenersi pressoché nulla.

Durante l'esecuzione del cantiere l'obiettivo da perseguire è quello di fare delle scelte idonee, dal punto di vista tecnico-costruttivo, tali da limitare al massimo la produzione di materiale di rifiuto, produzione di rumori e polveri, collegate direttamente o indirettamente alle attività di cantiere. Tali accorgimenti, tra le altre cose, consentiranno di attenuare le tematiche di qualità paesaggistica collegate alle attività di cantiere, fattori che comunque si configurano come reversibili e contingenti alle sole fasi di lavorazione.

Impatti in Fase di esercizio (FE)

Durante la fase di esercizio il potenziale impatto di un impianto eolico è dovuto all'alterazione della percezione del paesaggio legata all'introduzione di nuovi elementi e segni nel quadro paesaggistico.

Gli aerogeneratori, per la loro configurazione, sono visibili in ogni contesto ove vengano inseriti, in modo più o meno evidente in relazione alla topografia e condizioni meteorologiche. La loro dimensione non varia linearmente con la potenza erogata. Ultimamente da parte dei costruttori di aerogeneratori l'estetica è tenuta in debita considerazione e quindi una scelta accurata della forma e del colore dei componenti principali della macchina, insieme all'uso di un prodotto opportuno per evitare la riflessione delle parti metalliche, concorre in misura notevole ad armonizzare la presenza degli impianti eolici nel paesaggio. La grande maggioranza dei visitatori degli impianti eolici rimane favorevolmente impressionata del loro inserimento come parte attiva del paesaggio e come negli anni ormai l'inserimento di queste turbine fa parte dello Skyline e la percezione all'orizzonte di queste macchine non è visto dalla maggioranza degli osservatori sfavorevolmente, del resto è possibile notare come taluni manufatti, quali ad esempio gli stessi tralicci della rete di trasmissione dell'energia elettrica, un tempo elementi estranei al paesaggio, ne siano pienamente entrati a far parte non risultandone più così avulsi, anche perché la comunità ha cominciato a percepire l'importanza e la strategica funzione sia degli impianti di produzione che dalle reti di trasporto e quindi la loro realizzazione è imprescindibile, ai fini della contribuzione al raggiungimento degli obiettivi preposti, sempre nel rispetto dell'ambiente e cercando di inserire sempre di più gli impianti nel paesaggio esistente.

Per ciò che concerne il progetto in esame, si è optato per soluzioni costruttive tese a limitare l'impatto visivo prevedendo configurazioni geometriche regolari. I criteri di scelta degli aerogeneratori e la progettazione del layout di impianto hanno riguardato, oltre all'ottimizzazione

della risorsa eolica presente in zona, anche la gestione ottimale delle viste al fine di ottenere un’adeguata armonizzazione con l’orografia del terreno. In altre parole, l’impegno mostrato nella definizione del layout di progetto è stato quello di rispettare il più possibile la conformazione paesaggistica originaria dell’area senza stravolgerne le forme, favorendo un inserimento “morbido” del Parco Eolico. Gli aerogeneratori verranno installati in base a quanto scaturito dallo studio del vento e dall’analisi dei dati a disposizione rispettando le distanze “tecniche” tra le macchine, al fine di evitare effetti di disturbo reciproco dovuto alle interferenze aerodinamiche tra le turbine riconducibili all’effetto schiera e all’effetto di scia. In definitiva, le turbine inserite nel progetto seguono il naturale sviluppo morfologico e orografico dell’area e si presenteranno come un’unità immersa in uno spazio, con presenza di altri aerogeneratori che ormai risultano già accettati come nuovo elemento del paesaggio.

7.4.1 Azioni da intraprendere per mitigare gli impatti

In fase di cantiere (CO e PO)

Con riferimento alle alterazioni visive, in fase di cantiere, se dovessero sorgere delle problematiche di forte impatto visivo, specie per alcune lavorazioni, si prevederà di rivestire le recinzioni provvisorie delle aree con una schermatura costituita da una rete a maglia molto fitta di colore verde in grado di integrarsi con il contesto ambientale.

Per quel che concerne l’inquinamento delle acque superficiali, l’abbattimento delle polveri, già trattato, contribuirà a mitigare l’eventuale intorbidimento delle acque superficiali che scorrono sui versanti limitrofi all’area lavori. Si tratterà comunque di solidi sospesi di lieve entità che non pregiudicano l’assetto microbiologico delle acque superficiali.

In fase di esercizio (FE)

Nella fase di esercizio di un Impianto Eolico non si prevedono misure particolari di Mitigazione poiché tutte le valutazioni paesaggistiche del progetto, nel loro insieme, sono state fatte in sede di scelta progettuale utilizzando Aerogeneratori Tripala di ultima generazione, ovvero “Torri” con verniciature antiriflettenti di colore bianco per evitare abbagliamenti sia per l’avifauna che per eventuali visitatori e sono state prodotte opportune documentazioni cartografiche e fotografiche, compresa una tavola di dettaglio con i foto-inserimenti che mostrano lo stato dei luoghi sia nella fase Ante Operam sia nella fase Post Operam. In ogni caso, se durante l’iter Autorizzativo dovessero emergere delle prescrizioni da parte dei soggetti competenti ad inserire eventuali opere di Mitigazioni, la Società sin da ora si rende disponibile a valutarle e programmarle.

7.5 COMPONENTE BIODIVERSITA’

Sulla base di quanto previsto negli Indirizzi metodologici specifici per la Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.), e sulla base di documenti e lavori specifici consultati, in questo paragrafo vengono trattate le componenti Flora, Vegetazione e Fauna.

Lo schema base per il monitoraggio si articolerà secondo gli indirizzi di seguito elencati:

- Individuazione degli obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale per Flora, Vegetazione e Fauna;
- localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio;
- parametri descrittivi (indicatori);
- scale temporali e spaziali d’indagine/frequenza e durata;
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati.

7.5.1 Flora e Vegetazione

Gli obiettivi del monitoraggio saranno indirizzati alla:

- valutazione e misurazione dello stato delle componenti flora e vegetazione prima, durante e dopo i lavori per la realizzazione del parco eolico in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione ed esercizio che interesseranno l’area;
- garanzia, durante la realizzazione dei lavori in oggetto e per i primi anni di esercizio, dello stato di conservazione della flora e vegetazione al fine di rilevare eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e alla predisposizione delle necessarie azioni correttive;
- verifica dell’efficacia delle eventuali misure di mitigazione previste in fase di progettazione definitiva.

La vegetazione da monitorare presente nel sito, dai rilievi effettuati, risulta caratterizzata dal comprensorio agricolo in esame. L’analisi del sistema agrario ha interessato sia le zone di allocamento delle turbine che le aree interessate dal cavidotto di collegamento alla sottostazione di riferimento.

Le aree su cui sorgeranno gli aerogeneratori sono caratterizzate da Colture intensive (cod. 2111); invece, le aree interessate al passaggio del cavidotto, tutte su strada, sono identificabili come colture intensive (cod. 2111), sistemi colturali e particellari complessi (cod. 242) e oliveti (cod. 223).

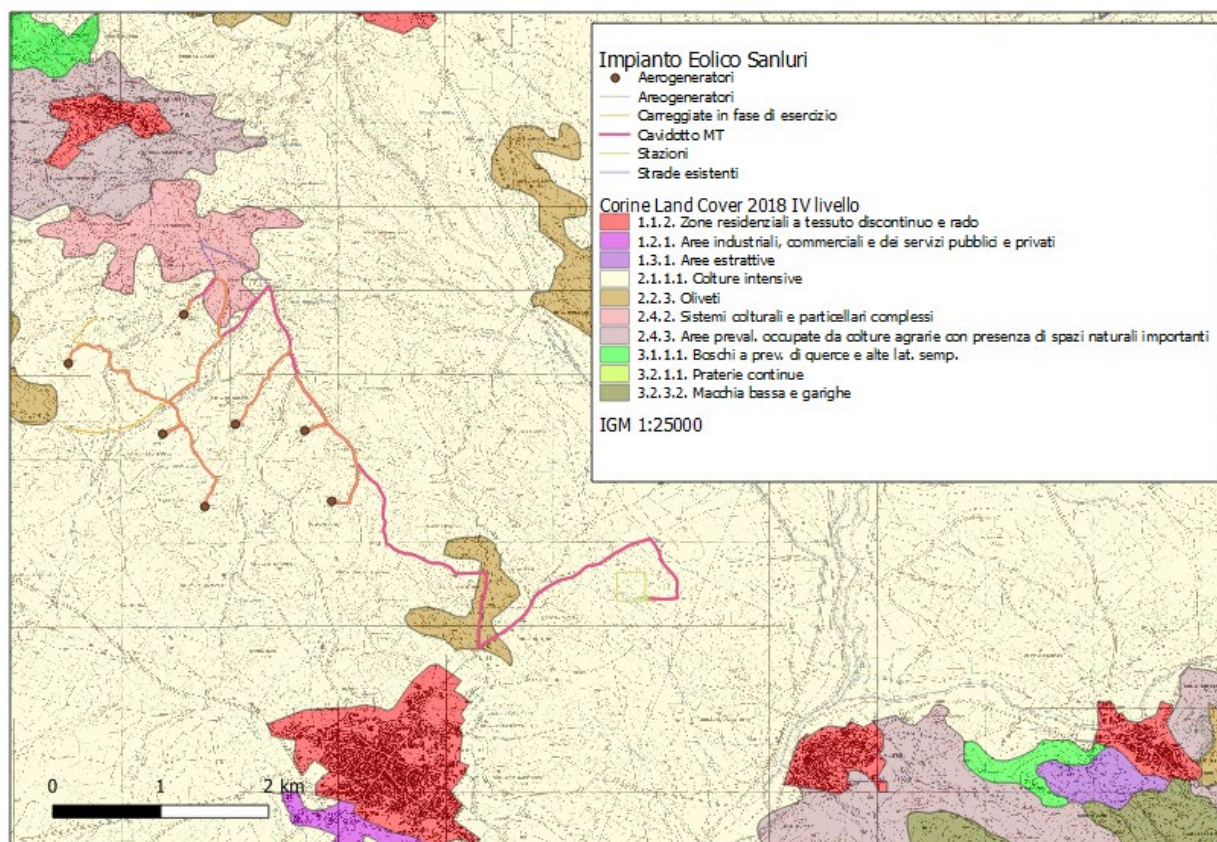


Fig. 10 - Cartografia CLC 2018 IV livello – Area Parco Eolico

La vegetazione da monitorare risulterà essere quella naturale, rappresentata da specie floristiche appartenenti alla flora spontanea, in un'area buffer di 500 m da ogni aerogeneratore, al cui interno verranno previste tutte le azioni di cantiere e gli assetti finali.

La matrice di paesaggio vegetazionale risulta essere costituita, in relazione al posizionamento degli aerogeneratori, da coltivazioni a seminativo.

Aree di Indagine e Punti Di Monitoraggio

L'area presa in esame, ai fini del monitoraggio, comprende sia settori adiacenti alle aree di cantiere sia aree test scelte per la loro rappresentatività e idonee a rilevare le eventuali interferenze con le azioni descritte nel progetto; l'indagine sarà finalizzata ad individuare la flora presente nell'area interessata dall'opera.

Gli studi in esame analizzano solitamente la sola flora vascolare (Pteridofite, Gimnosperme e Angiosperme), tralasciando Epatiche, Muschi e Licheni, nulla togliendo alla loro importanza in termini ecologici e non dimenticando che anche in questi gruppi tassonomici sono presenti specie di elevato valore conservazionistico (specie endemiche, minacciate, ecc.) e importanti ai fini del monitoraggio della qualità ambientale in quanto bioindicatrici. Tra le componenti biotiche, notevole importanza assume la conoscenza del patrimonio vegetale, inteso non solo come elencazione dei singoli taxa che lo costituiscono ma anche come capacità di aggregazione e di disposizione delle specie vegetali coerenti con il luogo nel quale essi crescono.

La flora nel suo complesso è l'espressione della capacità adattativa delle specie vegetali a determinate condizioni ambientali di una data area, essa assume maggiore valore naturalistico e scientifico quando, fra gli elementi che la compongono, risultano presenti rarità ed endemie. Ciò avviene in particolari ambienti privi in ogni caso di un forte taxa-impatto antropico.

La flora della Sardegna è tipicamente mediterranea, influenzata notevolmente dal clima caratterizzato inverni miti ed estati secche. La vegetazione boschiva è caratterizzata soprattutto da formazioni sempreverdi formate da alberi di leccio e sughera e da boschi a foglie caduche come la roverella e il castagno. Formazioni cespugliose di corbezzolo, lentisco, ginepro, olivastro, cisti, mirto, fillirea, erica, ginestra, rosmarino, viburno, euforbia si identificano con la "macchia mediterranea". Queste formazioni, di grande interesse ecologico, sono le più rappresentative della area mediterranea. Nei terreni degradati la macchia lascia il posto alla "gariga", costituita da specie come il timo, l'elicriso, i cisti, l'euforbia.

L'ambiente favorevole della Sardegna ha consentito la diffusione di numerosi endemismi vegetali e animali di straordinaria valenza naturalistica, che mostrano spesso caratteristiche tipiche delle isole, come le dimensioni più piccole degli esemplari rispetto a specie affini presenti in regioni geografiche più grandi, oppure caratteristiche peculiari dovute al lungo isolamento.

I numeri danno le seguenti indicazioni: in Sardegna esistono 695 generi di piante e 62 sono gli endemismi.

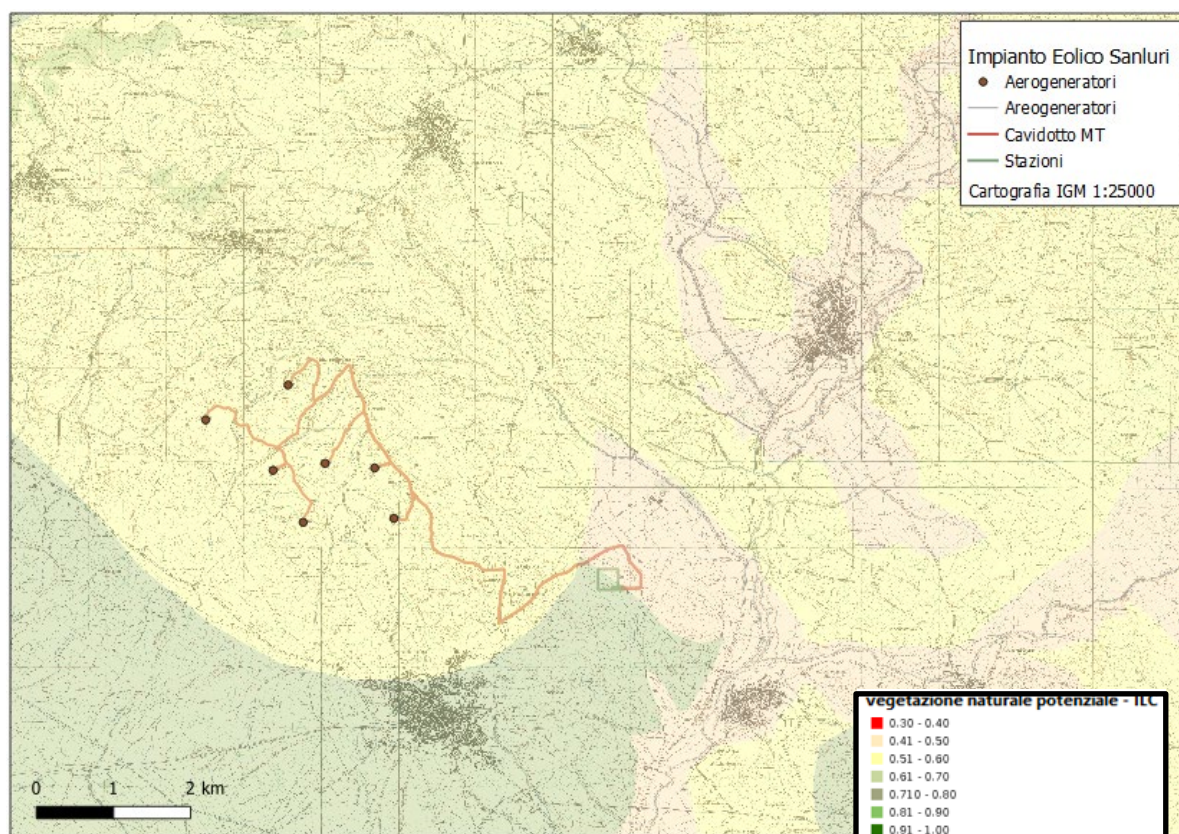


Fig. 11 - Carta della Vegetazione naturale potenziale in relazione all'area di impianto

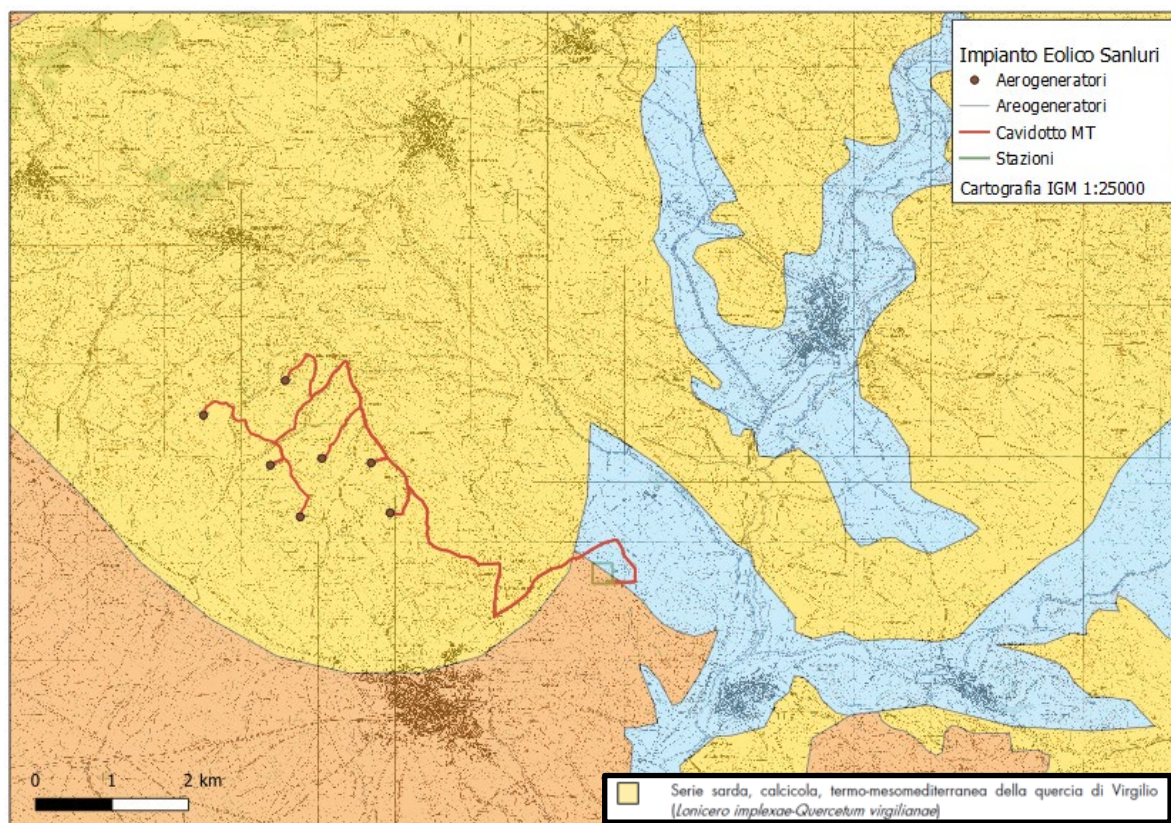


Fig. 12 - Carta della Serie di Vegetazione d'Italia in relazione all'area di impianto

In relazione alla carta della vegetazione naturale potenziale, le aree di allocamento degli aerogeneratori rientrano nella classe media (0,51-0,60) e fanno riferimento ad “Serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgilianae*)” secondo la Carta della Serie di Vegetazione d'Italia.

Per ciò che concerne la carta degli habitat, si fa presente che le aree del parco eolico risultano esterne ai siti di interesse citati nella carta menzionata. All'esterno delle aree interessate dal progetto, sia dei singoli aerogeneratori, sia delle strade di accesso che per le aree di interesse per il cavidotto di collegamento si osservano formazioni legate a particolari habitat e specificatamente al **34.81 – Prati aridi mediterranei subnitrofilo** e **82.3 – Coltive di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi**.

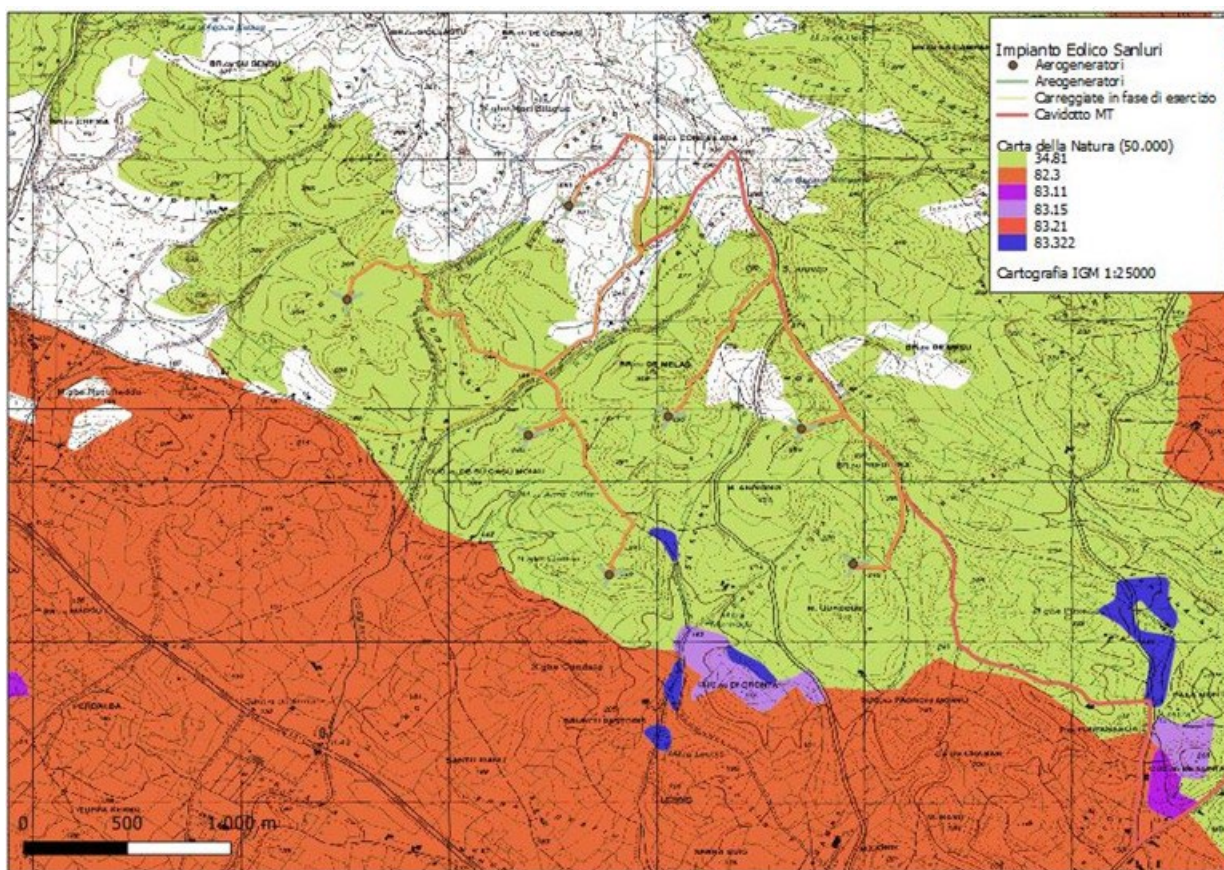


Fig. 13 - Carta Corine Biotopes in relazione al layout di impianto

Indicatori di Descrizione

Obiettivo del monitoraggio sarà la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall’opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione. In relazione alle specie vegetali individuate come specie target (quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte), caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità.

Le specie target considerate saranno:

- specie alloctone infestanti;
- specie protette ai vari livelli di conservazione.

Gli indicatori considerati saranno:

- comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali all’interno delle formazioni;
- frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche;
- rapporto tra specie alloctone e specie autoctone;
- presenza delle specie protette (o presenti nelle Liste rosse IUCN) all’interno delle formazioni;
- frequenza delle specie protette (o presenti nelle Liste rosse IUCN);
- rapporto tra specie protette e specie autoctone.

Per quanto concerne le specie alloctone presenti, si farà riferimento ad una recente pubblicazione del Ministero dell’Ambiente “Flora vascolare alloctona delle Regioni d’Italia” anno 2010, a cura di C. Blasi e altri. Tale studio ha attuato una precisa analisi sulla diffusione di specie aliene sul territorio nazionale esaminando, regione per regione, l’entità e la percentuale di specie alloctone riferibili alla flora vascolare.

Fasi temporali del monitoraggio

Monitoraggio Ante Operam (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam verrà effettuato e si concluderà prima dell’inizio delle attività interferenti, ossia prima dell’insediamento dei cantieri e dell’inizio dei lavori e ha come obiettivo principale quello di fornire una descrizione dell’ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell’opera. Prevedrà la caratterizzazione delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti nell’area direttamente interessata dal progetto e relativo stato di conservazione. In questa fase verranno acquisiti dati sulla consistenza floristica delle diverse formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali, i rapporti dinamici con le formazioni secondarie. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti. L’indagine in campo verrà effettuata, possibilmente, nel periodo primaverile – estivo e avrà una durata complessiva, comprensiva dell’analisi dei dati, di circa 2 mesi.

Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) – Fase di Cantiere

Il monitoraggio in corso d’opera riguarda il periodo di realizzazione delle opere, dall’apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti interessati da opere provvisorie. Il monitoraggio in corso d’Opera dovrà verificare l’insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi precedentemente individuate. I rilievi verranno effettuati durante la stagione vegetativa e avranno la durata di un anno. I risultati del monitoraggio saranno valutati e restituiti nell’ambito di rapporti annuali. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti.

Monitoraggio in Fase di esercizio (FE)

Il monitoraggio in fase di esercizio inizierà successivamente al completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. Il monitoraggio avrà lo scopo di verificare l’insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi vegetali precedentemente individuate e valutare lo stato delle opere di mitigazione effettuate. I rilievi verranno effettuati durante le stagioni vegetative e avranno la durata di almeno tre anni. Le indagini in campo si effettueranno in periodo tardo primaverile-estivo per un arco temporale di circa 2 mesi, con successive analisi dei dati ed emissione di un rapporto finale.

Monitoraggio Post Operam (PO) – Fase di dismissione

Le attività di monitoraggio in fase di dismissione, relativamente alle attività che prevedono l’utilizzo di mezzi ed uomini, sono del tutto assimilabili a quelle già evidenziate per il Corso d’opera. Le attività riguarderanno pertanto il periodo che andrà dall’apertura dei cantieri per lo smantellamento dell’impianto fino alle opere per il completo ripristino dei luoghi.

Anche in questo caso, quindi, il monitoraggio dovrà verificare l’insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi precedentemente individuate nei monitoraggi della fase di esercizio. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti finali comparativi.

Rilevamento dei dati e analisi

Raccolta dei dati

• Individuazione delle aree test

Il piano di monitoraggio prevedrà l’individuazione di aree test su cui effettuare le indagini

floristiche. All'interno dell'area buffer, nella fase ante-operam, saranno individuate 3 aree test rappresentative delle formazioni presenti adiacenti alle aree interessate dalla costruzione delle strutture, aree di scavi e riporti, aree di accumuli temporanei di terreno, aree di adeguamento della viabilità esistente e di attraversamento dei fossi. Successivamente, in fase di cantiere (corso d'opera) in fase di esercizio (FE) i rilievi saranno ripetuti.

Non si è ritenuto necessario individuare aree test sui seminativi in quanto si tratta di aree coltivate.

- *Rilievo fitosociologico*

In queste aree saranno eseguiti alcuni rilievi fitosociologici, all'interno di quadrati di 80-100mq di superficie, omogenei dal punto di vista strutturale. I rilievi saranno eseguiti due volte all'anno, in primavera e in autunno per poter avere un quadro più possibile comprensivo della composizione floro-vegetazionale dell'area.

L'analisi fitosociologica viene eseguita con il metodo di Braun-Blanquet, in cui alle specie vengono assegnati valori di copertura e sociabilità, secondo la scala di Br.-Bl. modif. Pignatti. Per ogni specie verranno assegnati due coefficienti, rispettivamente di copertura e di sociabilità. Il valore di copertura sarà una valutazione della superficie occupata dagli individui della specie entro l'area del rilievo. La sociabilità si riferirà alla disposizione degli individui di una stessa specie all'interno di una data popolazione. I rilievi saranno successivamente riuniti in tabelle fitosociologiche. Tale metodo si rivela particolarmente idoneo a rappresentare in maniera qualitativa la compagine floristica presente e a valutare le variazioni spazio-temporali delle fitocenosi.

- *Rilievi strutturali*

Per la caratterizzazione delle componenti strutturali che formano la cenosi, i rilievi saranno condotti attraverso l'individuazione dei piani di vegetazione presenti, l'altezza dal suolo dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo, il grado di copertura dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo, il pattern strutturale della vegetazione arbustiva ed arborea (altezza totale, altezza inserzione della chioma, dimensioni della chioma) e il rilievo del rinnovamento naturale.

- *Rilievo floristico*

All'interno di ognuno dei quadrati utilizzati per i rilievi fitosociologici, saranno individuate un numero idoneo di aree campione (di 0,5 mq), scelte casualmente, all'interno delle quali verrà prodotto un inventario floristico vegetazionale.

- *Rilievi fenologici*

Per le specie con copertura maggiore del 50% si indicherà lo stadio fenologico.

Elaborazione dei dati

Elaborazione dei dati vegetazionali

I rilievi delle aree in esame potranno essere confrontati con dati esistenti in bibliografia per zone limitrofe. Tali rilievi saranno sottoposti ad elaborazione numerica (classificazione e/o ordinamento) per ottenere indicazioni sulle differenze floristiche ed ecologiche dei siti e sul dinamismo della vegetazione ed eventuali variazioni dovute ai disturbi potenziali. Attraverso il confronto tra le varie tabelle, sarà possibile precisare l'attribuzione fitosociologica delle cenosi, individuare i contatti e le relazioni esistenti tra diverse tipologie di vegetazione (analisi sinfitosociologica) compresi i rapporti di tipo seriale (successionale) e catenale.

Elaborazione dei dati floristici

Per analizzare la significatività delle differenze sarà utilizzata l'analisi della varianza, effettuata

sulla tabella di frequenze delle specie. Sulla base delle forme biologiche e dei corotipi dedotti dall'elenco floristico, sarà anche possibile definire l'ecologia delle cenosi (sinecologia), in relazione a territori simili.

In ordine ai risultati, in maniera riepilogativa, gli studi riporteranno i seguenti dati:

- periodi e metodologia di campionamento;
- lista delle specie notevoli, florula;
- localizzazione cartografica delle stazioni di piante della Lista rossa regionale delle piante e delle specie inserite negli allegati II e IV della Direttiva "Habitat";
- indicazione ed analisi degli indici di abbondanza e stima della consistenza delle popolazioni;
- carta fitosociologica;
- carta dei tipi di habitat, con particolare riferimento a quelli indicati nelle eventuali schede "Natura 2000".

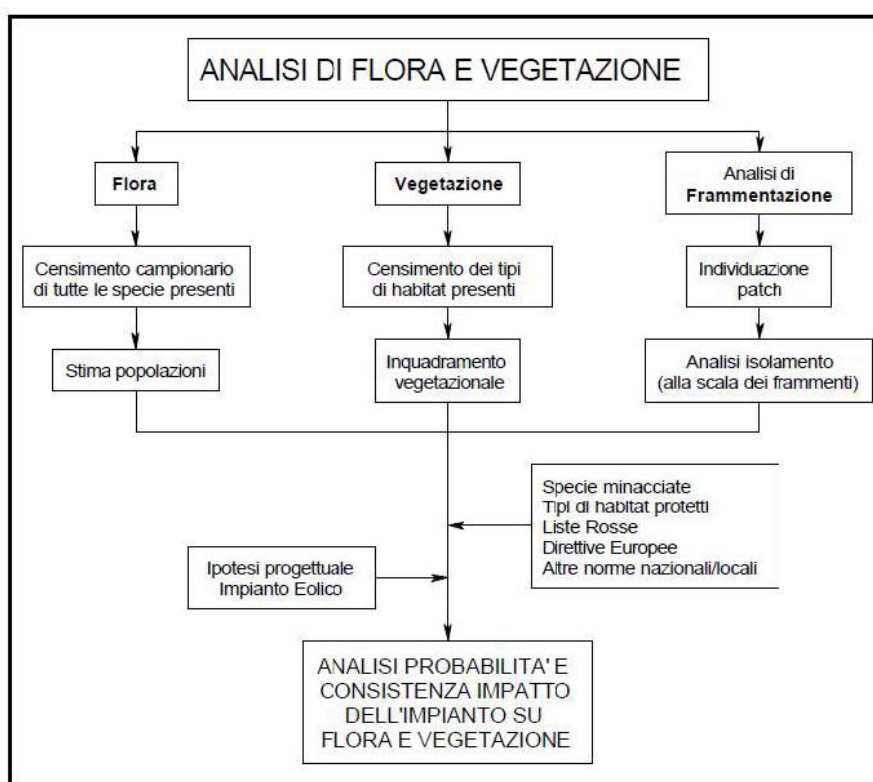


Fig. 14 - Diagramma per analisi componenti di biodiversità (flora, vegetazione e frammentazione)

7.5.2 Fauna

Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio sulla fauna sarà rivolto principalmente a popolamenti di uccelli e chiroteri. Obiettivo del monitoraggio sarà quello di definire eventuali variazioni delle dinamiche di popolazioni, delle eventuali modifiche di specie target indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Uccelli e Chiroteri sono i gruppi di animali utilizzati per il monitoraggio degli impianti eolici.

Di seguito si riportano gli obiettivi specifici del protocollo di monitoraggio:

- acquisire un quadro completo delle conoscenze riguardanti l'utilizzo da parte degli uccelli dello spazio coinvolto dalla costruzione dell'impianto, per prevedere, valutare e/o stimare il rischio di impatto (sensu lato, quindi non limitato alle collisioni) sulla componente medesima, a scale

geografiche conformi ai range di attività delle specie e delle popolazioni coinvolte (fase ante operam);

- fornire una quantificazione dell'impatto degli aerogeneratori sul popolamento animale e, nella fattispecie, sugli uccelli che utilizzano per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo e lo spazio aereo entro un certo intorno dalle turbine;
- disporre di una base di dati in grado di rilevare l'esistenza o di quantificare, nel tempo e nello spazio, l'entità dell'impatto delle torri eoliche sul popolamento animale e, in particolare, sugli uccelli che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo ed i volumi entro un certo intorno dalle turbine. Anche per quanto concerne i Chirotteri, il monitoraggio sarà finalizzato alla valutazione degli impatti che il parco eolico potrebbe arrecare a questo ordine di mammiferi. I potenziali impatti della tecnologia eolica nei confronti dei Chirotteri sono fondamentalmente gli stessi che riguardano gli uccelli (morte per collisione, perturbazione delle rotte di volo, disturbo, perdita e modificazione dell'habitat).

Il monitoraggio si svilupperà in tre fasi: ante operam dovrà prevedere la caratterizzazione delle zoocenosi e dei relativi elementi faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione. Il monitoraggio in corso d'opera e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza delle popolazioni faunistiche precedentemente individuati.

Aree di indagine e punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio individuati saranno gli stessi sia per le fasi ante, che in corso e post operam, al fine di valutare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste nel progetto. Per quanto concerne le fasi in corso e post operam, sarà necessario identificare le eventuali criticità ambientali non individuate durante la fase ante operam, che potrebbero richiedere ulteriori esigenze di monitoraggio. In corso d'opera il monitoraggio dovrà essere eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative. In fase di esercizio, nel caso di opere puntuali potrà essere utile individuare un'area (buffer) di possibile interferenza all'interno della quale compiere i rilievi; nel caso di infrastrutture lineari, potranno essere individuati transetti e plot permanenti all'interno dei quali effettuare i monitoraggi. La localizzazione sarà strettamente legata alle metodologie da adottare per i vari gruppi tassonomici oggetto di monitoraggio i quali, prevedono operazioni diversificate in relazione ai vari gruppi/specie.

Mappatura passeriformi nidificanti lungo transetti lineari

L'obiettivo sarà quello di localizzare i territori legati ai passeriformi nidificanti, stimare la loro popolazione nell'immediato intorno dell'impianto, acquisire i dati relativi a variazioni di distribuzione territoriale e a densità conseguenti all'installazione delle torri eoliche e alla realizzazione delle strutture a loro annesse. Al fine di verificare l'effetto di variabili che possono influenzare la variazione di densità e che risultano indipendenti dall'introduzione degli aerogeneratori o da altre strutture annesse all'impianto, laddove possibile, saranno stabiliti transetti posti in aree di controllo.

Impianti posti in ambienti di incolto aperti (copertura boscosa < 40%)

Si esegue una mappatura, quanto più precisa, di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli che si incontrano percorrendo approssimativamente la linea di giunzione dei punti di collocazione

delle torri eoliche (ed eventualmente anche altri tratti interessati da tracciati stradali di nuova costruzione). I periodi migliori per le rilevazioni sono a partire dall'alba o da tre ore prima del tramonto, con un transetto a piedi alla velocità di circa 1-1,5 km/h, sviluppato longitudinalmente al crinale in un tratto interessato da futura ubicazione degli aerogeneratori; laddove significativo, la medesima procedura potrà essere applicata lungo il medesimo crinale in un tratto limitrofo all'area dell'impianto, con analoghe caratteristiche ambientali, a scopo di controllo.

I transetti dovranno essere visitati per almeno 3 sessioni mattutine e per massimo 2 sessioni pomeridiane. Rispetto alla linea di sviluppo lineare dell'impianto, calcolata come sommatoria delle distanze di separazione tra le torri (*ciascuna distanza è calcolata tra una torre e la torre più vicina*), i transetti potranno interessare anche tracciati divaganti da quello lineare purché non si scostino oltre i 100 m; affinché la valutazione sia attendibile il tracciato divagante non deve superare il 20% della lunghezza totale del transetto stesso.

La lunghezza minima del transetto da coprire sarà così calcolata:

- per impianti con sviluppo lineare uguale o superiore ai 3 km, il tratto minimo da coprire sarà di 2 km per ciascun transetto;
- per impianti di sviluppo lineare uguale o superiore ai 3 km la lunghezza minima del transetto di monitoraggio sarà di 3 km.

Nel corso di almeno 5 rilevazioni, saranno mappati su carta 1:2.000, i contatti con uccelli passeriformi entro un buffer di 150 m di larghezza, ed i contatti con eventuali uccelli di altri ordini (inclusi i falconiformi), entro 1000 m dal percorso, tracciando nel modo più preciso possibile le traiettorie di volo durante il percorso (comprese le zone di volteggio) ed annotando orario ed altezza minima dal suolo. Al termine dell'indagine saranno ritenuti validi i territori di passeriformi con almeno 2 contatti rilevati in 2 differenti uscite, separate da un intervallo di 15 gg.

Osservazioni lungo transetti lineari in ambienti aperti indirizzate ai rapaci nidificanti

Saranno acquisite informazioni sull'utilizzo delle aree interessate dall'impianto eolico da parte di uccelli rapaci nidificanti, attraverso osservazioni effettuate da transetti lineari su due aree, la prima interessata dall'impianto eolico, la seconda di controllo, laddove sia possibile.

- impianti posti in ambienti aperti (copertura boscosa < 40%)

I transetti, ubicati nell'area dell'impianto e in un'area di controllo (laddove possibile), saranno individuati con le stesse modalità dei precedenti paragrafi. Il rilevamento, da effettuarsi nel corso di almeno 5 visite, (preferibilmente nel periodo maggio-giugno), sarà simile a quello effettuato per i passeriformi canori e prevedrà il completamento del percorso dei transetti tra le 10:00 e le 16:00, con soste di perlustrazione mediante binocolo 10x40 dell'intorno circostante, concentrate in particolare nei settori di spazio aereo circostante le torri (o il loro ingombro immaginario, nel caso di attività di monitoraggio ante-operam). La direzione di cammino, in ciascun transetto, dovrà essere opposta a quella della visita precedente. I transetti dovranno essere visitati per un numero minimo di 3 sessioni mattutine e per un numero massimo di 2 sessioni pomeridiane. Sarà consentito l'utilizzo di tracciati divaganti rispetto alla linea di sviluppo lineare dell'impianto, purché distanti dalla medesima non più di 100 m; affinché la valutazione sia attendibile il tracciato divagante non deve superare il 20% della lunghezza totale del transetto stesso.

I contatti con uccelli rapaci rilevati entro 1000 m dal percorso saranno mappati su carta in scala 1:5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto, del crinale o dell'area di sviluppo del medesimo. Nel caso di impianti disposti a griglia si seguono le stesse modalità descritte sopra, predisponendo all'interno dell'area circoscritta dagli aerogeneratori, un percorso

(di lunghezza minima 2 km) tale da controllare una frazione quanto più estesa della stessa. Analogamente si dovrà predisporre un secondo percorso nel sito di controllo, laddove possibile, di analoghe caratteristiche ambientali, tale da coprire una superficie di uguale estensione. Nell'impossibilità di individuare un'area di controllo, il percorso minimo sarà di 3 km.

Punti di ascolto uccelli notturni nidificanti

L'obiettivo sarà quello di acquisire informazioni sugli uccelli notturni nidificanti nelle aree limitrofe all'area interessata dall'impianto eolico e sul suo eventuale utilizzo come habitat di caccia. Il procedimento prevederà lo svolgimento, in almeno due sessioni in periodo riproduttivo (una a marzo e una nel periodo maggio - giugno) di un determinato numero punti di ascolto all'interno dell'area interessata variabile in funzione della dimensione dell'impianto stesso (almeno 1 punto/km di sviluppo lineare o 1 punto/0,5 kmq). I punti saranno distribuiti in modo uniforme all'interno dell'area o ai suoi margini, rispettando l'accorgimento di distanziare ogni punto dalle torri eoliche (o dai punti in cui queste saranno edificate) di almeno 200 m, al fine di limitare il disturbo causato dal rumore delle eliche in esercizio. Il rilevamento consisterà nella perlustrazione di una porzione quanto più elevata delle zone di pertinenza delle torri eoliche durante le ore crepuscolari, dal tramonto al sopraggiungere dell'oscurità, e a buio completo nell'attività di ascolto dei richiami di uccelli notturni (5 min) successiva all'emissione di sequenze di tracce di richiami opportunamente amplificati (per almeno 30 sec/specie). La sequenza delle tracce sonore comprende, a seconda della data del rilievo e delle caratteristiche ambientali del sito: Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), Assiolo (*Otus scops*), Civetta (*Athene noctua*), Barbagianni (*Tyto alba*), Gufo comune (*Asio otus*) Allocco (*Strix aluco*) e Gufo reale (*Bubo bubo*).

Rilevamento passeriformi da stazioni di ascolto

L'obiettivo sarà quello di fornire una determinazione qualitativa e quantitativa della comunità di uccelli passeriformi nidificanti nell'area interessata dall'impianto eolico; acquisire dati relativi a variazioni di abbondanza delle diverse specie in due distinte aree, una interessata dall'impianto eolico, l'altra di controllo, laddove possibile. Il rilevamento si ispirerà alle metodologie classiche e consisterà nel sostare in punti prestabiliti per 8 o 10 minuti, annotando tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto. I conteggi, da svolgere con vento assente o debole e cielo sereno o poco nuvoloso, saranno ripetuti in almeno 8 sessioni per ciascun punto di ascolto (regolarmente distribuiti nel periodo marzo-giugno), cambiando l'ordine di visita di ciascun punto tra una sessione di conteggio e la successiva. Gli intervalli orari di conteggio comprenderanno il mattino, dall'alba alle successive 4 ore; la sera, da 3 ore prima del tramonto al tramonto stesso. Tutti i punti dovranno essere visitati per un numero uguale di sessioni mattutine (minimo 3) e per un numero uguale di sessioni pomeridiane (massimo 2). Nell'area interessata dall'edificazione degli aerogeneratori si predisporranno un numero di punti di ascolto pari al numero totale di torri dell'impianto maggiorato di due e un numero uguale di punti in un'area di controllo (se reperibile), ubicata su un tratto di crinale limitrofo e comunque caratterizzata da analoghe caratteristiche ambientali. Nella prima area, i punti verranno così dislocati: 40-50% dei punti saranno da ubicare lungo la linea di sviluppo dell'impianto eolico o a una distanza inferiore a 25 m dalla medesima. Ogni punto dovrà essere distante almeno 300 m in linea d'aria dal punto più vicino, ed essere ubicato ad almeno 150 m di distanza dal punto di collocazione degli aerogeneratori.

Nell'area di controllo, laddove possibile: 40-50 % dei punti saranno ubicati lungo la linea di crinale, o a una distanza inferiore a 25 m dalla medesima; il resto dei punti saranno collocati a una distanza compresa tra 100 m e 200 m dalla linea di crinale. Ogni punto dovrà essere distante almeno 300 m in linea d'aria dal punto più vicino.

Osservazioni diurne da punti fissi

L'obiettivo sarà quello di acquisire informazioni sulla frequentazione dell'area interessata dall'impianto eolico da parte di uccelli migratori diurni. Il rilevamento prevedrà l'osservazione da un punto fisso degli uccelli sorvolanti l'area, la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta in scala 1:5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto, del crinale o dell'area di sviluppo del medesimo. Il controllo intorno al punto verrà condotto esplorando con binocolo 10x40 lo spazio aereo circostante, e con un cannocchiale 30-60x montato su treppiedi per le identificazioni a distanza notevoli.

Condizioni ideali per le sessioni di osservazione sono tra le ore 10 e le 16, in giornate con condizioni meteorologiche caratterizzate da velocità tra 0 e 5 m/s, buona visibilità e assenza di foschia, nebbia o nuvole basse. L'ubicazione dei punti dovrà soddisfare i criteri di seguito descritti, secondo un ordine di priorità decrescente:

- ogni punto dovrà permettere il controllo di una porzione quanto più elevata dell'insieme dei volumi aerei determinati da un raggio immaginario di 500 m intorno ad ogni pala eolica. Per impianti a sviluppo lineare, tale condizione sarà realizzata tralasciando l'impianto nel senso della lunghezza e dominando parte di entrambi i versanti del crinale;
- ogni punto dovrà essere il più possibile centrale rispetto allo sviluppo (lineare o superficiale) dell'impianto;
- saranno preferiti, a parità di condizioni soddisfatte dai punti precedenti, i punti di osservazione che offrono una visuale con maggiore percentuale di sfondo celeste.

Ricerca delle carcasse

L'obiettivo sarà quello di acquisire informazioni sulla mortalità causata da eventuali collisioni con l'impianto eolico, stimare gli indici di mortalità e i fattori di correzione per minimizzare l'errore della stima, individuare le zone e i periodi che causano maggiore mortalità.

Protocollo di ispezione

L'indagine sarà basata sull'ispezione del terreno circostante e sottostante le turbine eoliche per la ricerca di carcasse, basata sull'assunto che gli uccelli colpiti cadano al suolo entro un certo raggio dalla base della torre. Idealmente, per ogni aerogeneratore l'area campione di ricerca carcasse dovrà essere estesa a due fasce di terreno adiacenti ad un asse principale, passante per la torre e direzionato perpendicolarmente al vento dominante (nel caso di impianti eolici su crinale, l'asse è prevalentemente coincidente con la linea di crinale). Nell'area campione l'ispezione sarà effettuata da transetti approssimativamente lineari, di lunghezza pari a due volte il diametro dell'elica, di cui uno coincidente con l'asse principale e gli altri ad esso paralleli, in numero variabile da 4 a 6 a seconda della grandezza dell'aerogeneratore. Il posizionamento dei transetti dovrà essere tale da coprire una superficie della parte sottovento al vento dominante di dimensioni maggiori del 30-35 % rispetto a quella sopravvento (rapporto sup. soprav./ sup. sottov. = 0,7 circa). L'ispezione lungo i transetti andrà condotta procedendo ad una velocità compresa tra 1,9 e 2,5 km/ora. La velocità dovrà essere inversamente proporzionale alla percentuale di copertura di vegetazione (erbacea, arbustiva, arborea) di altezza superiore a 30 cm, o tale da nascondere le carcasse e da impedire una facile osservazione a distanza. Per superfici con suolo nudo o a copertura erbacea bassa, quale il pascolo, a una velocità di 2,5 km/ora il tempo di ispezione/area campione stimato sarà di 15-20 minuti per torri di minori dimensioni e di 40-45 minuti per le torri più grandi (altezza torre=130 m circa). Alla velocità minima (1,9 km/h), da applicare su superfici con copertura di erba alta o con copertura arbustiva o arborea del 100 %, il tempo stimato è di 25-30 minuti per impianti eolici con torri di ridotte dimensioni e di 60 minuti per le torri più

grandi. In presenza di colture seminative, si procederà a concordare con il proprietario o con il conduttore la disposizione dei transetti, eventualmente sfruttando la possibilità di un rimborso per il mancato raccolto della superficie calpestata o disponendo i transetti nelle superfici non coltivate (margini, scoline, solchi di interfila) anche lungo direzioni diverse da quelle consigliate, ma in modo tale da garantire una copertura uniforme su tutta l'area campione e approssimativamente corrispondente a quella del disegno ideale. Oltre ad essere identificate, le carcasse saranno classificate, ove possibile, per sesso ed età, stimando anche la data di morte e descrivendone le condizioni, anche tramite riprese fotografiche. Le condizioni delle carcasse verranno descritte usando le seguenti categorie (Johnson et al., 2002):

- intatta (una carcassa completamente intatta, non decomposta, senza segni di predazione);
- predata (una carcassa che mostri segni di un predatore o decompositore o parti di carcassa – ala, zampe, ecc.);
- ciuffo di piume (10 o più piume in un sito che indichi predazione).

Sarà inoltre annotata la posizione del ritrovamento con strumentazione GPS, annotando anche il tipo e l'altezza della vegetazione nel punto di ritrovamento, nonché le condizioni meteorologiche durante i rilievi. Nella prospettiva di acquisire dati per la stima dell'indice di collisione, ossia il numero medio di uccelli deceduti/turbina/anno, la fase di ispezione e conteggio delle carcasse sarà accompagnata da specifiche procedure per la stima dei due più importanti fattori di correzione della mortalità rilevata con il semplice conteggio delle carcasse:

- l'efficienza dei rilevatori nel trovare le carcasse all'interno dell'area campione ispezionata;
- il tempo medio di rimozione delle carcasse, dovuto in prevalenza a carnivori ed uccelli che si nutrono di carogne o le trasportano al di fuori dell'area di studio, oppure ad operazioni agricole.

Tempo medio di rimozione delle carcasse

Qualora risulti necessario/opportuno valutare il tempo medio di rimozione delle carcasse, viene qui proposta, tra le diverse tecniche illustrate in letteratura (Anderson et al., 2000, Brown e Hamilton, 2006), la metodologia che segue in gran parte le indicazioni di Erickson (Erickson et al., 2000).

Il metodo si basa sulla misura del tempo che un certo numero di carcasse, distribuite nell'impianto eolico già funzionante, impiegano a scomparire. Si utilizzano carcasse di uccelli di diversa taglia (preferibilmente piccoli e adulti di galliformi con piumaggio criptico, contattando il Centro di recupero fauna selvatica più vicino, la ASL di competenza o la Provincia) in modo da simulare l'effetto della rimozione su classi dimensionali diverse. Dopo aver casualmente selezionato la classe dimensionale e la posizione, sono deposte 3 carcasse per area campione. Al giorno 4 dalla deposizione si effettua un primo controllo, e successivamente si ripete l'operazione nei giorni 7, 10, 14, 20 e 28. Qualora il tempo medio di permanenza risulti inferiore a 3 giorni, la verifica deve essere ripetuta ai principali cambi stagionali. Sarà in ogni caso consigliabile svolgere più indagini in grado di verificare differenze stagionali del tempo medio di rimozione, soprattutto se la durata del periodo in cui sarà svolto il futuro monitoraggio delle carcasse sarà protratto per più stagioni. Al fine di evitare di attrarre i predatori nelle aree di studio nel momento del vero e proprio monitoraggio, sarà necessario condurre l'indagine prima o dopo il monitoraggio stesso, o in alternativa in zone vicine che presentano analoghe caratteristiche ambientali.

Parametri analitici

Al fine della predisposizione del PMA, dovrà essere definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione. La strategia individuerà come specie target, quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e

regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave (ad es. le “specie ombrello” e le “specie bandiera”) caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità. Non ci si dovrebbe tuttavia limitare ad includere in maniera acritica uno o più descrittori tra quelli proposti, ma il monitoraggio dovrebbe essere pianificato sulla base di una batteria di parametri composita e ben bilanciata, al fine di considerare i diversi aspetti connessi alle potenziali alterazioni dirette e indirette sulle specie, sulle popolazioni ed eventualmente sui singoli individui.

Per la programmazione delle attività in ciascuna fase (ante operam, in corso d’opera, fase di esercizio e post operam), la strategia di monitoraggio terrà conto dei seguenti fattori:

- specificità degli elementi da monitorare (taxa, gruppi funzionali, livelli trofici, corporazioni ecologiche, altri raggruppamenti); la scelta degli elementi faunistici terrà conto della complessità degli habitat (mosaico ambientale) e delle comunità ecologiche (struttura delle reti trofiche e delle popolazioni);
- fase del ciclo vitale della specie durante la quale effettuare il monitoraggio (alimentazione, stagione e strategia riproduttiva, estivazione/ibernamento, migrazione/dispersione e relativa distribuzione geografica, areali di alimentazione/riproduzione, home range, ecc.);
- modalità, localizzazione, frequenza e durata dei campionamenti (in relazione alla fenologia delle specie chiave e delle comunità/associazioni selezionate);
- status dei singoli popolamenti e della comunità ecologica complessiva.

I parametri da monitorare saranno relativi allo stato degli individui e delle popolazioni appartenenti alle specie target scelte.

Per lo stato degli individui sarà oggetto di indagine:

- tasso di mortalità /migrazione delle specie chiave.

Per lo stato delle popolazioni saranno indagati:

- abbandono/variazione dei siti di alimentazione/riproduzione/rifugio;
- variazione della consistenza delle popolazioni almeno delle specie target;
- variazioni nella struttura dei popolamenti;
- modifiche nel rapporto prede/predatori;
- comparsa/aumento delle specie alloctone.

Sulla base delle potenziali presenze individuate nello studio di VIA, si riportano le principali specie da sottoporre a monitoraggio faunistico per le varie fasi, (AO, CO, FE e PO). La tabella descrive nel dettaglio, in merito alle specie e alle sottospecie, la possibile presenza di elementi avifaunistici in relazione alla stagionalità e all’anno di riferimento per la rilevazione del dato (fonte: BirdLife International and Handbook of the Birds of the World -2021).

Name	origin	seasonal	yrcompiled	yrmodified
<i>Anthus pratensis</i>	1	3	2021	2015
<i>Buteo buteo</i>	1	1	2021	2021
<i>Circaetus gallicus</i>	1	4	2021	2013
<i>Circus aeruginosus</i>	1	4	2021	2021
<i>Circus cyaneus</i>	1	3	2021	2013
<i>Circus pygargus</i>	1	2	2021	2021
<i>Falco cherrug</i>	1	3	2021	2014
<i>Falco columbarius</i>	1	3	2021	2021
<i>Falco tinnunculus</i>	1	1	2021	2021
<i>Falco vespertinus</i>	1	4	2021	2018

<i>Gallinago media</i>	1	4	2021	2015
<i>Otus scops</i>	1	1	2021	2021
<i>Aythya ferina</i>	1	1	2021	2006
<i>Saxicola torquatus</i>	1	1	2020	2020
<i>Anas crecca</i>	1	3	2020	2020
<i>Upupa epops</i>	1	2	2020	2020
<i>Milvus migrans</i>	1	4	2021	2020
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	1	4	2016	2018
<i>Aquila fasciata</i>	1	1	2016	2019
<i>Ardea alba</i>	1	4	2016	2019
<i>Ardea purpurea</i>	1	4	2019	2018
<i>Athene noctua</i>	1	1	2018	2019
<i>Aythya nyroca</i>	1	1	2019	2014
<i>Chlidonias niger</i>	1	4	2018	2019
<i>Coracias garrulus</i>	1	2	2019	2018
<i>Cuculus canorus</i>	1	2	2016	2013
<i>Cyanecula svecica</i>	1	3	2019	2015
<i>Emberiza calandra</i>	1	1	2018	2019
<i>Emberiza schoeniclus</i>	1	4	2018	2019
<i>Falco peregrinus</i>	1	1	2021	2019
<i>Fringilla coelebs</i>	1	1	2018	2019
<i>Fulica atra</i>	1	1	2019	2019
<i>Gallinula chloropus</i>	1	1	2016	2019
<i>Gelochelidon nilotica</i>	1	2	2019	2019
<i>Hirundo rustica</i>	1	2	2019	2006
<i>Larus genei</i>	1	2	2019	2013
<i>Larus michahellis</i>	1	3	2019	2014
<i>Lullula arborea</i>	1	1	2016	2006
<i>Merops apiaster</i>	1	2	2016	2006
<i>Motacilla alba</i>	1	3	2019	2019
<i>Motacilla flava</i>	1	4	2018	2018
<i>Muscicapa striata</i>	1	2	2018	2018
<i>Pandion haliaetus</i>	1	4	2021	2014
<i>Passer hispaniolensis</i>	1	1	2019	2015
<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	3	2018	2006
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1	4	2016	2018
<i>Phylloscopus collybita</i>	1	3	2016	2016
<i>Rallus aquaticus</i>	1	3	2016	2014
<i>Scolopax rusticola</i>	1	3	2016	2007
<i>Streptopelia decaocto</i>	1	1	2019	2019
<i>Streptopelia turtur</i>	1	2	2019	2019
<i>Sturnus vulgaris</i>	1	3	2019	2019
<i>Curruca communis</i>	1	4	2016	2019
<i>Curruca conspicillata</i>	1	2	2016	2015
<i>Curruca subalpina</i>	1	2	2016	2016
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1	1	2016	2019
<i>Turdus torquatus</i>	1	4	2018	2018
<i>Tyto alba</i>	1	1	2016	2019
<i>Zapornia pusilla</i>	1	4	2019	2018

<i>Dendrocopos major</i>	1	1	2016	2014
<i>Egretta garzetta</i>	1	3	2016	2013
<i>Falco subbuteo</i>	1	4	2021	2014
<i>Corvus corax</i>	1	3	2016	2006
<i>Larus ridibundus</i>	1	3	2018	2006
<i>Limosa limosa</i>	1	4	2016	2015
<i>Numenius arquata</i>	1	3	2017	2011
<i>Petronia petronia</i>	1	1	2016	2015
<i>Pluvialis apricaria</i>	1	3	2016	2006
<i>Tetrax tetrax</i>	1	1	2018	2013
<i>Tachymarptis melba</i>	1	2	2016	2006
<i>Tringa totanus</i>	1	1	2016	2012
<i>Luscinia megarhynchos</i>	1	2	2016	2015
<i>Melanocorypha calandra</i>	1	1	2016	2015
<i>Regulus ignicapilla</i>	1	1	2016	2015
<i>Curruca sarda</i>	1	1	2016	2015
<i>Curruca undata</i>	1	1	2016	2015
<i>Turdus merula</i>	1	1	2016	2016
<i>Sylvia atricapilla</i>	1	1	2016	2015
<i>Acrocephalus paludicola</i>	1	4	2016	2012
<i>Monticola saxatilis</i>	1	2	2016	2006
<i>Monticola solitarius</i>	1	1	2016	2008
<i>Jynx torquilla</i>	1	2	2016	2014
<i>Parus major</i>	1	1	2016	2010
<i>Phylloscopus trochilus</i>	1	4	2016	2009
<i>Caprimulgus europaeus</i>	1	2	2016	2007
<i>Sturnus unicolor</i>	1	1	2016	2008
<i>Sylvia borin</i>	1	4	2016	2009
<i>Turdus iliacus</i>	1	3	2016	2009
<i>Accipiter nisus</i>	1	3	2021	2013
<i>Accipiter nisus</i>	1	1	2021	2013
<i>Alectoris barbara</i>	3	1	2016	2008
<i>Apus apus</i>	1	2	2016	2006
<i>Aquila chrysaetos</i>	1	3	2021	2014
<i>Botaurus stellaris</i>	1	3	2016	2006
<i>Locustella fluviatilis</i>	1	4	2016	2015
<i>Cettia cetti</i>	1	1	2016	2015
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1	3	2016	2015
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1	1	2016	2015
<i>Motacilla cinerea</i>	1	1	2016	2015
<i>Lanius collurio</i>	1	2	2016	2015
<i>Passer montanus</i>	1	1	2016	2015
<i>Spinus spinus</i>	1	3	2016	2015
<i>Gypaetus barbatus</i>	1	1	2021	2017
<i>Periparus ater</i>	1	1	2016	2017
<i>Delichon urbicum</i>	1	2	2016	2017
<i>Garrulus glandarius</i>	1	1	2016	2017
<i>Cyanistes caeruleus</i>	1	1	2016	2017

<i>Lanius senator</i>	1	2	2016	2017
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	1	1	2016	2015
<i>Corvus corone</i>	1	1	2016	2017
<i>Anthus campestris</i>	1	2	2018	2008
<i>Calandrella brachydactyla</i>	1	2	2018	2016
<i>Burhinus oedicephalus</i>	1	1	2018	2013
<i>Anthus spinoletta</i>	1	1	2018	2015
<i>Alauda arvensis</i>	1	1	2018	2015
<i>Anthus trivialis</i>	1	4	2018	2018
<i>Ardeola ralloides</i>	1	4	2018	2018
<i>Ficedula parva</i>	1	4	2018	2010
<i>Carduelis carduelis</i>	1	1	2019	2016
<i>Serinus serinus</i>	1	2	2018	2015
<i>Curruca melanocephala</i>	1	1	2018	2018
<i>Troglodytes troglodytes</i>	1	1	2018	2016
<i>Emberiza cirius</i>	1	1	2018	2018
<i>Regulus regulus</i>	1	3	2018	2007
<i>Oenanthe oenanthe</i>	1	2	2018	2018
<i>Chloris chloris</i>	1	1	2018	2015
<i>Columba palumbus</i>	1	1	2018	2018
<i>Corvus monedula</i>	1	1	2018	2017
<i>Coturnix coturnix</i>	1	2	2018	2006
<i>Cygnus atratus</i>	3	1	2018	2017
<i>Erithacus rubecula</i>	1	3	2018	2015
<i>Falco naumanni</i>	1	2	2021	2018
<i>Linaria cannabina</i>	1	1	2018	2018
<i>Prunella modularis</i>	1	3	2018	2006
<i>Turdus philomelos</i>	1	3	2018	2006

Popolazioni di uccelli riscontrati e/o potenzialmente presenti nell'area di progetto – fonte “BirdLife International and Handbook of the Birds of the World”

Frequenza e durata del monitoraggio

Il monitoraggio della fauna, per ciò che riguarda le tempistiche, risulta legato al gruppo tassonomico, alla fenologia delle specie, alla tipologia di opera e al tipo di evoluzione attesa rispetto al potenziale impatto. Si predisporrà pertanto un calendario strettamente calibrato sugli obiettivi specifici del PMA, in relazione alla scelta di uno specifico gruppo di indicatori, basato sulle condizioni ante operam, in corso d’opera, di esercizio.

UCCELLI

Fase Ante Operam

Questa fase avrà lo scopo di acquisire un quadro completo delle conoscenze riguardanti l'utilizzo, da parte degli uccelli, dello spazio interessato dalla costruzione dell'impianto, e stabilirà i parametri di stato e i valori di riferimento/obiettivo per le fasi di monitoraggio successive. La durata sarà di un anno solare. Per quanto riguarda la fenologia si effettueranno valutazioni durante la migrazione pre-riproduttiva (febbraio-maggio) e in riproduzione (marzo-agosto).

Fase in Corso d’Opera

Il monitoraggio in questa fase avrà lo scopo di seguire la fase della realizzazione dell’opera,

monitorando periodi fenologici interi (es. svernamento, migrazione, riproduzione, ecc.), quale unità di minima temporale.

Fase di Esercizio

Nella fase di Esercizio dell’impianto, la durata del monitoraggio dovrà definire l’assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione (minimo 3 anni, con prolungamenti in caso di risultati non rassicuranti), oppure fino al ripristino delle condizioni iniziali o al conseguimento degli obiettivi di mitigazione/compensazione.

Sulla base delle indicazioni ministeriali, i monitoraggi saranno suddivisi in periodi fenologici, che per ragioni pratiche possono essere individuati in:

- 1) svernamento (metà novembre – metà febbraio);
- 2) migrazione pre-riproduttiva (febbraio – maggio);
- 3) riproduzione (marzo – agosto);
- 4) migrazione post-riproduttiva/post-giovanile (agosto – novembre).

Dal momento che le durate dei periodi fenologici variano da specie a specie, generalmente il monitoraggio va programmato in modo che il periodo di indagine contenga sia l’inizio che la fine del fenomeno fenologico. Il monitoraggio sarà svolto nel periodo marzo/aprile e settembre/ottobre, periodi che racchiudono sia le fasi primaverili della migrazione e riproduzione che le fasi post riproduttive. Per quanto concerne la frequenza, questa va calibrata per le specie ritenute più significative ai fini del monitoraggio e generalmente come frequenza minima.

Specie target	Tipologia impianto	Metodo	Superficie	Sessioni /anno	Periodo	Area di controllo	Metadato atteso
Passeriformi nidificanti di ambienti aperti	lineare	mappatura da transetto	intorno di 150 m ad un transetto di 2 km	5	1/5 - 30/6	si	localizzazione territori delle singole specie
Passeriformi nidificanti di ambienti aperti	a maglia	mappatura da percorso	area circoscritta dalle torri o sua porzione	5	1/5 - 30/6	si	localizzazione territori delle singole specie
Rapaci nidificanti	lineare	mappatura da transetto	intorno di 1000 m ad un transetto di 2 km	5	1/5 - 30/7	si	localizzazione traiettorie di volo dei singoli individui
Rapaci nidificanti	a maglia	mappatura da percorso	area circoscritta dalle torri o sua porzione	5	1/5 - 30/6	si	localizzazione traiettorie di volo dei singoli individui
Uccelli notturni	lineare/ a maglia	punti di ascolto di richiami indotti da play-back	aree circostanti i punti	2	1/4 - 30/5		N individui contattati/ punto/ sessione delle singole specie

Passeriformi nidificanti	lineare	punti di ascolto passivi	aree circostanti i punti (entro 100 e 200 m di raggio)	8	15/3 - 30/6	si	N individui contattati/ punto/ sessione delle singole specie
Passeriformi nidificanti	a maglia	punti di ascolto passivi	aree circostanti i punti (entro 100 e 200 m di raggio)	8	15/3 - 30/6	si	N individui contattati/ punto/ sessione delle singole specie
Migratori diurni	lineare/ a maglia	controllo da punti fissi	volumi aerei circostanti le turbine	24	15/3 - 10/11		N individui contattati/ punto/ sessione e localizzazione traiettorie di volo dei singoli individui

Fig. 15 - Calendario annuale di massima dei rilievi su campo per monitoraggio Avifauna (fonte: Osservatorio nazionale su Eolico e Fauna)

CHIROTTERI

La grande varietà di comportamenti presentata da questo ordine di mammiferi impone l'adozione di metodologie di indagine diversificate e articolate così da poter rilevare tutte le specie presumibilmente presenti nell'area di studio. È necessario visitare, durante il giorno, i potenziali rifugi. Dal tramonto a tutta la notte devono essere effettuati rilievi con sistemi di trasduzione del segnale bioacustico ultrasonico, comunemente indicati come "bat-detector".

Finestre temporali di rilievo

15 Marzo – 15 Maggio: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di maggio (8 Uscite).

1 Giugno – 15 luglio: 4 uscite della durata dell'intera notte partendo dal tramonto (4 Uscite).

1-31 Agosto: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo 2 notti intere (4 Uscite).

1 Settembre – 31 Ottobre: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di settembre (8 Uscite).

Monitoraggio Ante Operam (AO)

Attività	Fase Ante Operam											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Analisi												
Rilievi in												
Processamento												
Analisi dati												
Inserimento sist												
Report finale												

- L’analisi bibliografica avrà una durata complessiva di 2 mesi.
- I rilievi in campo verranno effettuati nel periodo compreso tra aprile e ottobre.
- Il processamento e l’analisi dei dati avranno una durata complessiva di 1 mese.
- L’inserimento nel sistema informativo dei risultati delle indagini in campo sarà realizzato in un periodo di circa 2 settimane.
- Per la redazione e l’emissione del rapporto finale è previsto un periodo di 1 mese.

Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) e in Fase di Esercizio (FE)

Attività	Corso d’Opera (fase di Cantiere) e Fase di Esercizio											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rilievi in												
Processamento												
Analisi dati												
Inserimento sist.												
Report finale												

- I rilievi in campo verranno effettuati nel periodo compreso tra aprile e ottobre.
- Il processamento e l’analisi dei dati avranno una durata complessiva di 1 mese.
- L’inserimento nel sistema informativo dei risultati delle indagini in campo sarà realizzato in un periodo di circa 2 settimane.
- Per la redazione e l’emissione del rapporto finale è previsto un periodo di 1 mese.

Metodologie di riferimento

Il piano di monitoraggio per l’Avifauna sarà eseguito secondo l’approccio BACI (Before After Control Impact), seguendo le linee guida contenute nel documento “Protocollo di Monitoraggio dell’avifauna dell’Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna” (ISPRA, ANEV, LEGAMBIENTE), che prevede lo studio delle popolazioni animali prima, durante e dopo la costruzione dell’impianto. Tale metodologia è consigliata nel Protocollo di Monitoraggio dell’Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna e si tratta comunque di un’indicazione operativa per la quale dovrebbe essere sempre valutata, caso per caso, la possibilità di una concreta realizzazione, da seguire ovunque esistano le condizioni di applicabilità.

Nel caso in esame le tecniche saranno le seguenti:

- per specie ampiamente distribuite saranno compilate check-list semplici e con primo tempo di rilevamento, con censimenti a vista, mappatura, punti di ascolto, transetti lineari di ascolto (con o senza uso di playback);
- per specie raggruppate e/o localizzate saranno effettuati conteggi in colonia riproduttiva, conteggi di gruppi di alimentazione, dormitorio, in volo di trasferimento, eventuale cattura-marcaggio-ricattura.

Per quanto riguarda il campionamento relativo alla rilevazione di carcasse, va sottolineato che tale aspetto comporterà difficoltà di ordine pratico nell'attività di ricerca delle carcasse degli uccelli eventualmente abbattuti. La ricerca potrà risultare tutt'altro che agevole, se non poco praticabile, quando le superfici sottostanti e circostanti le eliche risulteranno coperte da erba alta, colture non calpestabili, o da formazioni arbustive ed arboree. La sottrazione delle carcasse da parte di predatori (uccelli e carnivori) sarà un ulteriore fattore che potrà ostacolare significativamente la stima della mortalità. Sarà quindi necessario registrare, durante le fasi di monitoraggio, tutte le variabili ambientali e strumentali (legate ad esempio all'abilità di ritrovamento da parte dei rilevatori, problematiche riscontrate, stato dei luoghi, condizioni meteorologiche ecc.) che potranno incidere sul rilevamento e quindi sulle valutazioni della mortalità.

Relativamente ai chiroteri il rilevamento potrà avvenire tramite bat-detector lungo transetti; questi restituiranno una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie) e i conteggi presso i roosts (posatoi, siti di rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione, che invece forniscono una quantificazione delle popolazioni. Si rammenta che i bat-detector rilevano gli impulsi di eco localizzazione emessi dai microchiroteri, sottordine dei Chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane, che opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie.

Per la componente fauna saranno previsti rapporti a cadenza annuale che conterranno la relazione descrittiva e analitica dell'attività svolta e dei risultati ottenuti con relative elaborazioni grafiche e il database dei dati raccolti durante i rilievi faunistici. Il primo rapporto sarà redatto al termine della fase “ante operam” e riguarderà, oltre agli studi svolti nella fase preliminare di indagine bibliografica, gli esiti dell'indagine in campo come riportati nelle schede impiegate per la registrazione dei dati. Saranno inoltre prodotte, attraverso l'impiego di applicazioni GIS, carte tematiche di distribuzione delle specie indicatrici e/o bersaglio individuate durante i rilievi in campo.

In corso d'opera e successivamente nella fase “post operam” le relazioni annuali di fine monitoraggio analizzeranno l'area di studio confrontandola con il quadro iniziale definito nella fase “ante operam” e valutando, quindi, l'evoluzione dello stato della fauna e l'eventuale insorgenza di criticità causate dall'attività di costruzione. Anche queste fasi prevedranno la redazione di materiale cartografico inerente alla distribuzione delle specie individuate.

7.6 COMPONENTE RUMORE

Le valutazioni di merito per il monitoraggio ambientale della componente “Rumore” sono state effettuate in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative emanate ad integrazione ed a supporto della Legge n° 447 del 1995, rispettivamente:

- D.P.C.M. 14/11/97;
- D.M.A. 16/3/98;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore.

Brevemente viene riportato un breve estratto del quadro normativo generale per quanto riguarda l'inquinamento acustico in generale:

In Italia sono da alcuni anni operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno. La disciplina in materia di lotta contro il rumore precedentemente al 1991 era affidata ad una serie eterogenea di norme a carattere generale (art. 844 del Codice civile, art. 659 del Codice Penale, art. 66 del Testo Unico Leggi di Pubblica Sicurezza), che tuttavia non erano accompagnate da una normativa tecnica che consentisse di applicare le prescrizioni stesse.

Con il DPCM 1° marzo 1991 il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnategli dalla Legge 249/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha promulgato una Legge che disciplina i rumori e sottopone a controllo l'inquinamento acustico, in attuazione del DPR 616/1977 e della Legge 833/1978.

Attualmente è necessario fare riferimento al DPCM 1/3/91, alla Legge Quadro sul rumore del 26/10/95 n° 447, al DPCM 14/11/97, al D.M. 16/3/1998 sulle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, al DPR del 18/11/98 n° 459 sul rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie.

Il Quadro Normativo di riferimento è sintetizzato di seguito.

- **DPCM 10 agosto 1988, n. 377** “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all’art.6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante l’istituzione del Ministero dell’ambiente e norme in materia di danno ambientale”;
- **DPCM 27 dicembre 1988** “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell’art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377”, attinenti allo studio di impatto ambientale provocato dalle opere che devono essere realizzate e alla caratterizzazione della qualità dell’ambiente in relazione alle modifiche da queste prodotte;
- **DPCM 1° marzo 1991** “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi, e nell’ambiente esterno” per quanto concerne i limiti di accettabilità dei livelli sonori;
- **Legge 26 Ottobre 1995, n. 447** “Legge quadro sull’inquinamento acustico”, per quanto riguarda i principi fondamentali in materia di tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dall’inquinamento acustico;
- **D.P.C.M. 14 Novembre 1997** “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- **D.M. 16 marzo 1998** “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”, quest’ultimo fissa i criteri del monitoraggio acustico;
- **D.P.R. 18/11/98 n° 459** - “Regolamento recante norme di esecuzione dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”;

- **D.M. Ambiente 29/11/00** - "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- **DM 1° giugno 2022 Ministero della Transizione Ecologica** – "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico" pubblicato sulla GURI n°139 del 16/06/2022.

Nel D.P.C.M. 14/11/1997 e s.m.i. sono indicati la suddivisione in classi del territorio comunale secondo le definizioni del DPCM 1 marzo 1991 e i valori limiti di rumorosità di seguito riportati rispettivamente nelle Tabelle 1 e 2.

classe I, aree particolarmente protette: aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione, comprendenti le aree ospedaliere, le aree scolastiche, le aree destinate al riposo e allo svago, le aree residenziali rurali, le aree di particolare interesse urbanistico, le aree di parco;

classe II, aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali;

classe III, aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali e assenza di attività industriali, aree rurali interessate da attività che impiegano macchine

classe IV, aree di intensa attività umana: aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali, artigianali e uffici; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, aree portuali, aree con limitata presenza di piccole industrie;

classe V, aree prevalentemente industriali: aree miste interessate prevalentemente da attività industriali, con presenza anche di insediamenti abitativi e attività di servizi;

classe VI, aree esclusivamente industriali: aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Suddivisione del territorio in classi acustiche

Classi di destinazione d'uso del territorio	Leq [dB(A)]	Leq [dB(A)]
	Periodo diurno	Periodo notturno
I. aree particolarmente protette	50	40
II. aree prevalentemente residenziali	55	45
III. aree di tipo misto	60	50
IV. aree di intensa attività umana	65	55
V. aree prevalentemente industriali	70	60
VI. aree esclusivamente industriali	70	70

Limiti acustici per ogni classe di destinazione (Tab. C -D.P.C.M.14.11.97)

Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)" (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie. Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da *Accordi e Convenzioni internazionali* dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

Valutazione del livello di rumore rilevato all'esterno in Comuni provvisti di piano d'azione acustica.

Per i rumori rilevati *all'esterno* si fa il confronto con i limiti assoluti della tabella C del D.P.C.M. 14/11/97.

- Si identifica il limite prescritto dalla tabella C del decreto 14/11/97 per la classe di destinazione di uso del territorio cui appartiene il sito in esame.
- Si misura il livello continuo equivalente LAeq,TR (rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti riferito al tempo di riferimento (TR), e lo si *confronta con i limiti di legge*

Classi di destinazione d'uso del territorio	Leq [dB(A)]	Leq [dB(A)]
	Periodo diurno	Periodo notturno
I. aree particolarmente protette	50	40
II. aree prevalentemente residenziali	55	45
III. aree di tipo misto	60	50
IV. aree di intensa attività umana	65	55
V. aree prevalentemente industriali	70	60
VI. aree esclusivamente industriali	70	70

DPCM 14/11/97 - Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A)

Valutazione del livello di rumore rilevato all'esterno in Comuni sprovvisti di piano di zonizzazione acustica.

Non tutti i Comuni sono dotati di un *Piano di zonizzazione acustica del territorio* di cui alla L. 447/1995. In attesa, dunque, della suddivisione dei territori comunali nelle zone di cui alla tabella 1 del D.P.C.M. 01/03/91, si applicano per le sorgenti sonore fisse e per le zone omogenee suddette i seguenti limiti di accettabilità (art. 6 comma 1 del D.P.C.M. 01/03/91): Tutto il Territorio Nazionale:

ZONIZZAZIONE	Limite diurno Leq in dB(A)	Limite notturno Leq in dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Limiti di accettabilità art. 6 D.P.C.M. 1/03/1991

7.6.1 Meccanismi di generazione del rumore delle turbine eoliche

Per quanto riguarda il rumore prodotto dalle turbine eoliche, studi della BWEA (British Wind Energy Association - House of Lords Select Committee on the European Communities, 12th Report, Session 1998-99, Electricity from Renewables HL Paper 78) hanno mostrato che a distanza di qualche centinaia di metri questo è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo; comunque, il vento che si insinua tra le pale del rotore produce un sottofondo che non è più quello naturale, tanto più avvertibile quanto il luogo prescelto è meno antropizzato e quindi molto silenzioso, soprattutto nel corso del periodo notturno. Il rumore generato da una turbina eolica è dovuto a fenomeni aerodinamici, legati ai fenomeni di interazione tra il vento e le pale, e meccanici, legati ai fenomeni di attrito generati nel rotore e nel sistema di trasmissione del generatore.

Rumori di origine meccanica

I rumori di origine meccanica provengono dal movimento relativo dei componenti meccanici con conseguente reazione dinamica fra loro.

Essi sono causati quindi da:

1. Moltiplicatore di giri
2. Generatore
3. Azionamenti del meccanismo di imbardata (yaw control)
4. Ventilatori
5. Apparecchiature ausiliarie (per esempio, la parte idraulica).

Poiché il suono emesso è associato con la rotazione di materiale meccanico ed elettrico, esso tende ad essere di tipo tonale, anche se può avere una componente a banda larga. Il mozzo, il rotore e la torre possono fungere da altoparlanti, trasmettendo ed irradiando la vibrazione. Il percorso di trasmissione del rumore può essere di tipo air-borne, nel caso sia direttamente propagato nell'aria dalla superficie o dalla parte interna del componente; oppure di tipo strutturale, se è trasmesso lungo altri componenti strutturali prima che sia irradiato nell'aria.

Rumore aerodinamico

Il rumore a banda larga aerodinamico è la componente più importante delle emissioni acustiche di un aerogeneratore ed è generato dall'impatto del flusso di aria con le pale. Si presentano complessi fenomeni di flusso, ciascuno dei quali in grado di generare uno specifico rumore. Il rumore aerodinamico aumenta generalmente con la velocità del rotore. I vari meccanismi aerodinamici di generazione dei rumori sono divisi in tre gruppi: [Wagner, ed altri, 1996].

1. Rumore a bassa frequenza: il rumore aerodinamico nella parte a bassa frequenza dello spettro è generato quando la pala rotante ha dei cedimenti di portanza dovuti alle separazioni di flusso intorno alle torri sottovento oppure a repentini cambiamenti della velocità del vento o ancora a turbolenze di scia delle altre pale.
2. Rumore generato dalle turbolenze: dipende dalla turbolenza atmosferica che provoca fluttuazioni localizzate di pressione intorno alla pala.
3. Rumore generato dal profilo alare: è il rumore generato dalla corrente d'aria lungo la superficie del profilo alare, tipicamente di natura a banda larga, ma possono generarsi anche componenti tonali dovute a spigoli smussati, correnti d'aria su fessure o fori.

Gli infrasuoni

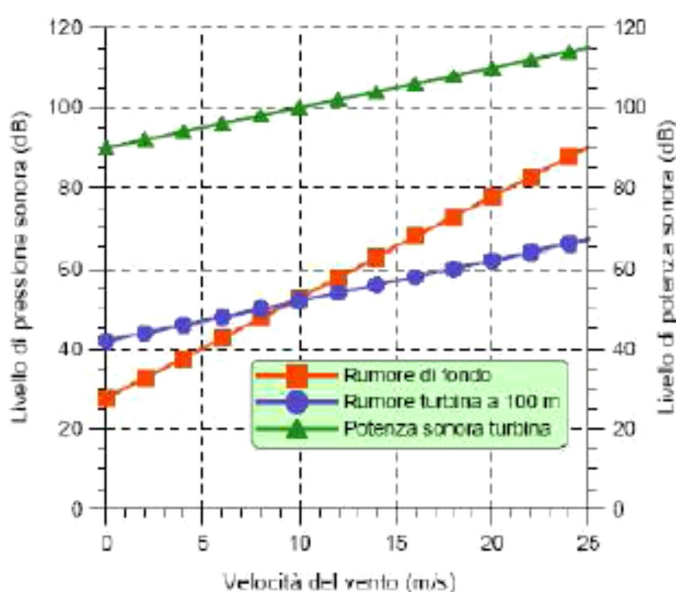
Tale fenomeno riguarda le turbine con i rotori sottovento, ormai sempre più rare, in quanto la soluzione del rotore sopravento si è rivelata molto più vantaggiosa sotto diversi aspetti. I moderni rotori sopravento emettono essenzialmente in banda larga, con un buon contenuto a bassa frequenza e un ridotto contenuto di infrasuoni. Il caratteristico rumore di "swishing" è causato da una modulazione di ampiezza delle alte frequenze generate dalle turbolenze sulla punta della pala, e non contiene frequenze basse come potrebbe sembrare. In ogni caso, le turbine possono essere progettate e realizzate con una serie di accorgimenti tali da minimizzare il rumore meccanico, ad esempio:

- prevedere una rifinitura speciale dei denti degli ingranaggi;
- progettare la struttura della torre in maniera tale da impedire al massimo la trasmissione;
- utilizzare ventilatori a bassa velocità;
- installare componenti meccanici nella navicella anziché al livello del suolo;
- isolare acusticamente la navicella per mezzo di smorzatori.

Rumore ambientale e velocità del vento

La capacità di percepire un aerogeneratore in una data installazione dipende dal livello sonoro

ambientale. Quando il rumore di fondo e quello della turbina sono dello stesso ordine di grandezza, il rumore della turbina tende a perdersi in quello di fondo. I livelli sonori del rumore ambientale di fondo dipendono generalmente da attività di tipo antropico quali traffico locale, suoni industriali, macchinari agricoli, abbaiare dei cani, e dall'interazione del vento con l'orografia e i vari ostacoli presenti. Il rumore di fondo è legato quindi all'ora del giorno per la presenza delle suddette attività. Se una turbina eccede il livello sonoro di fondo dipende da come ciascuno di questi livelli varia con la velocità del vento. Nel nostro caso, le fonti più probabili dei rumori generati dal vento sono le interazioni fra vento e vegetazione e l'entità dell'emissione dipende di più dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume [1999 Fégeant]. La figura che segue mostra, inoltre, che per velocità del vento di circa 10 m/s il rumore di fondo è dello stesso ordine di grandezza di quello prodotto dalla turbina eolica (poco meno di 50dB) posta a 100 m rispetto ad un ipotetico ricettore.



Pertanto, al limite della velocità del vento di circa 10 m/s, il rumore di fondo a 10 m di distanza dalla turbina risulta di circa 50 dB, ma comunque non influenzato dalla presenza del parco eolico.

7.6.2 Caratteristiche generali del monitoraggio

Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

In linea generale, la definizione e localizzazione dell'area di indagine e dei punti (o stazioni) di monitoraggio è effettuata sulla base di:

- presenza, tipologia e posizione dei ricettori e delle sorgenti di rumore;
- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono).

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio è stato fatto riferimento allo studio acustico predisposto nell'ambito dello SIA, con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera di progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti (specifiche prestazionali, tipologia,

localizzazione e dimensionamento).

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). I principali criteri su cui orientare la scelta e localizzazione dei punti di monitoraggio consistono in:

- vicinanza dei ricettori all'opera in progetto; monitoraggio AO e in Fase di Esercizio.
- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dal traffico indotto dalle attività di cantiere; monitoraggio in Fase di Cantiere (CO) e Fase di Dismissione (PO).
- presenza di ricettori sensibili di classe I - scuola, ospedale, casa di cura/riposo; monitoraggio in Tutte le Fasi.
- presenza di ricettori per i quali sono stati progettati interventi di mitigazione acustica; monitoraggio in Tutte le Fasi.

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio del tipo ricettore-orientata è basata sulla seguente scala di priorità:

- ricettore sensibile (ricettore di classe I);
- ricettore critico o potenzialmente critico;
- ricettore oggetto di intervento di mitigazione;
- ricettore influenzato da altre sorgenti (sorgenti concorsuali);
- altri ricettori: aree all'aperto oggetto di tutela (es. parchi), ricettori che possono essere influenzati negativamente da eventuali interventi di mitigazione, ecc.

Per ciascun punto di monitoraggio previsto nel PMA devono essere verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici (presenza di terrazzi, balconi, eventuale possibilità di collegamento alla rete elettrica, ecc.).

7.6.3 Metodologie di monitoraggio

Parametri analitici

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono finalizzati a descrivere i livelli sonori e a verificare il rispetto di determinati valori limite e/o valori soglia/standard di riferimento. La scelta dei parametri acustici da misurare, delle procedure/tecniche di misura è funzionale alla tipologia di descrittore da elaborare, ovvero alla tipologia di sorgenti presenti nell'area di indagine. I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L. 447/1995 e relativi decreti attuativi. Le misurazioni dei parametri meteorologici, generalmente effettuate in parallelo alle misurazioni dei parametri acustici, sono effettuate allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono. I parametri acustici possono essere elaborati anche per la definizione di specifici indicatori finalizzati alla valutazione degli effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie, sebbene non prevista dalla normativa nazionale sul rumore ambientale.

Frequenza/durata dei monitoraggi

La durata delle misurazioni, funzione della tipologia della/e sorgente/i in esame, deve essere

adeguata a valutare gli indicatori/descrittori acustici individuati; la frequenza delle misurazioni e i periodi di effettuazione devono essere appropriati a rappresentare la variabilità dei livelli sonori, al fine di tenere conto di tutti i fattori che influenzano le condizioni di rumorosità (clima acustico) dell'area di indagine, dipendenti dalle sorgenti sonore presenti e dalle condizioni di propagazione dell'emissione sonora. Per il monitoraggio AO è necessario effettuare misurazioni che siano rappresentative dei livelli sonori presenti nell'area di indagine prima della realizzazione dell'opera. Per il monitoraggio CO e PO (Dismissione) la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere; in funzione del crono-programma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;
- alla realizzazione degli interventi di mitigazione;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Per lavorazioni che si protraggono nel tempo, è possibile programmare misure con periodicità bimestrale, trimestrale o semestrale, da estendere a tutta la durata delle attività di cantiere.

Il monitoraggio in Fase di Esercizio deve essere eseguito in concomitanza dell'entrata in funzione dell'impianto.

Metodologie di riferimento in relazione agli obiettivi

Sono fornite di seguito indicazioni sulle metodologie di monitoraggio in relazione agli obiettivi specifici (monitoraggio degli impatti sulla popolazione e monitoraggio degli impatti su ecosistemi e/o singole specie). Come per la componente atmosfera è possibile utilizzare in modo sinergico tecniche di monitoraggio di tipo strumentale (misure) e tecniche di modellizzazione acustica per descrivere la distribuzione spazio-temporale dei livelli sonori per l'area vasta di indagine, operazione particolarmente utile qualora l'area risulti estesa e/o complessa e da rendere potenzialmente poco efficace o molto oneroso una valutazione dei livelli acustici esclusivamente basata su misure strumentali. In questa sede non vengono descritte le metodologie per l'utilizzo di modelli previsionali in quanto richiedono una trattazione specifica più attinente alla fase di analisi e valutazione degli impatti effettuata nell'ambito dello SIA.

Il sistema di monitoraggio del rumore ambientale è composto generalmente dai seguenti elementi, strettamente interconnessi tra loro:

1. postazioni di rilevamento acustico;
2. postazione di rilevamento dei dati meteorologici;
3. centro di elaborazione dati (CED) rappresentato da un qualunque tipo di apparato in grado di memorizzare, anche in modalità differita, i dati registrati dalle postazioni di rilevamento.

Le postazioni di rilevamento acustico si distinguono in postazioni fisse e postazioni mobili (o rilocabili). Le postazioni fisse, solitamente utilizzate per eseguire misure a lungo termine, sono generalmente costituite da un box per esterni a tenuta stagna, contenente la strumentazione fonometrica e da apposite apparecchiature di trasmissione collegate permanentemente con il CED. Questo tipo di postazione necessita generalmente di allacciamento alla rete elettrica e di apposite strutture di installazione.

Le postazioni mobili, solitamente utilizzate per misure di medio e/o di breve periodo (misure "spot"), sono costituite da apparecchiature dotate di una quantità di memoria sufficiente a memorizzare i dati acquisiti che verranno periodicamente riversati su altro idoneo supporto informatico. Tali postazioni prevedono l'utilizzo di un sistema di alimentazione autonomo (batterie) che ne consente il funzionamento anche in assenza del collegamento alla rete elettrica. Gli strumenti di misura vengono normalmente collocati all'interno di mezzi mobili appositamente allestiti, ad esempio con pali telescopici per il posizionamento del microfono, o in idonee

valigie/box posizionate su idoneo supporto. La strumentazione di misura del rumore ambientale deve essere scelta conformemente alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed in particolare deve soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1. Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, nel caso delle postazioni mobili deve essere eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni differiscono al massimo di $\pm 0,5$ dB(A). Nel caso di postazioni fisse la verifica della calibrazione può essere eseguita in modalità "check" o in modalità "change". Gli strumenti di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni presso laboratori accreditati (laboratori LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

I rilevamenti fonometrici devono essere eseguiti in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'allegato B del DM 16/03/1998, relativamente alle condizioni meteorologiche. Risulta quindi necessaria l'acquisizione, contemporaneamente ai parametri acustici, dei seguenti parametri meteorologici, utili alla validazione delle misurazioni fonometriche:

- precipitazioni atmosferiche (mm);
- direzione prevalente (gradi rispetto al Nord) e velocità massima del vento (m/s);
- umidità relativa dell'aria (%);
- temperatura (°C).

Le caratteristiche minime della strumentazione di misura delle postazioni di rilievo dei dati meteorologici sono:

- per la velocità del vento, risoluzione $\leq \pm 0,5$ m/s;
- per la direzione del vento, risoluzione $\leq \pm 5^\circ$;
- frequenza di campionamento della direzione e della velocità del vento tale da garantire la produzione di un valore medio orario e di riportare il valore della raffica, generalmente base temporale di 10' per le misure a breve termine e di 1 h per misure a lungo termine;
- per la temperatura dell'aria, l'incertezza strumentale $\leq \pm 0,5$ °C;
- per l'umidità dell'aria, l'incertezza strumentale relativa $\leq \pm 10\%$ del valore nominale.

Nei casi di postazioni di rilevamento dei dati meteorologici integrate alle postazioni di rilevamento dei dati acustici, la posizione della sonda meteo deve essere scelta il più vicina possibile al microfono, ma sempre ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze, e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni e ad un'altezza dal suolo pari ad almeno 3 m. Qualora non si avesse disponibilità di una stazione meteorologica dedicata in campo, per i parametri meteorologici è possibile fare riferimento alla più vicina stazione meteorologica appartenente a reti ufficiali (ARPA, Protezione Civile, Aeronautica Militare, ecc.), purché la localizzazione sia rappresentativa della situazione meteorologica del sito di misura. Per determinare la qualità complessiva delle attività di monitoraggio dell'inquinamento acustico possono inoltre essere definite delle modalità di verifica del sistema di monitoraggio, generalmente condotta da un Auditor esterno, sulla base di due aspetti rilevanti:

- verifica dei requisiti, indirizzata ad assicurare che tutti i componenti del sistema di monitoraggio siano installati correttamente e siano in grado di espletare in maniera completa le funzioni previste;
- verifica dell'efficienza, indirizzata ad assicurare che il sistema, nel suo complesso, fornisca dati attendibili e sia in grado di determinare in modo oggettivo i livelli di inquinamento acustico.

Misura ed elaborazione dei dati

La misura può essere effettuata per integrazione continua o con tecnica di campionamento. Le

misure sono inoltre distinte in misure a lungo termine e misure di breve periodo (a breve termine o misure "spot"). Le misure a lungo termine devono includere quante più condizioni di emissione e di propagazione possibile caratteristiche del sito in esame; se le condizioni di propagazione o di emissione hanno caratteristiche di stagionalità è necessario effettuare più misurazioni durante l'anno solare per ottenere livelli sonori rappresentativi delle condizioni medie/caratteristiche del sito. Le misurazioni di breve periodo devono essere condotte selezionando un intervallo di tempo, comunque, non inferiore ad un'ora ($TM \geq 1h$). Al fine di acquisire dati di rumore riproducibili e rappresentativi delle condizioni di propagazione favorevole del sito di misura e, allo stesso tempo, per ridurre al minimo le influenze delle variazioni meteo sulla propagazione del suono, sono considerate come riferimento le indicazioni fornite dalle norme UNI 9613-1, UNI 9613-2 e UNI ISO 1996-2 (Appendice A). A monte della procedura di elaborazione dei dati grezzi per la determinazione dei descrittori/indicatori acustici, è necessario che sia verificata la qualità del dato acquisito dalla strumentazione attraverso:

- il controllo della calibrazione e del corretto funzionamento strumentale: garantisce che l'archiviazione dei dati acquisiti dalla strumentazione avvenga solo se la catena di misura supera la verifica di calibrazione effettuata prima e dopo la sessione di misura; a seguito di calibrazione di esito negativo sono necessariamente scartati tutti i dati successivi all'ultima verifica positiva;
- il controllo sulla base delle condizioni meteorologiche: garantisce che i livelli sonori acquisiti dalla strumentazione siano conformi al DM 16/3/98 attraverso l'analisi combinata dei livelli sonori e dei dati meteo acquisiti da una postazione meteo posizionata in parallelo o in prossimità della postazione di rilevamento acustico. Altre elaborazioni sui dati acustici acquisiti sono la stima dell'incertezza associata alla variabilità dei livelli di rumore e l'individuazione di sorgenti interferenti. La stima dell'incertezza, attraverso il parametro deviazione standard, permette di caratterizzare la variabilità stagionale tipica della sorgente, relativamente sia alle condizioni emissive sia alle modalità di propagazione del suono influenzate dalle condizioni meteorologiche (variabilità deterministica della sorgente). La deviazione standard, associata alla valutazione delle eccedenze, intesa come l'individuazione di livelli sonori superiori ad un impostato livello soglia e di durata non inferiore ad un definito intervallo di tempo, permette inoltre di identificare se un dato misurato può essere connotato come dato anomalo e quindi escluso dal set di dati sui quali effettuare le elaborazioni successive.

Poiché nell'ambito del PMA il monitoraggio è indirizzato a valutare i livelli sonori prodotti dalla sorgente/opera di progetto, l'effetto di altre sorgenti sonore deve essere evidenziato e possibilmente quantificato, al fine di stimare correttamente il contributo esclusivo della sorgente in esame. Nel caso di postazioni di misura non presidiate, l'individuazione di sorgenti interferenti può avvenire attraverso il controllo statistico della stabilità dei livelli medi, verificando se il livello acquisito rientra in un determinato intervallo di confidenza (al 90 o al 95%), e/o attraverso l'esame dell'andamento temporale del livello sonoro (Time History).

Il monitoraggio del rumore ambientale, inteso come acquisizione ed elaborazione dei parametri acustici per la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L.Q. 447/1995 e relativi decreti attuativi, deve essere effettuato da un tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, comma 6, L.Q. 447/1995).

I rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte e dei risultati esiti del monitoraggio oltre a quanto già indicato nella parte generale delle Linee Guida, dovrà riportare per ogni misura effettuata le seguenti informazioni:

- distanza del microfono dalla superficie riflettente;
- altezza del microfono sul piano campagna;
- distanza del microfono dalla sorgente;
- catena di misura utilizzata;
- data inizio delle misure;

- tipo di calibrazione (automatica/manuale) e modalità di calibrazione (change/check);
- posizione della postazione di riferimento per l’acquisizione dei dati meteorologici (coordinate geografiche ed eventuale georeferenziazione su mappa);
- altezza dell’anemometro sul piano campagna;
- nome dell’operatore (tecnico competente in acustica ambientale);
- criteri e le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati;
- i risultati ottenuti;
- la valutazione dell’incertezza della misura;
- la valutazione dei risultati, tramite il confronto con i livelli limite.

7.6.4 Fasi del monitoraggio

Monitoraggio ante operam (AO)

Ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell’area di indagine;
- l’individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell’opera in progetto;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell’area di indagine.

Nella stesura del PMA relativamente all’analisi della componente “Rumore” vanno necessariamente considerate le indicazioni sulla tipologia di opera/attività in esame, tenuto conto che la normativa di settore fornisce specifiche indicazioni metodologiche ed operative in relazione ai diversi settori infrastrutturali (infrastrutture di trasporto lineare – strade e ferrovie, ed areali - aeroporti) ed attività produttive (industriali e artigianali).

Con specifico riferimento al progetto in esame, le sorgenti sonore sono rappresentate da 7 aerogeneratori della potenza unitaria di 6 MW, per un totale di 42 MW di potenza nominale, individuati mediante le sigle WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07.

Scelta dei Ricettori per il Monitoraggio acustico

Al fine di individuare e classificare i ricettori potenzialmente interessati dall’impatto acustico dell’opera, è stata effettuata un’analisi sulla base della cartografia tematica (CTR, carte del P.R.G. Comunale, Ortofoto) e con un censimento catastale dei fabbricati prossimi all’area di intervento. I ricettori sensibili sono stati individuati mediante censimento degli stessi sia tipologico (es. edificio, fabbricato rurale, industriale, masseria e/o rudere, deposito) sia di tipo catastale. In totale sono stati identificati n° 6 ricettori denominati con le sigle da R01 a R06.

A scopo cautelativo, per ottenere risultati più accurati e a vantaggio di sicurezza, sono state scelte, come postazioni di misura, i punti più vicini agli immobili individuati (denominati potenziali ricettori) e a una distanza scelta tra la minore rispetto l’aerogeneratore più vicino. In definitiva, il campione di ricettori rappresentativo è stato selezionato in base a:

- vicinanza all’aerogeneratore (condizione più sfavorevole);
- tipologia di costruzione (es. abitazione, masseria in buono stato o rudere, azienda agricola/attività industriale);
- permanenza di persone superiore a 4 ore (ove applicabile).

Avendo considerato condizioni peggiorative relative al rumore di fondo, unitamente alla posizione più ravvicinata rispetto le torri, l’estensione dei risultati agli altri ricettori, posti nelle stesse condizioni ambientali, è sicuramente a vantaggio di sicurezza.



Fig. 16 - Inquadramento ricettori su Ortofoto

Ricettore	Coordinate WGS 84 UTM - ZONE 33		Distanza dall'aerogeneratore più vicino (m)
	EST (m)	NORD (m)	
R01	490108	4384795	660
R02	491461	4382132	680
R03	491193	4381751	620
R04	490707	4381743	600
R05	491037	4381713	615
R06	491050	4381696	580

Fig. 17 - Tabella riportante i ricettori individuati con distanza dall'aerogeneratore più vicino

A supporto della Progettazione Definitiva, nell'ambito dello SIA, è stata redatta una Relazione Previsionale Acustica (corredata da misure fonometriche di campagna) che restituisce lo stato attuale dei luoghi in riferimento alla componente "Rumore"; tenuto conto che fino all'inizio delle attività di cantiere non sono previste operazioni di sorta, tali rilievi, salvo specifiche richieste degli enti coinvolti, possono nei fatti essere assimilate ad un "Monitoraggio Ante Operam" o comunque le analisi condotte possono essere utilizzate nelle eventuali future valutazioni. Nella fattispecie, si fa riferimento a delle misure fonometriche effettuate utilizzando un fonometro

integratore conforme alla legge quadro n° 447/'95 e relativi decreti applicativi; per la calibrazione del fonometro è stato impiegato un calibratore acustico con il quale sono state effettuate le calibrazioni prima e dopo ogni ciclo di misura riscontrando valori identici. Per la misura della velocità del vento, della temperatura e dell'umidità si è utilizzato un misuratore climatico combinato a sonda anemometrica. La restituzione e l'analisi dei dati rilevati è stata effettuata con software dedicato e specifico per la strumentazione in questione.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti nelle giornate del 10 Aprile 2023 (periodo diurno) e del 8-9-10 Aprile 2023 (periodo notturno).

Le misure sono state eseguite in giornate con cielo sereno e con vento a velocità inferiore a 5 m/s. Per ulteriori dettagli relativi ai parametri rilevati in simultanea durante gli intervalli di misurazione, si rimanda alla Relazione Previsionale Acustica.

Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Il monitoraggio in fase di Cantiere, così come per qualsiasi tipologia di cantiere di grandi dimensioni, ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

La progettazione/programmazione del monitoraggio CO prevede due tipologie di verifiche:

1. verifiche acustiche (monitoraggio del rumore ambientale);
2. verifiche non acustiche.

La progettazione/programmazione delle verifiche acustiche non può prescindere dalla conoscenza delle attività di cantiere; pertanto, è preceduta da un adeguato studio acustico che riporta almeno le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari e loro emissioni acustiche;
- scenari/fasi di lavorazione, con indicazione dei macchinari utilizzati per ogni scenario/fase;
- livelli sonori attesi ai ricettori, per ogni scenario/fase di lavorazione;
- interventi di mitigazione progettati.

La definizione del PMA, per gli elementi di dettaglio che richiede è elaborata generalmente nella fase di progettazione esecutiva, poiché durante la fase di progettazione definitiva in genere non si dispone di quel grado di dettaglio che permette di definire in modo preciso, posizione dei punti di monitoraggio, tipologia e frequenze delle misurazioni.

Il PMA, pertanto in questa fase deve necessariamente essere realizzato in maniera flessibile; frequenza e localizzazione dei campionamenti saranno stabiliti sulla base dell'effettiva evoluzione delle attività di cantiere. Per il monitoraggio del rumore ambientale si deve inoltre tenere conto che il rumore dovuto alle attività di cantiere si compone di diversi contributi:

- rumore prodotto dalle lavorazioni eseguite con macchine da cantiere;
- attività associate (carico/scarico/deposito di materiale);
- sorgenti fisse a supporto delle aree di cantiere e/o associate alle attività del cantiere (gruppi elettrogeni, ecc.);

- rumore da traffico di mezzi pesanti sulle piste di cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere.

I descrittori acustici per valutare gli impatti di un'attività di cantiere sono:

- LAeq, valutato nei due periodi di riferimento TR, diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- LAeq, valutato sul tempo di misura TM, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998. Il monitoraggio del rumore ambientale prevede rilevamenti fonometrici in ambiente esterno e in ambiente interno, eseguiti secondo quanto disposto dal DM 16/3/1998 (Allegato B). Per il monitoraggio del rumore prodotto dai mezzi pesanti sulle piste da cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, si fa riferimento a quanto già indicato nei paragrafi specifici. In sintesi, la progettazione delle verifiche acustiche prevede la specificazione di:

1. tipologia di misurazioni;
2. metodo di misura per estrapolare il solo rumore derivante dall'attività di cantiere in presenza di altre sorgenti rilevanti (es. strade, ferrovie, ecc.);
3. postazioni di monitoraggio: tipologia di postazione (fissa/mobile), localizzazione del punto di monitoraggio, tipologia di strumentazione, ecc.;
4. parametri monitorati;
5. frequenza delle misurazioni.

Gli obiettivi delle verifiche acustiche sono:

1. verificare le situazioni di massimo impatto;
2. valutare l'emissione sonora del solo cantiere.

Il monitoraggio deve garantire che le misure si svolgano durante le lavorazioni più rumorose e che siano effettuate in prossimità dei ricettori più esposti e/o critici (non necessariamente gli stessi ricettori per tutti gli scenari di lavorazione). La valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere risulta necessaria per attribuire il superamento/non rispetto del valore limite/valore soglia al solo cantiere e quindi per individuare la conseguente azione correttiva. La valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere comporta lo scorporo dal valore misurato del contributo delle altre sorgenti presenti nel sito di misura (sorgenti interferenti), necessario nei casi in cui:

- le altre sorgenti sono infrastrutture di trasporto e i ricettori più impattati si trovano all'interno delle fasce di pertinenza: per verificare il rispetto dei limiti di zona (DPCM 14/11/97 art 3 comma 2 e 3), il livello di rumore delle infrastrutture di trasporto non deve essere sommato a quello del cantiere;
- è rilasciata un'autorizzazione in deroga ai limiti di legge (come previsto dall'art 6, comma 1, lettera f) della L.Q. n. 447/95): generalmente i limiti massimi prescritti con la deroga si riferiscono solo ai livelli sonori prodotti dall'attività di cantiere. Le procedure utili per separare il rumore delle attività del cantiere da quello delle altre sorgenti presenti nel sito di misura sono individuate nella norma UNI 10855.

Valori limite e valori standard di riferimento

I valori limite per la tutela della popolazione, individuati dalla L. 447/1995 e dai relativi decreti attuativi, sono distinti per tipologia di sorgente e per destinazione urbanistica (classe acustica) del territorio. Per la determinazione dei valori limite applicabili ai siti di attività industriale e alle

attività di cantiere è individuata la classe di zonizzazione acustica e/o la definizione urbanistica del territorio in cui la sorgente e i ricettori si collocano.

I valori limiti applicabili ai siti di attività industriale e/o alle attività di cantiere sono:

- limiti della zonizzazione acustica:
 - valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
 - limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).
- valore limite differenziale di immissione (art.4 DPCM 14/11/1997 e DM 11/12/1996 per gli impianti a ciclo continuo);
- per le attività di cantiere, i valori soglia/limiti previsti dalle autorizzazioni in deroga rilasciate dai Comuni.

Il monitoraggio durante la fase di Cantiere prevede il rilievo fonometrico effettuato in riferimento ai ricettori individuati nella fase “Ante Operam” più eventuali ricettori e/o criticità aggiunti durante l’iter autorizzativo.

In riferimento alle “Linee Guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere” – Delibera del Consiglio Federale Seduta del 20 ottobre 2012 – DOC. N. 26/12, per quanto riguarda la frequenza delle misurazioni fonometriche in corso d’opera, queste saranno previste all’avvio di ogni nuova fase critica di cantiere. Le misure saranno, dunque, cadenzate dalla Direzione Lavori ad ogni impiego di nuovi macchinari durante le fasi di lavorazione, inoltre, è emerso che lavorazioni già verificate durante la loro fase di avvio difficilmente presentano ulteriori criticità, soprattutto se rimangono inalterate le misure di mitigazione eventualmente previste.

Per quanto riguarda le lavorazioni che si protraggono più a lungo, invece, potrebbero essere previste delle misure di ricognizione periodica ogni due-tre mesi.

Monitoraggio in Fase di Esercizio

Avrà come obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell’inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica e l’eventuale corretto dimensionamento e efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

Il monitoraggio dovrà verificare che i rilievi e le previsionali acustiche effettuate in fase Ante Operam siano rispettate; per far ciò si dovranno effettuare sia durante le ore diurne e sia durante le ore notturne, relativamente ai ricettori individuati, nuovamente dei rilievi fonometrici, con gli aerogeneratori in azione, al fine di confrontare i dati rilevati con i dati in possesso (AO).

Al verificarsi del superamento dei valori limite si procederà ad esaminare le possibili “Opere di Mitigazione” da intraprendere, che saranno opportunamente scelte in accordo con gli Enti e con gli specialisti del settore al fine di minimizzare gli impatti.

Monitoraggio Post Operam (PO) – Fase di Dismissione Impianto

La fase di dismissione dell’impianto, essendo di fatto un nuovo cantiere, è del tutto assimilabile alla fase di realizzazione dell’opera descritta in precedenza (fase di Cantiere), ovvero un breve periodo caratterizzato dalla presenza e gestione di mezzi e personale, con le stesse problematiche prima evidenziate, ovvero, la mancanza in sede di progetto definitivo, del grado di dettaglio necessario per indicare in modo puntuale, la posizione dei punti di monitoraggio e la tipologia e frequenze delle misurazioni, che saranno stabilite sulla base dell’effettiva evoluzione delle attività di cantiere come visto in precedenza.

Se durante l'iter Autorizzativo dovessero emergere delle indicazioni relativamente alla gestione della Componente Rumore, eventuali opere di mitigazione, nuove misurazioni e/o prescrizioni, la Società sin da ora si rende disponibile a valutarle e programmarle.

8 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto che prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato "Marmilla", di potenza complessiva pari a 42,0 MW da realizzarsi nei Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU), è stato redatto un Piano di Monitoraggio Ambientale delle componenti atmosfera, suolo e sottosuolo, acqua, rumore, vegetazione e fauna.

Per ogni componente sono state fornite metodologie, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo per il relativo monitoraggio durante le tre fasi del progetto ovvero ante-operam, in corso d'opera (realizzazione impianto), post-operam (fase di esercizio impianto).

Scopo del presente documento è stato pertanto quello di fornire uno strumento che consenta di ottenere un quadro esaustivo dell'evoluzione delle componenti ambientali nel tempo, attraverso un monitoraggio pluriennale di durata pari a quella dell'impianto.

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato secondo modalità e tempistiche da concordare con l'Ente stesso.