

Regione Toscana

Linee guida
**per la valutazione
di impatto ambientale
degli impianti eolici**

Linee guida
**per la valutazione
di impatto ambientale
degli impianti eolici**



Regione Toscana

Linee guida

per la valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici

Regione Toscana

Direzione Generale della Presidenza

Area di Coordinamento Attività Legislative, Giuridiche e Istituzionali

Settore Valutazione di Impatto Ambientale - Opere pubbliche di interesse strategico

Indice

1. Premessa	5
2. Introduzione	6
3. Aspetti programmatici	9
4. Aspetti progettuali	10
5. Aspetti ambientali	13
5.1 Indicazioni generali	13
5.2 Life Cycle Assessment (LCA)	14
5.3 Atmosfera	23
5.4 Ambiente idrico, suolo e sottosuolo	24
5.5 Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi: aspetti generali	26
5.6 Paesaggio e Beni Culturali: aspetti generali	28
5.7 Rumore e vibrazioni	28
5.8 Radiazioni non ionizzanti	30
5.9 Salute e sicurezza pubblica	31
5.10 Rifiuti e bonifiche	31
5.11 Aspetti infrastrutturali	32
6. Flora, Vegetazione, Fauna, Ecosistemi: approfondimenti	34
6.1 Requisiti progettuali	34
6.2 Aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici	34
6.3 Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale	35
6.4 Studio di Incidenza	39
6.5 Misure atte a evitare, mitigare o compensare gli impatti negativi	40
7. Beni Culturali e Paesaggio: approfondimenti	43
7.1 Aree di studio	43
7.2 Individuazione degli impatti dell'impianto eolico e delle opere connesse sul paesaggio	47
7.3. Effetti cumulativi	47
7.4 Occlusione visiva	48
7.5 Misure di mitigazione e compensazione	48
8. Aspetti socio-economici	51
8.1 Effetti socio-economici relativi alla costruzione ed esercizio dell'impianto	51
8.2 Analisi costi - benefici	51
ALLEGATO 1 (previsto dal paragrafo 6)	55
Criteri per l'esecuzione dei rilievi faunistici	55
ALLEGATO 2 (previsto dal paragrafo 6)	73
Aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici	73

1. Premessa

La realizzazione e l'esercizio degli impianti eolici comporta benefici a livello globale in termini di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e di altri inquinanti atmosferici, propri della produzione termoelettrica. Tuttavia a livello locale la presenza di tali opere può determinare impatti ambientali negativi significativi, in particolare come conseguenza di localizzazioni e *layout* d'impianto non adeguati. Pertanto è necessario definire criteri e le modalità di riferimento per i proponenti dei progetti, ai fini della redazione dello studio di impatto ambientale (SIA), in modo tale da ottimizzare la scelta del sito, della configurazione e della tipologia d'impianto, nonché di individuare le necessarie misure di mitigazione, compensazione e monitoraggio.

Nell'anno 2004 il Settore Valutazione di Impatto Ambientale della Regione Toscana ha pubblicato il documento "Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici".

Il documento contiene indicazioni per i proponenti di progetti relativi a impianti eolici, finalizzate alla redazione degli elaborati necessari per le procedure di valutazione di impatto ambientale (VIA), con particolare riferimento agli aspetti naturalistici ed al paesaggio.

Alla luce dell'applicazione del documento nell'ambito di numerosi procedimenti di verifica e valutazione di impatto ambientale, si è ritenuto opportuno procedere al loro aggiornamento ed all'allargamento alle altre componenti ambientali.

Il risultato è costituito dalle presenti linee guida che hanno per oggetto indicazioni specifiche in merito alle modalità con cui devono essere effettuate le indagini e gli studi necessari e deve essere redatto lo studio di impatto ambientale, indispensabile per richiedere l'attivazione del procedimento di VIA. Le indicazioni del presente documento costituiscono soltanto un riferimento generale per la redazione dello Studio preliminare ambientale, necessario ai fini dell'attivazione del procedimento di Verifica di assoggettabilità, tenuto conto del minor livello di definizione progettuale che caratterizza la Verifica rispetto alla VIA.

I paragrafi da 1 a 5 sono stati elaborati dal competente Settore della Regione Toscana, tenuto conto del contributo degli Uffici e delle Agenzie regionali interessati, mentre i paragrafi 5.2, 6, 7 e 8 sono stati elaborati dal competente Settore della Regione Toscana, tenuto conto di specifiche ricerche commissionate a professionisti, specialisti nelle rispettive materie:

- aspetti naturalistici, Società NEMO s.r.l. - Paolo Sposimo, Alberto Chiti Batelli e Paolo Agnelli (Museo di Storia Naturale Sezione La Specola, Università di Firenze);
- paesaggio, Mauro Agnoletti (Università di Firenze);
- aspetti socio economici e L.C.A., Claudio Fagarazzi (Università di Firenze), Marco Frey (Università di Pisa).

Il presente documento riflette l'opinione delle competenti strutture regionali e non è di natura vincolante.

2. Introduzione

La valutazione di impatto ambientale è regolata a livello della Comunità Europea dalla Direttiva 2011/92/UE, a livello nazionale dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. ed a livello regionale dalla L.R. 12 febbraio 2010, n. 10 e s.m.i.

Gli impianti eolici posti sulla terraferma, per i quali vi è un procedimento in cui è prevista la partecipazione di un rappresentante del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, sono soggetti a VIA di competenza della Regione Toscana (L.R. 10/2010, Allegato A1, lettera b).

Gli impianti industriali sulla terraferma per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento con potenza complessiva installata superiore ad 1 MW sono soggetti a verifica di assoggettabilità di competenza della Regione (L.R. 10/2010, Allegato B1, lettera d). Ove il progetto sia compreso, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette o Siti di importanza regionale (SIR), ivi inclusi SIC (Siti di importanza comunitaria) e ZPS (Zone di protezione speciale), deve essere attivato il procedimento di VIA e la soglia è ridotta alla metà (art. 43 comma 4 della legge regionale).

Gli impianti eolici per la produzione di energia elettrica ubicati in mare sono soggetti a VIA di competenza statale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., Allegato II, punto 7 bis).

Pertanto le presenti linee guida sono da ritenersi un riferimento per quanto riguarda gli impianti eolici sulla terraferma nonché, in quanto applicabili al caso specifico, per quanto riguarda l'espressione del parere della Regione Toscana relativamente agli impianti a mare, per i quali l'Autorità Competente è il Ministero dell'Ambiente.

Le presenti linee guida si applicano agli impianti di potenza complessiva superiore a 1MW.

Per il proponente di progetti relativi a impianti eolici costituiscono riferimento, oltre alle presenti linee guida:

- l'art. 50 e l'Allegato C alla L.R. 10/2010;
- il Regolamento alla citata legge regionale e, nelle more della sua approvazione, i documenti di cui all'art. 65 comma 2 della legge (Linee guida di cui alla D.G.R. n. 1068 del 20.9.1999 e Norme tecniche di cui alla D.G.R. n. 1069 del 20.9.1999);
- il D.M. 10 settembre 2010 in materia di linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- la pianificazione energetica regionale nell'ambito della quale saranno individuate le aree non idonee all'installazione di impianti eolici. A seguito dell'approvazione del suddetto Atto di pianificazione, l'istanza di attivazione del procedimento di valutazione per un impianto i cui aerogeneratori e relative piazzole siano posti all'interno di un'area non idonea sarà archiviata;
- l'Allegato G al D.P.R. 357/1997 e s.m.i., in merito ai contenuti dello studio di incidenza;
- il D.M. 17.10.2007 e s.m.i. e la D.G.R. 454/2008 in materia di misure di conservazione delle ZPS e la D.G.R. 644/2004 relativa alle misure di conservazione dei SIR;

- le linee guida della Commissione Europea in materia di valutazione di incidenza “Guidance Document, Wind Energy Developments and Natura 2000”, 2010.

Costituiscono altresì un utile documento le linee guida del Ministero per i Beni e le Attività Culturali “Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica”, 2006, nonché le Linee guida per la valutazione ed il monitoraggio dell’impatto acustico degli impianti eolici, in corso di pubblicazione da parte di ISPRA.

Il progetto preliminare o definitivo dell’impianto, così come definito al presente paragrafo 2, deve essere predisposto secondo quanto previsto dal Regolamento sui Contratti Pubblici, per le opere pubbliche; negli altri casi, diversi dalle opere pubbliche, il progetto deve presentare un livello di informazione e di dettaglio almeno equivalente. Nel caso vi sia un piano o programma che è stato sottoposto a valutazione ambientale strategica, VAS (ad esempio: Piano del Parco, Regolamento Urbanistico) e che prevede la realizzazione di un impianto eolico, il proponente del progetto può utilizzare le informazioni e le analisi contenute nel Rapporto Ambientale e tiene in considerazione la documentazione e le conclusioni della VAS.

Nelle presenti linee guida:

- le dizioni “si prescrive”, “deve” ed “è necessario” si riferiscono a suggerimenti specifici rilevanti per il proponente;
- le dizioni “si raccomanda”, “può” ed “è opportuno” si riferiscono ad altri suggerimenti destinati al proponente;
- per “progetto”, “impianto”, “opera” si intende il complesso rappresentato dagli aerogeneratori, le relative piazzole, la viabilità di nuova realizzazione, l’adeguamento della viabilità esistente, l’eventuale cabina elettrica d’impianto, gli elettrodotti di nuova realizzazione, l’adeguamento di elettrodotti esistenti, la sottostazione elettrica ed il punto di connessione alla rete nazionale, le segnalazioni al volo diurne e notturne, eventuali ulteriori locali tecnici, le recinzioni, l’impianto di illuminazione, le opere di regimazione idraulica, i cantieri (compreso le aree di deposito materiali, di parcheggio e manutenzione dei mezzi, i locali di servizio, le aree operative, le recinzioni, gli interventi di regimazione idraulica e di gestione delle acque meteoriche dilavanti, i dispositivi di mitigazione dell’impatto ambientale, le eventuali piazzole necessarie per i trasporti con elicottero) ed ogni altra installazione ed operazione (ad esempio: movimenti di terra e taglio della vegetazione) necessaria alla costruzione, esercizio o manutenzione;
- per “sito” si intende l’area direttamente interessata dalla realizzazione dell’impianto;
- per “area vasta” la zona interessata dai possibili impatti del progetto. Tale area può assumere confini differenti a seconda della componente ambientale considerata e del tipo di effetto in esame.

Tutti gli elaborati cartografici presentati devono avere le seguenti caratteristiche:

- base topografica completa ed aggiornata;
- scala adeguata al tematismo da rappresentare;
- qualità grafica soddisfacente in base alla necessaria leggibilità;
- legenda leggibile;
- indicazione delle fonti da cui è tratta ovvero indicazione che si tratta di elaborazione originale;
- rappresentazione di tutte le opere previste dal progetto;

- rappresentazione complessiva, possibilmente in una unica carta per tematismo, di tutto il progetto e tutto il territorio interessato.

Per i fini di cui all'art. 46 comma 1 lettera a) della L.R. 10/2010 sono amministrazioni interessate tutte quelle fisicamente (cioè territorialmente) coinvolte dal progetto o dagli impatti della sua attuazione.

Per quanto riguarda gli impatti sul paesaggio si intendono interessati tutti i Comuni il cui territorio ricade all'interno dell'AIP, con "punti sensibili" da cui l'impianto è visibile (a tale proposito si veda il paragrafo 7).

In casi particolari, per specifiche localizzazioni o tipologie di impianto, è facoltà dell'Autorità competente individuare ulteriori studi, analisi, elaborazioni, mitigazioni, compensazioni o monitoraggi, rispetto a quanto indicato nelle presenti linee guida:

- in esito alla procedura di fase preliminare di cui all'art. 51 della L.R. 10/2010;
- come richiesta di integrazioni nell'ambito del procedimento di VIA;
- come prescrizioni e raccomandazioni nell'ambito della pronuncia di compatibilità ambientale.

Le vigenti disposizioni in merito alla sicurezza della navigazione aerea prevalgono in relazione a qualsiasi aspetto trattato nelle presenti linee guida.

3. Aspetti programmatici

Il proponente è tenuto ad esaminare, nell'ambito dell'area vasta, le relazioni del progetto con:

- la pianificazione energetica;
- gli strumenti di pianificazione territoriale e gli atti di governo del territorio;
- il Piano paesistico regionale;
- la pianificazione di bacino, con particolare riferimento alle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica;
- la pianificazione faunistico venatoria;
- il Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA);
- la Strategia Regionale in materia di biodiversità;
- i piani ed i regolamenti delle Aree naturali protette, i piani di gestione dei Siti di importanza regionale (SIR), ivi incluso SIC e ZPS;
- i piani di gestione del patrimonio agricolo forestale regionale;
- la pianificazione in materia di incendi boschivi;
- altri piani e programmi di settore attinenti al progetto.

Devono essere analizzati e rappresentati cartograficamente, nell'ambito dell'area vasta, i vincoli presenti, con particolare riferimento a:

- vincolo paesaggistico, archeologico ed altri di cui al Codice dei Beni culturali e del Paesaggio (D.Lgs. 42/2004);
- vincolo idrogeologico;
- Aree naturali protette e Siti di importanza regionale (SIR), ivi incluso SIC e ZPS;
- istituti faunistici;
- aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (D.Lgs. 152/2006 art. 94). Si raccomanda di differenziare tra : area di tutela assoluta, area di rispetto e zona di protezione;
- aree di salvaguardia e valorizzazione ambientale relativamente alle acque minerali e termali (L.R. 38/2004 artt. 18 e 19);
- siti di bonifica;
- vincoli di tipo idraulico e geomorfologico;
- vincoli relativi ad infrastrutture lineari;
- vincoli aeroportuali ed aeronautici;
- aree di uso civico.

4. Aspetti progettuali

Deve essere descritto il progetto, con particolare riferimento ai seguenti elementi:

- dati anemometrici della durata di almeno un anno, eventuali correlazioni con altri anemometri esistenti; analisi dei risultati con particolare riferimento a: numero stimato di ore equivalenti, velocità media del vento al mozzo, istogramma delle frequenze della velocità del vento e distribuzione di Weibull, disponibilità annua prevista dell'aerogeneratore;
- alternative di localizzazione, di *layout* e di tipologia di aerogeneratore prese in esame e motivazioni delle scelte effettuate; deve essere inclusa l'alternativa zero;
- caratteristiche tecniche del/degli aerogeneratore/i prescelto o di riferimento;
- modalità di frenatura, arresto e messa in bandiera del rotore;
- prime indicazioni sulle segnalazioni al volo, notturne e diurne, previste e sugli accorgimenti per garantire la sicurezza dell'aerogeneratore: proiezione di ghiaccio, cedimenti strutturali, stabilità anche in condizioni meteorologiche avverse ed in condizioni sismiche;
- vita utile prevista per l'impianto e previsione della perdita di efficienza dell'aerogeneratore nel tempo;
- previsioni di *repowering*, modalità di dismissione, smantellamento e recupero ambientale del sito. I costi degli interventi di dismissione, smantellamento e recupero ambientale del sito devono essere quantificati nell'ambito del computo metrico – estimativo. Si ricorda che in relazione a tali costi il Proponente dovrà prestare idonea cauzione a garanzia, in sede di rilascio dell'autorizzazione;
- la quantificazione dei materiali necessari alla realizzazione, esercizio, manutenzione e dismissione ed indicazione dei possibili siti di origine;
- la quantificazione dei materiali originati dalla realizzazione, esercizio, manutenzione e dismissione ed indicazione dei possibili siti di destinazione ai fini del riutilizzo, recupero o smaltimento;
- la quantificazione delle risorse idriche ed energetiche necessarie e dei reflui idrici prodotti in fase di costruzione;
- configurazione, organizzazione e logistica dei cantieri; tipologia dei mezzi utilizzati; viabilità utilizzata dai mezzi in fase di costruzione, esercizio e manutenzione, numero totale, medio e massimo di viaggi autocarro al giorno; caratteristiche, numero totale, medio e massimo giornaliero dei trasporti eccezionali per massa o sagoma. Si chiede quindi il progetto dell'area dei cantieri, nonché dei relativi presidi di tutela ambientale;
- le caratteristiche delle viabilità nuova o in adeguamento, nonché della piazzole degli aerogeneratori in fase di cantiere e di esercizio;
- il cronoprogramma dei lavori;
- il piano di manutenzione dell'opera;
- le superfici di suolo occupate in fase di costruzione e di esercizio (descrizione e rappresentazione planimetrica), da tutte le opere costituenti il progetto;

- la quantificazione degli scavi e dei riporti nonché delle modalità adottate per minimizzare i movimenti di terra e compensare scavi e riporti medesimi; la quantificazione delle terre e rocce di scavo prodotte e la descrizione delle relative modalità di gestione;
- le modalità per la riduzione delle sezioni della viabilità di servizio e delle piazzole al termine della fase di costruzione;
- gli accorgimenti per evitare l'insacco di incendi da parte dei cantieri e da parte dell'impianto, nonché per proteggere l'impianto da incendi verificatisi al suo esterno e da fulmini;
- le disposizioni e le norme tecniche che regolano la costruzione, l'esercizio, la manutenzione e la dismissione di tutte le opere previste.

E' opportuno che il proponente presenti la soluzione per la connessione rilasciata dal Soggetto gestore delle rete elettrica.

Si ricorda che, ai sensi del D.P.R. 380/01 e della L.R. 1/2005, preventivamente all'inizio dei lavori le opere in progetto dovranno ricevere la prescritta autorizzazione sismica da parte dell'Ufficio del Genio Civile. A tal proposito il proponente deve indicare preliminarmente gli accorgimenti progettuali adottati.

Fatte salve documentate esigenze di carattere tecnico o ambientale:

- le torri devono essere di tipo tubolare e non devono essere dotate di tiranti;
- gli aerogeneratori devono essere verniciati con vernici antiriflesso;
- le torri anemometriche devono essere prive di tiranti; ove la presenza di tiranti fosse tecnicamente indispensabile, i medesimi devono essere dotati di *markers*, secondo le modalità indicate dalla linee guida nazionali ed internazionali per la corda di guardia degli elettrodotti (ad esempio: Linee guida per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna, ISPRA – 2008);
- il trasformatore deve essere posto all'interno della torre;
- gli elettrodotti devono essere previsti in cavo interrato. Gli eventuali ed indispensabili tratti aerei devono essere previsti in cavo cordato isolato oppure essere dotati di specifici dispositivi per prevenire la collisione e l'elettrocuzione di uccelli e chiropteri, tenuto conto di quanto indicato dalle specifiche linee guida nazionali ed internazionali;
- non devono essere previste cabine elettriche e locali tecnici sul sito di impianto;
- la sottostazione elettrica deve essere posta al di sotto o in adiacenza con l'elettrodotto della rete nazionale ricevente l'energia dell'impianto;
- le pavimentazioni adottate devono essere di tipo permeabile;
- il plinto di fondazione attorno alla base delle torri deve essere ricoperto con almeno 40 cm di terreno ed inerbato;
- fatti salvi gli accorgimenti in materiali di segnalazione al volo notturna, deve essere evitata ogni forma di illuminazione continua dell'impianto o delle sue componenti. Le luci possono attivarsi solo in caso via necessità di interventi urgenti di manutenzione oppure in caso di intrusione; per quanto riguarda le caratteristiche degli impianti di illuminazione esterna si raccomanda di fare riferimento a quanto previsto dalla pianificazione energetica regionale (attualmente dall'Allegato III del Piano di indirizzo energetico regionale);
- le operazioni di recupero ambientale, al termine della fase di costruzione, devono avvenire in maniera progressiva, man mano che le singole porzioni dell'impianto sono ultimate.

Ai fini del ripristino ambientale dei cantieri al termine dei lavori, il proponente deve prevedere negli elaborati progettuali ed ambientali: l'inerbimento delle scarpate nonché il ripristino morfologico ed alla stabilizzazione di tutte le aree soggette a movimento di terra in conseguenza dei cantieri e non più necessarie alla fase di esercizio; il ripristino della viabilità pubblica e privata, utilizzata e danneggiata in seguito alle lavorazioni; il ripristino delle opere di sistemazione idraulica e di regimazione delle acque.

La costruzione e l'esercizio dell'impianto non devono precludere l'esercizio delle attività agricole nei fondi circostanti, l'accesso ai fondi medesimi e la continuità della viabilità esistente.

Si ricorda che, qualora l'impianto risulti non operativo per più di 12 mesi, ad eccezione di specifiche situazioni determinate da interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria, il Proponente deve provvedere alla sua dismissione (D.M. 10.9.2010, Allegato 4, Paragrafo 9).

Tale disposizione deve riferirsi anche a singole porzioni dell'impianto (ad esempio singoli aerogeneratori).

Si fa presente che, almeno 12 mesi prima del termine della vita utile dell'impianto (così come indicata nel progetto), ove il Proponente non intenda procedere alla dismissione del medesimo, deve essere presentato all'Ufficio competente per la VIA un progetto di sostituzione degli aerogeneratori ovvero una richiesta di proseguimento dell'esercizio dell'impianto esistente, evidenziando l'andamento dell'efficienza energetica nel tempo e dimostrando che quest'ultima è sempre soddisfacente.

5. Aspetti ambientali

5.1 Indicazioni generali

Il proponente deve prendere in esame:

- i recettori (edifici residenziali, scuole, ospedali, luoghi di lavoro, campi gioco, eccetera) presenti nell'area vasta, descrivendone le caratteristiche e riportandoli su cartografia aggiornata che tenga conto dei più recenti titoli edilizi abilitativi;
- gli impatti di tutte le alternative considerate indicando, accanto alle ragioni tecniche, i motivi ambientali della scelta fatta;
- gli impatti riferiti a tutte le fasi di vita del progetto (costruzione, esercizio, manutenzione, dismissione e recupero ambientale, malfunzionamento);
- le necessarie misure di mitigazione, compensazione e monitoraggio, ove pertinenti. Nell'ambito del monitoraggio devono essere indicate le soluzioni che si ipotizzano nel caso i dati rilevati dimostrino che vengono superate determinate soglie d'impatto (ad esempio: fatalità per collisione di una determinata specie di interesse conservazionistico);
- le eventuali misure di miglioramento ambientale, non collegate a singoli impatti, ma destinate ad incrementare la sostenibilità dell'opera;
- gli impatti cumulativi, nell'ambito dell'area vasta, con altri impianti eolici ed altre opere con analoghi fattori di impatto, esistenti, autorizzati, in corso di autorizzazione o di valutazione;
- la possibilità di localizzare le opere, in tutto o in parte, in *brownfield* o comunque all'interno di habitat già alterati;
- la possibilità di ridurre al minimo la lunghezza della viabilità e degli elettrodotti di nuova realizzazione;
- l'opportunità di privilegiare, a parità di potenza complessiva, un numero minore di aerogeneratori.

Il proponente deve prevedere un piano di gestione ambientale in fase di costruzione ed esercizio, che includa le modalità per gestire eventuali situazioni di emergenza ambientale (ad esempio: sversamento al suolo o in acqua di idrocarburi). Per la fase di costruzione può essere fatto riferimento a buone pratiche diffuse a livello internazionale come ad esempio "*Good practice during wind farm construction*", SNH (2010). Si raccomanda l'adozione di uno specifico Sistema di gestione ambientale in fase di costruzione e di esercizio, secondo gli standard EMAS o ISO 14000.

Relativamente alla fase di dismissione il proponente deve indicare le percentuali minime dei materiali costituenti le diverse componenti dell'impianto che si impegna a avviare a riutilizzo e riciclaggio, valutando l'opportunità di acquistare tali componenti da Soggetti che aderiscono ad organismi che si impegnano al riciclaggio delle componenti medesime.

Di seguito vengono esaminate le singole componenti ambientali. Nei successivi paragrafi 6, 7 ed 8 sono forniti approfondimenti specifici rispettivamente per gli aspetti naturalistici, il paesaggio e gli aspetti socio economici.

5.2 Life Cycle Assessment (LCA)

Il proponente può presentare un documento contenente il *Life Cycle Assessment* dell'impianto, analizzando: la costruzione delle componenti, i trasporti, il montaggio, l'operatività e la dismissione. Le analisi devono tenere conto delle emissioni aggiuntive di gas serra dovute al cambio di destinazione d'uso dei suoli, in termini di emissioni di CO₂ dal suolo e dalla vegetazione in fase di costruzione e di mancata fissazione in fase di esercizio.

I dati da fornire sono almeno i seguenti: emissioni di CO₂, di altri gas climalteranti e di inquinanti atmosferici per kWh di energia prodotta; raffronto con le fonti energetiche tradizionali e con altre tipologie di fonti rinnovabili; *payback time* in termini energetici e di potenziale di cambiamento climatico globale.

Per quanto riguarda l'aerogeneratore di riferimento si può fare riferimento ai documenti di LCA che molte aziende costruttrici hanno a disposizione.

In relazione alla metodologia da seguire nelle valutazioni, tenuto conto delle Norme ISO 14040, il proponente può fare riferimento alle indicazioni di seguito riportate.

5.2.1 Indicazioni per l'effettuazione del LCA

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

Il valore aggiunto della conduzione di uno studio LCA all'interno di un procedimento di VIA deriva fondamentalmente dalla:

- valutazione quantitativa delle alternative processuali secondo un procedimento codificato;
- valutazione degli aspetti indiretti (a valle ed a monte del processo).

La quantificazione (indicizzata al kWh) delle emissioni di CO₂ durante il ciclo di vita dell'impianto va in questa direzione, infatti:

- fra i dati tradizionalmente forniti per una VIA si può risalire esclusivamente all'emissione diretta di CO₂ durante alcune fasi del ciclo di vita (es. consumi di cantiere, consumi impianto, ecc), ma non si hanno informazioni sulla CO₂ collegata alla produzione di materiali, ecc.;
- il confronto della CO₂ associata ad una certa alternativa progettuale con i range di variabilità del kWh eolico censiti in letteratura può dare fornire informazioni sul posizionamento assoluto dell'alternativa;
- il confronto della CO₂ associata alle diverse alternative progettuali rappresenta un importante parametro per la stima dell'utilizzo efficiente del territorio da parte di un campo eolico.

L'indicizzazione degli impatti al kWh di energia prodotta, a seguito della valutazione non quantitativa di impatto sugli aspetti naturalistici e sulle attività economiche locali, fornisce una visione integrata sull'uso efficiente del territorio e della risorsa anemologica in termini energetici: indicizzando al kWh infatti saranno favorite quelle soluzioni che massimizzano la produzione e minimizzano gli impatti. Inoltre, la quantificazione dei materiali utilizzati (e degli impatti sostenuti per produrli) per le opere di accesso all'impianto e di allaccio alla rete (strade di accesso, elettrodotti, ecc.) permettono di cogliere il differenziale di impatto collegato alle alternative localizzazioni di una stessa opera.

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

A livello europeo l'importanza strategica dell'adozione della metodologia LCA come strumento di base scientificamente adatto all'identificazione di aspetti ambientali significativi è espressa chiaramente all'interno del Libro Verde COM 2001/68/CE e della COM 2003/302/CE sulla Politica Integrata dei Prodotti, ed è suggerita, almeno in maniera indiretta, anche all'interno dei Regolamenti Europei EMAS (761/2001/CE) ed Ecolabel 1980/2000/CE. LCA è infatti un efficace supporto alla comunicazione ambientale ed è per questo lo strumento alla base della definizione delle "etichette ecologiche".

Potenzialmente quindi le applicazioni di LCA sono innumerevoli, quali ad esempio:

- Sviluppo e Miglioramento di prodotti/progetti;
- *Decision making* e pianificazione strategica (ad esempio LCA può essere usato come metodo oggettivo di scelta tra due iniziative progettuali concorrenti su una stessa area);
- Attuazione di una Politica Pubblica;
- Comunicazione e Marketing ambientale.

Tuttavia poiché uno studio dettagliato di LCA può risultare (in termini economici e di tempo) molto complesso da eseguirsi (si deve acquisire una notevole quantità di dati ambientali durante ogni fase del ciclo di vita e si devono conoscere in modo approfondito sia gli aspetti metodologici standardizzati della metodologia che gli strumenti di supporto quali software e banche dati), si stanno sempre più sviluppando strumenti di "LCA semplificata" che consentano una verifica immediata del ciclo di vita dei prodotti anche a coloro che non possiedono tutte le competenze e le risorse necessarie per realizzare uno studio dettagliato. La richiesta dati contenuta in queste linee guida è orientata in questo senso.

Inoltre poiché la disponibilità di dati attendibili è di fondamentale importanza per la buona riuscita di uno studio di LCA, si sta cercando in campo internazionale ed europeo di favorire l'accessibilità, la disponibilità e lo scambio gratuito e libero di dati LCA attraverso lo sviluppo di Banche Dati pubbliche, protette, compatibili, trasparenti ed accreditate.

Nel settore energetico LCA ha trovato ampia diffusione, permettendo di valutare i carichi ambientali associati ad un mix energetico, ad una certa fonte, ad un certo impianto. Particolarmente potente risulta l'effettuazione di studi di LCA comparativi, capaci di rilevare le migliori soluzioni dal punto di vista ambientale in un determinato contesto. Importante per la comparazione è l'individuazione di una metodologia standardizzata, che permetta di compiere studi paragonabili grazie all'identificazione di una stessa unità di misura (unità funzionale) e delle stesse assunzioni (confini del sistema).

Perché i risultati di uno studio di LCA siano paragonabili con quelli di studi analoghi (*benchmark* esterni o *benchmark* a livello regionale), è importante che questi siano effettuati secondo una metodologia uniforme e standardizzata: in questo senso un'importante riferimento è rappresentato dalla PCR 2007:08. In questo paragrafo sono descritte le fasi principali da intraprendere per effettuare uno studio di LCA relativo ad un impianto eolico, conformemente alle norme della serie ISO 14040 ed alla suddetta PCR, alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti. Una PCR (*Product*

Category Rules) è un documento metodologico di riferimento per l'implementazione di uno studio LCA finalizzato allo sviluppo di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto. Uno degli schemi più attivi a livello internazionale è quello implementato dallo *Swedish Environmental Management Council (SEMC)*, conosciuto come *Environmental Product Declaration (EPD)*.

La fase preliminare di uno studio di LCA consiste nell'esatta individuazione del sistema da studiare e dei suoi confini, dell'unità funzionale da prendere in considerazione, dei requisiti di qualità dei dati. In seguito vengono definiti questi elementi per condurre uno studio di LCA standardizzato per un impianto eolico.

L'unità funzionale (UF) è definita come "la prestazione quantificata di un sistema di prodotto da utilizzare come unità di riferimento in uno studio di valutazione del ciclo di vita". Lo scopo dell'unità funzionale è quindi quello di "fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita" dal sistema indagato. Per la generazione di elettricità l'unità funzionale è individuata in 1 kWh di elettricità – al netto dell'autoconsumo dell'impianto – prodotta e distribuita all'utente finale. La scelta di una simile unità funzionale garantisce l'integrazione della valutazione relativa alla localizzazione (es. sono prese in considerazione tanto le caratteristiche delle opere realizzate, infrastrutture accessorie incluse, che la producibilità dell'impianto, il cui valore deve essere dichiarato con riferimento ad opportuni modelli di elaborazione anemometrica e simulazione delle eventuali interferenze).

La definizione dei confini del sistema indagato consiste nel selezionare quali processi/operazioni (per esempio produzione di materiali, trasporto, produzione di energia ecc.) e flussi (emissioni, rifiuti ecc.) devono essere tenuti in considerazione.

Uno studio del ciclo di vita dell'energia eolica deve essere esteso sia alla fase di produzione che a quella di distribuzione dell'elettricità. Ogni turbina deve essere valutata singolarmente relativamente alle seguenti fasi in cui il ciclo di vita può essere suddiviso: costruzione, trasporto, fase produttiva e fine vita degli impianti.

In tabella sono riassunte le macrofasi del ciclo di vita di un impianto eolico e l'elenco delle unità di processo che le compongono.

Tabella - Descrizione delle macrofasi del ciclo di vita di un impianto eolico

Macrofase	Moduli
Costruzione dell'impianto	Produzione dei materiali, manifattura dei componenti principali (pale, navicelle e torri), fondamenta, messa in posa, costruzione delle infrastrutture necessarie all'accesso all'impianto
Trasporti	Trasporto di materiali e componenti presso il sito
Fase operativa e manutenzione	Sostituzione di componenti e materiali (es. olio lubrificante), trasporto di componenti e materiali sostituiti, trasporti collegati alle visite ispettive
Distribuzione	Allaccio alla rete di trasmissione (produzione dei materiali e messa in posa dei cavidotti), perdite di rete
Fine vita	<i>Disassembly</i> , smaltimento dei materiali, trasporto dei materiali da smaltire

Qualità dei dati e database

I dati utilizzati per condurre uno studio di LCA vengono solitamente suddivisi in:

- dati specifici, ovvero sia quelli raccolti direttamente nel sistema produttivo indagato (*site-specific*) sia quelli provenienti da altre fonti o database relativi a sistemi tecnologicamente equivalenti (*process-specific*);
- dati generici, se i dati di letteratura disponibili non hanno questa caratteristica di equivalenza col sistema indagato.

La validità di uno studio è tanto maggiore quanto maggiore è il numero di dati specifici che si riesce ad ottenere.

In generale, relativamente alla qualità dei dati, sono validi i seguenti principi:

- Uso di dati specifici, ove possibile;
- Affidabilità scientifica delle fonti di dati consultate;
- Rappresentatività geografica e temporale dei dati utilizzati.

In tabella sono riportate le banche dati pubbliche più accreditate per i principali materiali e processi coinvolti del ciclo di vita dell'energia eolica.

Tabella - Database di riferimento per diverse categorie di materiali

Materiale	Database
Acciaio	World Steel Life Cycle Inventory
Rame	ICA (International Copper Association) European Copper Institut
Alluminio	EAA (International Aluminium Association)
Elettricità ed energia	Ecoinvent
Materie plastiche	PE Plastics Europe
Prodotti chimici	PE Plastics Europe, Ecoinvent
Componenti elettroniche	EIME (Environmental Information and Management Explorer)
Trasporti	COPERT (Computer Programm to calculate emissions from road trasport)
Gestione dei rifiuti	Ecoinvent
Altri materiali di costruzione (es. cemento)	Ecoinvent

Analisi dell'inventario

L'analisi dell'inventario comprende la raccolta e la classificazione dei dati e la quantificazione dei flussi in entrata e in uscita del sistema prodotto. I flussi comprendono l'uso di risorse e le emissioni in aria, acqua e suolo associate al sistema. I dati raccolti sono la base per le interpretazioni, in funzione di obiettivo e campo di applicazione, e per la successiva fase di valutazione del ciclo di vita.

Importante in questa fase è la definizione di "cut-off rules", ovvero regole che permettano a priori di stabilire il dettaglio dell'indagine, evitando di raccogliere dati per materiali ed operazioni aventi una significatività scarsa se paragonata all'intero ciclo di vita. Generalmente sono considerati trascurabili gli impatti relativi a componenti aventi un peso inferiore all'1% sul totale dei materiali.

A causa della gran mole di dati in gioco in uno studio di LCA, per l'elaborazione degli stessi si ricorre spesso a strumenti di tipo informatico.

Per un impianto eolico sono da raccogliere presso il produttore dei generatori eolici i seguenti dati *site-specific* e *process-specific*:

- peso dei materiali costitutivi dei principali componenti dei generatori eolici¹;
- distanza e modalità di trasporto presso il sito dell'impianto.

Inoltre a cura dell'operatore dovranno essere stimati i dati relativi a:

- fase di cantiere (consumi energetici dei macchinari coinvolti nella messa in posa dell'impianto);
- materiali utilizzati per la costruzione delle fondamenta e collegamento alla rete;
- quantità di energia prodotta e di materiali consumati durante la fase operativa;
- scenari di fine vita dell'impianto.

Valutazione dell'impatto del ciclo di vita

Le informazioni ottenute dall'Analisi dell'Inventario costituiscono la base di partenza per le valutazioni di tipo ambientale cui è dedicata la fase di *Impact Assessment*. Questa ha lo scopo di quantificare le modificazioni ambientali che si generano a seguito delle emissioni e del consumo di risorse provocati durante l'intero ciclo di vita di un impianto. Si deve dunque far riferimento a modelli che individuano e caratterizzano la correlazione esistente fra certi tipi di emissione e altri tipi di impatto ambientale. Le categorie di impatto significative per la caratterizzazione di un kWh elettrico sono riportate in tabella, insieme alle unità di misura suggerite per la caratterizzazione degli indici più comunemente utilizzati per le categorie di impatto prese in considerazione. Altri metodi parimenti accreditati sono utilizzabili.

Tabella - elenco delle categorie di impatto

Categoria di impatto	Unità di misura
Consumo di risorse energetiche	MJ/kWh
Consumo di risorse non energetiche	g/kWh
Riscaldamento globale	g CO ₂ eq./kWh
Acidificazione	mol H ⁺ eq./kWh
Danno alla fascia di ozono	g CFC11 eq./kWh
Eutrofizzazione	g O ₂ eq./kWh
Formazione di smog fotochimico	g etilene eq./kWh
Produzione di rifiuti	g/kWh

Dopo aver individuato le categorie di impatto da prendere in considerazione, la "fase di classificazione" consiste nell'organizzare i dati dell'Inventario, distribuendoli nelle categorie di impatto. Successivamente, i "metodi di caratterizzazione" permettono di determinare in modo omogeneo e quantitativo il contributo delle singole emissioni. Fra le diverse categorie di impatto, il riscaldamento globale è sicuramente l'effetto ambientale di scala globale più significativo per l'attività di produzione di energia elettrica. I quantitativi di gas serra emessi durante il ciclo di vita di un impianto vengono normalmente espressi in grammi di CO₂-equivalenti, attraverso un'operazione

¹ "Material based analysis".

di standardizzazione basata sui “potenziali di riscaldamento globale” (GWPs, *Global Warming Potentials*). Questi potenziali sono calcolati per ciascun gas serra tenendo conto della sua capacità di assorbimento delle radiazioni e del tempo della sua permanenza nell’atmosfera. E’ consuetudine far riferimento a un “tempo orizzonte” di 100 anni (GWP100).

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

Tabella - potenziale di riscaldamento globale di alcune fonti energetiche

Fonti	Media (g CO2 eq./kWh)	Min (g CO2 eq./kWh)	Max (g CO2 eq./kWh)
Fotovoltaico	90	15	560
Eolico	25	7	130
Idroelettrico	41	1	200
Geotermico	170	150	1000
Carbone	1004	980	1200
Gas	543	510	760

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

Analisi del ciclo di vita: contenuti quantitativi minimi

I dati minimi da fornire sono suddivisi per macro-fase del ciclo di vita:

- costruzione dell’impianto (che comprende la costruzione della turbina, la messa in posa dell’opera e l’allaccio alla rete di distribuzione);
- trasporto;
- fase operativa e manutenzione;
- fine vita.

Ognuna di queste fasi è stata caratterizzata ed esistono precise indicazioni su quali siano gli aspetti ambientali più significativi per ognuna di esse. La maggior parte degli impatti sono associati alla costruzione delle turbine ed in particolare al consumo e produzione di materiali (acciaio, rame, materie plastiche) per la costruzione di queste. I dati dovranno essere presentati in forma tabellare e corredati da informazioni tecniche aggiuntive volte ad esplicitarne la comprensione.

Ad interpretazione dei dati presentati è richiesta al proponente una elaborazione semplificata volta a quantificare l’impatto del progetto sul riscaldamento globale (*Carbon footprint*).

a. Costruzione dell'impianto

Informazioni generali

Parametro	Valore
Potenza totale installata	
Numero di turbine	
Numero di pale per turbina	
Diametro del rotore	
Area spazzata	
Tipologia della torre	
Altezza della torre	
Vita tecnica attesa	
Funzionamento orario annuo	
Perdite di trasmissione	
Output elettrico annuale (netto) atteso	
Output elettrico (netto) atteso nell'intero ciclo di vita	
Capacity Factor	

Costruzione della turbina

Elemento	Materiale ²	Quantità
Torre	es. Acciaio	
	es. Acciaio galvanizzato	
	es. Pittura	
	es. Cemento	
Navicella	es. Acciaio	
	es. Alluminio	
	es. Ghisa	
	es. Rame	
	es. Materie plastiche	
	es. Fibra di vetro	
	es. Resine	
	es. Componenti elettroniche	
Pale	es. Fibra di vetro	
	es. Resina epossidica	
	es. Materiali plastici	
	es. Pittura	

² Per ogni materiale deve essere indicata la tipologia (possibilmente secondo la nomenclatura adottata nei rispettivi database di riferimento) e le specifiche tecniche

Costruzione delle fondamenta e messa in posa dell'opera

Elemento	Materiale	Quantità
Messa in posa (land use change)	Land use precedente	m2
Fondamenta	es. Acciaio	
	es. Cemento	
	es. Ghiaia	
	es. Materie plastiche	
Consumi energetici associati alla messa in posa	es. Diesel	
	es. Elettricità	

Distribuzione

Elemento	Materiale	Quantità
Connessione alla rete	es. Acciaio	
	es. Ghisa	
	es. Ferro	
	es. Rame	
	es. Materiali plastici	
	es. Componenti elettroniche	
	es. Cemento	

b. Trasporto

Trasporto

Elemento	Peso	Mezzo di trasporto	Km percorsi
es. Turbina			
es. Materiali fondamenta			
es. Componenti torre			

c. Fase operativa e manutenzione

Fase operativa e manutenzione

Elemento	Materiale	Quantità
es. Olio Lubrificante		
es. Antigelo		
es. Sostituzione di materiali		

d. Fine vita

Fine vita

Elemento	Materiale	Quantità
Recupero		
Trasporto verso impianto di recupero	mezzo	km
Smaltimento (incenerimento)		
Trasporto verso impianto di smaltimento	mezzo	km
Smaltimento (discarica)		
Trasporto verso impianto di smaltimento	mezzo	km
Consumo energetico per <i>disassembling</i>	es. Diesel	
	es. Elettricità	

Riscaldamento globale

Ad elaborazione dei dati minimi delle tabelle precedenti, al proponente è richiesta una quantificazione dell'impatto dell'opera sul riscaldamento globale.

L'analisi della letteratura di settore indica che gran parte delle emissioni di gas serra associate al ciclo di vita di un impianto eolico sono collegate alla produzione dei materiali dei componenti dell'impianto stesso.

Secondo un approccio semplificato è dunque possibile valutare l'impatto dell'impianto conoscendo la quantità dei materiali principali che lo costituiscono.

Riportando dunque la quantità totale dei principali materiali individuati in tabella e moltiplicandola per il "peso climatico" unitario di ciascuno di essi si ottiene una stima del potenziale di riscaldamento globale collegato all'impianto nella sua totalità.

Dividendo questo valore per il quantitativo totale di energia prodotta nell'intero ciclo

di vita dell'impianto si ottiene il peso (espresso in g CO₂ eq/kWh) del kWh prodotto. Questo risultato potrà essere confrontato con i valori di letteratura in modo da individuare il posizionamento delle performance dell'impianto in valutazione.

Carbon footprint

Materiale	Quantità (kg)	CO₂ eq/kWh	Potenziale di riscaldamento globale
Acciaio		1,794 kg CO ₂ -Eq /kg	
Calcestruzzo		262.59 kg CO ₂ -Eq /m ³	
Rame		1.8467 kg CO ₂ -Eq /kg	
Fibra di vetro		2.6368 kg CO ₂ Eq /kg	
Alluminio		3.2096 kg CO ₂ -Eq / kg	
Pittura		2.9388 kg CO ₂ -Eq / kg	
PP		1.9505 kg CO ₂ -Eq	
PET		2.7293 kg CO ₂ -Eq	
PVC		1.9599 kg CO ₂ -Eq / kg	
Olio lubrificante		1.0657 kg CO ₂ -Eq /kg	
TOTALE			

5.3 Atmosfera

In fase di realizzazione degli interventi devono essere previste, dagli elaborati progettuali ed ambientali, opportune tecniche per la riduzione della produzione o la propagazione di polveri, soprattutto in corrispondenza dei recettori residenziali quali: barriere temporanee, limitazione delle lavorazioni in caso di forti venti, limitazione della velocità degli autocarri sulla viabilità non asfaltata (con un massimo comunque non superiore a 30 km/h), bagnatura delle piste di servizio non pavimentate; lavaggio delle ruote degli autocarri in uscita dal cantiere e dalle zone di approvvigionamento e conferimento dei materiali prima dell'inserimento sulla viabilità pubblica asfaltata; bagnatura e copertura con teloni del materiale trasportato dagli autocarri; pulizia delle strade pubbliche asfaltate utilizzate; bagnatura, copertura o inerbimento dei cumuli di materiale stoccato nelle aree di cantiere. Le bagnature, al fine di limitare i consumi idrici, devono essere effettuate solo quando necessario e non devono provocare fenomeni di inquinamento delle acque, dovuto a dispersione o dilavamento incontrollati. Le acque delle vasche di lavaggio delle ruote devono essere recuperate ed adeguatamente trattate prima dello scarico.

Ai fini di cui al presente paragrafo il proponente può fare riferimento alle "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPAT (2009) e il documento Bref IPPC "Emissions from storage", 2006.

Il proponente deve mettere in evidenza le emissioni in atmosfera evitate su base annua, a seguito dell'esercizio dell'impianto, in termini di CO₂ ed inquinanti atmosferici (almeno: NO_x, SO₂, PM₁₀, polveri totali) e prendendo come riferimento il mix di combustibili fossili che alimenta il parco termoelettrico italiano (adottando l'ultimo dato disponibile e citando la fonte).

5.4 Ambiente idrico, suolo e sottosuolo

Tenuto conto di quanto previsto dalla L.R. 21/2012, negli elaborati progettuali ed ambientali, fatte salve specifiche e motivate esigenze di carattere tecnico o ambientale, il proponente deve:

- individuare una localizzazione per le aree di cantiere posta all'esterno di perimetrazioni a pericolosità idraulica e geomorfologica elevata e molto elevata. Ove ciò non fosse possibile, prima dell'inizio delle attività da svolgersi nelle aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata, al fine di garantire la sicurezza delle squadre operative, deve essere predisposto uno specifico piano di sicurezza relativo al rischio idraulico, che tenga conto dei piani di protezione civile comunali e provinciali;
- prevedere le modalità per garantire la funzionalità del sistema di deflusso delle acque presente nell'area, nonché l'integrità e la quota di sommità delle eventuali arginature;
- prevedere misure per la regimazione idraulica delle aree in fase di costruzione ed esercizio (ad esempio: fossi di guardia perimetrali, canalette, tombini), ivi incluso i cantieri, i cumuli di deposito dei materiali, la viabilità, le piazzole, la sottostazione elettrica, nonché la gestione delle acque meteoriche dilavanti in fase di costruzione (ad esempio area di cantiere) ed esercizio (ad esempio sottostazione elettrica). In relazione all'estensione superficiale delle aree di cantiere, individuare gli accorgimenti per adeguarsi a quanto previsto dagli artt. 39 e 40 del Regolamento Regionale n. 46/R/2008;
- individuare gli impluvi naturali esistenti dove indirizzare le acque provenienti dalle opere di regimazione idraulica e dove convogliare gli scarichi delle acque meteoriche. Tali corpi recettori naturali devono essere in grado di ricevere le acque senza determinare, per effetto dell'incremento di portata, situazioni pericolosità idraulica nonché di erosione concentrata o diffusa nei settori a valle dell'intervento, che potrebbero determinare nel tempo situazioni di instabilità geomorfologica. Devono essere evitati scarichi liberi in superficie che potrebbero dar luogo a fenomeni di instabilità diffusa o di erosione concentrata;
- mettere in evidenza le relazioni dell'impianto con le eventuali aree a pericolosità idraulica o geomorfologica presenti (individuate dal piano per l'assetto idrogeologico oppure dagli strumenti urbanistici o rilevate sul sito dal proponente) nonché con morfostrutture carsiche, doline inghiottitoi, *sinkholes* e individuare le necessarie misure di mitigazione, compensazione o monitoraggio;
- analizzare le condizioni di stabilità dei pendii interessati dalle opere nonché gli aspetti inerenti i fenomeni erosivi, con particolare riferimento ai versanti con pendenza superiore al 20%;
- individuare modalità di abbattimento della concentrazione in solidi sospesi delle acque in uscita dal sito (fase di costruzione), anche attraverso vasche di sedimentazione o altri dispositivi;

- individuare le modalità di utilizzo delle casseformi e le precauzioni per il getto delle fondazioni nel suolo e in falda per evitare il rilascio nell'ambiente di calcestruzzo e additivi;
- definire i sistemi di deviazione delle acque ed apposite casseforme, al fine di evitare rilasci di miscele cementizie e relativi additivi, per i getti di calcestruzzo in alveo;
- individuare gli accorgimenti affinché tutti i reflui originati direttamente e indirettamente dalle aree di lavorazione (ad esempio: acque di lavorazione inquinate da additivi, idrocarburi ed oli, acque di lavaggio delle betoniere) siano smaltiti come rifiuti liquidi, oppure siano sottoposti a trattamenti di depurazione che consentano la loro restituzione in ambiente, previa autorizzazione, in conformità al D.Lgs.152/06, Parte Terza, Sezione II. Fatte salve specifiche e imprescindibili esigenze, non deve essere effettuato il lavaggio delle betoniere sul sito di progetto;
- definire le modalità di riciclo e trattamento delle acque impiegate per l'eventuale lavaggio delle ruote dei mezzi, ivi incluso lo smaltimento dei relativi fanghi;
- individuare le misure necessarie per evitare dispersione di rifiuti e idrocarburi e per impedire possibili contaminazioni delle acque superficiali o sotterranee, nonché del suolo, anche a seguito di incidente. Al verificarsi di un evento che sia potenzialmente in grado di contaminare il sito, il Proponente deve procedere nei modi e con le azioni indicate al successivo paragrafo relativo a Rifiuti e Bonifiche;
- al fine di evitare il rischio del rilascio di carburanti, lubrificanti ed altri idrocarburi nelle aree di cantiere, individuare i sistemi per parcheggiare, effettuare la manutenzione ed eseguire i rifornimenti di carburanti e lubrificanti ai mezzi meccanici su un'area impermeabilizzata attrezzata con idonei presidi di sicurezza (sistemi di raccolta dei liquidi provenienti da sversamento accidentale e dalle acque di prima pioggia) nonché accorgimenti per controllare giornalmente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi. I depositi di idrocarburi devono essere posti al coperto, in bacini di contenimento opportunamente dimensionati e collocati in condizioni di sicurezza dal punto di vista idraulico e geomorfologico;
- individuare idonei presidi da utilizzare in caso di sversamento (ad esempio materiali assorbenti) e prevedere le procedure operative da mettere in atto;
- evidenziare le modalità di utilizzo di eventuali sali antighiaccio;
- mettere in evidenza eventuali interferenze delle opere previste con le risorse idriche superficiali e sotterranee (ivi incluso le acque minerali e termali) e con i relativi punti di captazione, pozzi e sorgenti;
- individuare le modalità di deposito del *topsoil* e dell'eventuale *subsoil* da usare in fase di recupero ambientale delle aree di cantiere, al fine di conservarne la fertilità, la porosità ed il drenaggio; definire modalità per prevenire o mitigare la compattazione del suolo in fase di costruzione, anche attraverso specifici interventi di decompattazione al termine del cantiere. Per quanto riguarda la gestione del *topsoil* e del *subsoil*, il proponente può fare riferimento alle buone pratiche indicate a livello nazionale e internazionale (ad esempio: Linee Guida IPSRA 65.2/2010 "Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture").

I volumi dei materiali di scavo, di riporto, derivanti da approvvigionamento da siti esterni all'area di cantiere e destinati a riutilizzo, recupero o smaltimento in siti esterni, devono risultare da un dettagliato bilancio delle terre. A tal proposito si raccomanda:

- di prevedere la compensazione tra volumi in scavo e volumi in riporto;
- di individuare i possibili siti di approvvigionamento dei materiali;

- di individuare i possibili siti di riutilizzo, recupero o smaltimento dei materiali in esubero;
- di privilegiare le ipotesi di riutilizzo o recupero rispetto allo smaltimento;
- di rendere minime le distanze dei trasporti occorrenti.

I materiali di scavo prodotti nell'ambito del progetto possono essere esclusi dal regime dei rifiuti solo se trattati nel rispetto dei contenuti del D. Lgs. 152/2006, artt. 184 e seguenti.

Ove il progetto interessi terreni sottoposti a vincolo idrogeologico, il proponente deve presentare la documentazione necessaria ai fini del rilascio della relativa autorizzazione, nell'ambito del procedimento di V.I.A.

Le opere di difesa del suolo su versante o su corsi d'acqua devono essere attuate con tecniche di ingegneria naturalistica, fatti i salvi i casi in cui specifiche e documentate esigenze lo rendano tecnicamente impossibile (il proponente può fare riferimento al documento "Principi e linee guida per l'ingegneria naturalistica", Volume I e II, Regione Toscana, 2000).

5.5 Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi: aspetti generali

Il proponente negli elaborati a carattere progettuale e ambientale, fatte salve specifiche e motivate esigenze di carattere tecnico o ambientale, deve:

- tenere separate le aree di lavorazione da siti sensibili (corpi idrici, alberi monumentali di cui alla L.R. 60/1998, fitocenosi, habitat, stazioni o siti di nidificazione e rifugio di specie di interesse conservazionistico – Direttive Uccelli ed Habitat, D.P.R. 357/1997, L.R. 56/2000, Repertorio Naturalistico Toscano, RENATO), prevedendo *buffer* di idonea larghezza ed appositi sistemi di delimitazione;
- esaminare i possibili impatti delle opere previste sulle specie vegetali ed animali di interesse comunitario (secondo quanto previsto dalle Direttive Uccelli ed Habitat, dalla L. 157/1992 e dal DPR 357/1997) e di interesse regionale (secondo quanto previsto dalla L.R. 56/2000), anche se poste all'esterno dei Siti della Rete Natura 2000 o dei SIR;
- individuare le modalità di deposito delle zolle di cotico erboso e di messa in riserva del rimanente materiale vegetale ricavato in loco da usare in fase di recupero ambientale;
- effettuare una verifica volta ad accertare se le attività di progetto interessano terreni che la L.R. 39/2000 considera terreni forestali. In caso di esito positivo, devono essere evidenziate le modalità per garantire il rispetto delle disposizioni normative della citata legge e del Regolamento Regionale 48/R/2003, relative all'autorizzazione alla trasformazione, al ripristino ed al rimboschimento compensativo. Nel caso il proponente opti per la realizzazione del rimboschimento compensativo, deve essere presentato il relativo progetto ed evidenziati i pertinenti impatti sull'ambiente.

In generale, vista la contrazione della distribuzione delle aree aperte a livello regionale, sembra preferibile optare per il pagamento della somma prevista dalla normativa forestale regionale.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento e l'utilizzo delle piante arboree, appartenenti alle specie incluse nell'allegato D alla L.R. 39/2000 e s.m.i., ed del relativo materiale forestale di propagazione, il proponente deve attenersi alle disposizioni di cui agli artt. 76bis e seguenti della citata legge nonché al Regolamento 48/R/2003.

Fanno eccezione, ai sensi dell'art. 2, comma 1 lett. h) del D.Lgs. 386/2003, le talee prelevate e reimpiagate in loco esclusivamente nell'ambito di interventi di ripristino ambientale o sistemazione idraulico – forestale realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica. Quindi se la sistemazione idraulico – forestale o il ripristino ambientale avvengono con tecniche di ingegneria naturalistica, allora è possibile reperire in loco talee anche da piante di specie inserite nell'allegato D alla LR 39/00; negli altri casi il materiale vegetale necessario deve essere approvvigionato presso vivai autorizzati. Ove le opere interessino habitat naturali o seminaturali, il proponente, fermo restando il rispetto della normativa vigente in materia fitosanitaria e quanto previsto al capoverso precedente in materia di propagazione di specie vegetali, deve privilegiare l'utilizzo:

- per quanto riguarda le piante arboree ed arbustive non appartenenti alle specie incluse nell'Allegato D alla L.R. 39/2000 e s.m.i., di esemplari ricavati in loco (di dimensioni, età e condizioni vegetative idonee a favorirne l'attecchimento) nell'ambito delle aree di cantiere, durante la fase di costruzione dell'impianto ed opportunamente messi in riserva nonché di talee di specie a propagazione vegetativa ottenute sul sito. Solo nel caso in cui il materiale vegetale così ricavato non risulti sufficiente, il proponente potrà approvvigionarsi da vivai autorizzati, scegliendo postime nato da seme di provenienza locale. Si raccomanda di sentire in proposito l'Unione dei Comuni o la Provincia competente;
- per quanto riguarda le specie erbacee, delle zolle di cotico erboso asportate durante i cantieri e messe opportunamente in riserva, della banca del seme presente nel *topsoil* ricavato in fase di cantiere e messo opportunamente in riserva, del fiorume ricavato da fienili locali e della pacciamatura dei terreni con fieno di origine locale, composto da piante andate a seme. Nel caso in cui il materiale vegetale così ricavato non risulti sufficiente, in particolare ai fini della difesa dei terreni dall'erosione, il proponente potrà procedere alla semina esclusivamente con specie autoctone di provenienza locale, riprodotte da ditte sementiere o vivai specializzati oppure, in assenza di questi, raccolte in loco.

Le aree individuate per l'utilizzazione di specie arboree e arbustive devono essere individuate dai proponenti, nell'ambito delle aree di cantiere destinate a trasformazione oppure limitrofe - limitatamente al fiorume ed al fieno, e comunicate al Servizio Fitosanitario Regionale, indicando le superfici e le specie interessate. Questo materiale deve essere destinato nella sua totalità al recupero ambientale dell'area di cantiere interessata dalle opere previste dal progetto e non deve in nessun caso essere ceduto a terzi, qualsiasi sia la destinazione e l'uso. Anche per le specie erbacee valgono le stesse considerazioni.

Ad eccezione del materiale vegetale approvvigionato da vivaio, del fiorume e del fieno, il sito di messa a dimora deve essere localizzato in ambito strettamente contiguo al sito di prelievo.

Il proponente deve assicurare l'attecchimento delle specie vegetali utilizzate, anche attraverso la previsione di un idoneo periodo di cure colturali successive alla messa a dimora, comprensive del reintegro delle eventuali fallanze.

Devono essere evidenziati gli accorgimenti per evitare che terre, *topsoil* e materiali vegetali approvvigionati al cantiere costituiscano veicolo di diffusione di specie aliene e/o invasive.

Il proponente deve segnalare all'Autorità Competente l'esigenza di non rendere pubblica la parte della documentazione contenente informazioni relative a specie, habitat

e fitocenosi d'interesse conservazionistico, la cui diffusione può recare pregiudizio allo stato di conservazione dei medesimi. A tal fine il proponente predispone uno specifico elaborato appositamente contrassegnato, in formato digitale e cartaceo esclusivamente per l'Autorità competente.

Per quanto riguarda la presente componente ambientale il proponente deve fare riferimento alle indicazioni riportate al successivo paragrafo 6.

Sono fatte salve le vigenti disposizioni, anche sanitarie, in merito alla raccolta, trasporto, conservazione e smaltimento delle carcasse di animali.

5.6 Paesaggio e Beni Culturali: aspetti generali

Il proponente deve:

- rappresentare gli aerogeneratori includendo le segnalazioni diurne e notturne al volo previste dalla normativa in materia di sicurezza della navigazione aerea;
- ove il progetto ricada anche parzialmente all'interno di aree soggette a vincolo paesaggistico di cui al Codice del Beni Culturali e del Paesaggio, predisporre la relazione paesaggistica di cui al DPCM 12.12.2005, ai fini dell'acquisizione dell'autorizzazione, che sarà eventualmente rilasciata nell'ambito del procedimento di VIA.

Si raccomanda al proponente di esaminare se, da dati di letteratura, risultano per l'area vasta ritrovamenti di beni archeologici. Si fa presente che il rinvenimento di emergenze archeologiche, durante la fase di costruzione dell'impianto eolico, potrebbe comportare l'imposizione, da parte della competente Soprintendenza, di varianti al progetto o ai lavori in corso di realizzazione, nonché l'effettuazione di indagini archeologiche approfondite finalizzate alla documentazione delle eventuali emergenze antiche ed ai relativi interventi di tutela.

Per quanto riguarda la presente componente ambientale il proponente deve fare riferimento alle indicazioni riportate al successivo paragrafo 7.

5.7 Rumore e vibrazioni

Per quanto riguarda il rumore, l'area vasta è individuata nella superficie data dall'unione delle aree di almeno 1 km di raggio centrate sulla proiezione a terra dell'asse della torre di ogni singolo aerogeneratore.

Il proponente deve predisporre uno studio di impatto acustico per la fase di esercizio, redatto secondo quanto previsto dalla D.G.R. 788/1999 e firmato da un tecnico competente in acustica ambientale. Tale studio deve mettere in evidenza il rispetto dei valori limite assoluti (emissione ed immissione) e differenziali previsti dal D.P.C.M. 14.11.1997 e dal Piano comunale di classificazione acustica (PCCA) presso i ricettori presenti nell'area vasta ovvero indicare le necessarie misure di mitigazione passive o procedurali che consentano di ricondurre le emissioni nei limiti di legge.

La relazione previsionale di impatto acustico deve contenere, oltre ai dati richiesti dalla D.G.R. 788/99, anche:

- il censimento e la descrizione dei recettori presenti nell'area vasta, nonché il relativo posizionamento in una planimetria in scala non inferiore a 1:10.000;
- la documentazione fotografica e la descrizione della strumentazione utilizzata (modello, matricola, certificazioni di taratura), nonché il relativo posizionamento in una planimetria in scala non inferiore a 1:10.000;

- i riferimenti e gli intervalli temporali relativi alle misure svolte (ai sensi dell'Allegato D del D.M. 16.03.98);
- eventuali scostamenti dalle indicazioni di cui alle presenti linee guida con le corrispondenti motivazioni e con una stima delle conseguenze dello scostamento sulla precisione e accuratezza dei risultati;
- una descrizione del modello di calcolo e del software utilizzati per la valutazione dei livelli di rumore in fase di esercizio presso i ricettori, specificando e descrivendo in dettaglio i dati di input inseriti per le simulazioni;
- la valutazione separata dell'impatto acustico, nei periodi di riferimento diurno e notturno, per tener conto della diversa influenza delle condizioni meteorologiche sulla diffusione del rumore;
- i risultati delle simulazioni dei livelli di rumore previsti ai ricettori, da rappresentare cartograficamente mediante le curve di isolivello e riportando i livelli puntuali stimati presso i ricettori. Le simulazioni devono prendere in esame la situazione più gravosa di emissione sonora degli aerogeneratori in relazione alle più favorevoli condizioni di propagazione del rumore. Le valutazioni devono riguardare sia i livelli di emissione che i livelli di immissione assoluti e, essendo finalizzate ad individuare le situazioni più gravose dal punto di vista acustico presso i ricettori, per la verifica dei limiti di immissione assoluti e per quelli differenziali sarà necessario considerare i livelli di rumore residuo corrispondenti a diverse velocità del vento al suolo (da 0 a 5 m/s) analizzando i vari scenari possibili;
- la caratterizzazione del livello di rumore residuo in fase *ante operam*, che deve essere eseguita strumentalmente presso i ricettori maggiormente interessati dalle emissioni dell'impianto, con misure in continua per almeno 7 giorni. I risultati ottenuti, da riferire ad intervalli temporali contigui di 10 minuti, devono essere correlati alla velocità del vento al suolo del sito di indagine (ad una quota di 3 m dal piano di campagna), da misurare contemporaneamente ai livelli di rumore. I ricettori maggiormente interessati devono essere individuati dal tecnico competente in acustica tra i ricettori più esposti alle emissioni acustiche dell'impianto per ognuno dei quadranti della rosa dei venti. Il criterio di individuazione dei vari ricettori maggiormente interessati deve tenere conto della differente conformazione dei siti in relazione alle possibili cause di generazione del rumore residuo (orografia, presenza di edifici, vegetazione, sorgenti secondarie di rumore, ecc.). Oltre alla velocità del vento al suolo si raccomanda di misurare anche le precipitazioni e la temperatura atmosferica. Per gli altri ricettori compresi nell'area vasta sono sufficienti misure di breve durata (mai inferiori ad 1 ora) del livello di rumore e della velocità del vento al suolo, in condizioni di velocità del vento al suolo non superiore a 2 m/s, che siano in grado di caratterizzare, in modo cautelativo per i ricettori, la rumorosità residua del sito sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Nel caso di gruppi di ricettori (ad esempio centri abitati o agglomerati di edifici) o di ricettori con caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua, è sufficiente la misura presso un singolo recettore rappresentativo dell'insieme che si intende indagare;
- le specifiche con le caratteristiche acustiche emissive degli aerogeneratori in banda larga e in bande di ottava o terzi di ottava al variare della velocità del vento al mozzo (spettro di emissione) specificando le emissioni massime dell'aerogeneratore e il metodo di valutazione utilizzato;
- la valutazione dell'impatto acustico tenendo conto delle interazioni con altri impianti eolici;

- il progetto acustico delle eventuali misure di mitigazione, ivi incluso le procedure gestionali e le modalità operative degli aerogeneratori, necessarie per il rispetto dei valori limite; si precisa che non sono accettabili interventi diretti sui ricettori.

Si ricorda che, ai sensi della vigente normativa in materia acustica, per l'area interessata deve essere verificata la compatibilità con la classificazione acustica dei Piani Comunali di Classificazione Acustica. Tale area sarà posta in una classe (IV o superiore) che garantisca il rispetto del limite notturno di emissione, nell'intorno di ogni singolo generatore, di 100 m di raggio. Deve inoltre essere verificato il rispetto dei limiti di legge (limite di emissione e limite assoluto e differenziale di immissione) sia in periodo diurno, che notturno.

Per quanto riguarda in particolare la fase di cantiere si ricorda l'obbligo di rispetto dei valori limite, in tutte le fasi dei lavori; l'eventuale ricorso alle procedure di richiesta di deroga al rispetto dei limiti, di cui alla Delibera del Consiglio Regione n. 77/2000 parte 3, per particolari fasi dei lavori, deve essere evidenziato caso per caso in relazione alla durata della deroga stessa e alla possibilità di messa in opera di opportuni interventi di mitigazione per la protezione dei ricettori eventualmente interessati.

In dettaglio per quanto riguarda la fase di cantiere il proponente l'opera deve fornire un'adeguata documentazione che dimostri il rispetto dei limiti di rumorosità di cui al D.P.C.M. 14.11.1997, in tutte le fasi dei lavori. In tale documentazione devono essere specificate le modalità operative, i mezzi di cantiere utilizzati e deve, inoltre, essere valutato l'incremento di rumore nelle strade locali indotto dal passaggio dei mezzi relativi alla realizzazione dell'opera; tale valutazione deve tener conto anche delle opere necessarie alla modifica dei tratti stradali esistenti al fine del passaggio dei mezzi di trasporto.

In base ai risultati dello studio acustico, il proponente deve eventualmente presentare un piano di monitoraggio per le fasi di costruzione ed esercizio.

Per quanto riguarda le vibrazioni, il proponente deve calcolare i livelli di vibrazione, indotti dagli aerogeneratori, presso i recettori presenti nell'area vasta, confrontando i valori con i limiti di riferimento previsti dalle Norme Tecniche nazionali ed internazionali per quanto riguarda il disturbo alla popolazione. Deve altresì essere presa in esame l'interferenza del funzionamento degli aerogeneratori con eventuali installazioni o dispositivi tecnologici e scientifici presenti nell'area vasta (ad esempio l'antenna gravitazionale VIRGO di Cascina, PI).

5.8 Radiazioni non ionizzanti

Il proponente deve:

- in relazione alle infrastrutture elettriche previste (trasformatori, elettrodotti, sottostazione elettrica, eventuale cabina di impianto), determinare i valori di campo elettrico ed induzione magnetica prodotti ed esaminare il rispetto dei valori limite di cui agli artt. 3 e 4 del DPCM 8.7.2003, individuando le necessarie misure di mitigazione e monitoraggio;
- in relazione alle suddette infrastrutture elettriche, individuare le distanze di prima approssimazione e le aree di prima approssimazione di cui al DM 29.5.2008;
- prendere in esame, come parametro di sostenibilità ambientale, il valore di cui alla L.R. 51/1999 art. 16 e Regolamento Regionale 9/2000 art. 3, anche al fine della scelta delle alternative di tracciato.

Si ricorda che l'esistente elettrodotto delle rete elettrica nazionale, destinato a ricevere la corrente prodotta dall'impianto, deve rispettare i limiti di cui al DPCM 8.7.2003 art. 3.

5.9 Salute e sicurezza pubblica

Il proponente deve:

- prevedere idonea recinzione e segnalazione delle aree di cantiere;
- disporre gli aerogeneratori ad una distanza minima da unità abitative, munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, pari a 200 m, dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti pari a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore medesimo, da strade provinciali e nazionali pari all'altezza massima dell'aerogeneratore e comunque non inferiore a 150 m;
- esaminare il fenomeno dello *shadow flickering* e dei riflessi di luce causati dagli aerogeneratori, in relazione ai recettori presenti nell'area vasta.

Il medesimo deve fornire, nell'ambito degli elaborati progettuali ed ambientali, le prime indicazioni in merito:

- alla stabilità degli aerogeneratori in relazione alle caratteristiche meteorologiche estreme del sito (ivi incluso tempesta di vento, neve e ghiaccio);
- alla massima gittata degli elementi rotanti o di loro frammenti in caso di rottura accidentale, indicando le eventuali misure di mitigazione e monitoraggio;
- alla proiezione di ghiaccio da parte delle pale del rotore, con particolare riferimento al momento del riavvio dopo un periodo di fermo, indicando le eventuali misure di mitigazione e monitoraggio;
- alla compatibilità del progetto con la sicurezza della navigazione aerea, adottando le necessarie misure di mitigazione³;
- alla possibilità di formazione di ghiaccio sulle strade a seguito dell'ombreggiamento da parte degli aerogeneratori, indicando le eventuali misure di mitigazione e monitoraggio.

Sono fatte salve le vigenti disposizioni in materia di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

5.10 Rifiuti e bonifiche

Il proponente, fatte salve specifiche e motivate esigenze di carattere tecnico o ambientale, negli elaborati progettuali ed ambientali deve:

- prevede la massimizzazione dell'utilizzo di materiali riciclati o derivanti da recupero, ivi inclusi gli inerti;
- prevedere le modalità di raccolta e avvio a recupero o a smaltimento dei rifiuti prodotti in fase di costruzione ed esercizio, secondo la normativa vigente di cui al D. Lgs. 152/2006 Parte Quarta, con particolare riferimento ai materiali pericolosi (ad esempio oli e lubrificanti);
- prevedere le modalità di realizzazione delle opere nel caso di siti inquinati o potenzialmente inquinati;

³ Si raccomanda di fare riferimento alle disposizioni dell'Aeronautica Militare, di ENAC e di ENAV in materia di ostacoli e pericoli per la navigazione aerea, vigenti al momento della presentazione del progetto.

- indicare le modalità di riutilizzo, recupero o smaltimento dei materiali ricavati a seguito dello smantellamento dell'impianto o di sue porzioni.

Si ricorda che, qualora, all'atto dell'esecuzione dei lavori, siano ritrovati terreni e/o acque contaminate, deve essere adottata la procedura descritta di seguito, come previsto all'art. 242 comma 1 del D. Lgs. 152/2006.

Nei casi in cui, a seguito dello svolgimento delle attività, si verifichi un evento che sia potenzialmente in grado di provocare una contaminazione accidentalmente del terreno e/o delle acque, con idrocarburi o altre sostanze, il proponente è tenuto ad effettuare la comunicazione, mettendo in atto i necessari interventi di prevenzione. Le comunicazioni andranno presentate in modalità *on-line*, utilizzando la modulistica dell'applicativo SISBON della Regione Toscana. Inoltre, lo stesso dovrà svolgere un'indagine preliminare sui parametri oggetto dell'inquinamento, come previsto dal comma 2 dell'art. 242 del D. Lgs. 152/2006, e, sulla base dei risultati, intraprendere le azioni appropriate fra quelle contemplate nei successivi commi dell'articolo in questione.

5.11 Aspetti infrastrutturali

Il proponente per la fase di costruzione, fatte salve specifiche e motivate esigenze di carattere tecnico o ambientale, negli elaborati progettuali ed ambientali deve:

- individuare percorsi stradali di accesso ed una programmazione del traffico idonei al fine di evitare interferenze e pericoli per la circolazione, con particolare riferimento ai centri abitati;
- verificare l'idoneità delle strade stesse (caratteristiche geometriche e di traffico) al passaggio dei mezzi di trasporto, inclusi quelli di dimensioni e/o massa eccezionali;
- prevedere le necessarie misure di mitigazione e monitoraggio (ad esempio: segnaletica, postazioni semaforiche);
- individuare immissioni in sicurezza della viabilità di cantiere su quella pubblica;
- definire la velocità massima dei mezzi di trasporto sulle strade non asfaltate di accesso al cantiere ed interne al medesimo;
- prevedere la pulizia delle ruote degli automezzi prima dell'immissione sulla viabilità pubblica asfaltata;
- prevede un programma di pulizia e manutenzione della viabilità pubblica utilizzata e per gli interventi di ripristino dei danni causati al termine della fase di costruzione;
- indicare se è previsto l'uso di sali antighiaccio.

Si raccomanda al proponente di eseguire preliminarmente una verifica tecnica con gli enti proprietari delle strade interessate.

Per la fase di esercizio, il proponente deve:

- indicare la possibilità tecnica della chiusura al traffico motorizzato della viabilità di servizio all'impianto;
- esaminare se la proiezione delle ombre degli aerogeneratori possa favorire la formazione di ghiaccio sulla viabilità circostante.

Il proponente deve fornire le prime indicazioni in merito alle interferenze delle attività di progetto con le infrastrutture ed i sottoservizi presenti (aeroporti ed aviosuperfici, strade, ferrovie, opere del Servizio Idrico Integrato – S.I.I., elettrodotti, gasdotti, eccetera) adottando i necessari accorgimenti di mitigazione, sentiti anche i Soggetti gestori.

Il proponente deve prendere in esame le eventuali interferenze elettromagnetiche causate dal progetto sui sistemi di assistenza alla navigazione aerea (sia impianti radar che impianti di radioassistenza), sulle altre stazioni radar, su ponti radio ed altri impianti di telecomunicazione, in termine di propagazione e forma del segnale ed alterazione dell'informazione.

Devono anche essere prese in esame eventuali possibili interferenze alla ricezione del segnale radio-televisivo e telefonico da parte di edifici presenti.

6. Flora, Vegetazione, Fauna, Ecosistemi: approfondimenti

6.1 Requisiti progettuali

Si forniscono le seguenti indicazioni, che costituiscono elementi di carattere naturalistico ai fini della positiva valutazione del progetto:

- la perdita diretta di habitat o di stazioni di specie vegetali di interesse comunitario e regionale, presenti nell'area dell'impianto eolico, deve essere limitata, anche in assenza di una procedura di valutazione di incidenza;
- tale perdita deve essere ridotta nel modo maggiore possibile, con appropriate misure di mitigazione o di compensazione; qualora un habitat o una specie di interesse regionale siano presenti (a livello regionale) soltanto nell'area dell'impianto, o quest'ultima ne ospiti una estensione prevalente di areale regionale, è da evitare il danneggiamento diretto o indiretto a loro carico.
- per quanto riguarda le fitocenosi di importanza regionale, individuate nell'ambito del Repertorio Naturalistico Toscano, è da evitare il danneggiamento;
- ad esclusione degli impianti previsti nelle aree di cui al successivo paragrafo 6.2, deve essere attuato un monitoraggio dell'avifauna nidificante e migratrice e della chiroterofauna (vedi Allegato 1), da svolgersi in fase *ante operam*, di durata minima annuale (da marzo a ottobre a cui aggiungere, per i chiroteroteri, la ricerca dei rifugi invernali). I risultati di tale monitoraggio devono fare parte degli elaborati della procedura di valutazione di impatto ambientale;
- ad esclusione degli impianti previsti nelle aree di cui al successivo paragrafo 6.2, deve essere previsto e descritto un Piano di monitoraggio della chiroterofauna, dell'avifauna nidificante e migratrice (vedi Allegato 1), da svolgersi in fase *post operam*, di durata minima biennale. I risultati di tale monitoraggio dovranno essere trasmessi periodicamente agli Uffici competenti della Regione Toscana e delle Province interessate, e compresi in una relazione annuale di riepilogo. La descrizione del Piano di monitoraggio deve fare parte degli elaborati della procedura di valutazione di impatto ambientale.

6.2 Aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici

Sono state evidenziate alcune aree (vedi Allegato 2) nelle quali, in base alle attuali conoscenze, non sono prevedibili particolari criticità esclusivamente nei confronti della fauna e prescindono pertanto da qualsiasi valutazione rispetto alle altre componenti ambientali.

I confini delle aree in oggetto sono riportati su mappe, con scala grafica.

L'individuazione delle aree con limitate criticità è esclusivamente finalizzata alla semplificazione della documentazione inerente gli aspetti naturalistici, da presentarsi da parte del proponente, così come specificamente evidenziato al presente paragrafo 6. A tal fine, tutti gli aerogeneratori e le relative piazzole devono ricadere completamente all'interno di una delle aree in esame.

6.3 Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale

A completamento della documentazione richiesta dalla L.R. 10/2010, nonché dalle relative disposizioni attuative, è necessario che il proponente fornisca ulteriori informazioni e documentazioni.

6.3.1 Progetto

- Chiara ed esauriente indicazione del numero di generatori, dell'altezza delle torri, del diametro e del periodo di rotazione del rotore (pale), dell'altezza massima del generatore (torre più pale), della superficie occupata in fase di costruzione (comprese le aree di cantiere), della superficie occupata in fase di esercizio (piazzole, nuove strade, ampliamento delle strade esistenti, cabina MT, sottostazione elettrica MT/AT), delle modalità di trasferimento nel sito dei materiali necessari per la costruzione dell'impianto (tipologia di trasporto e di mezzi utilizzati, percorsi).
- Indicazione, su cartografia in scala adeguata, della disposizione dei generatori e delle opere complementari (cantieri, aree di deposito e stoccaggio, strade, elettrodotti, cabina, sottostazione, ecc.).

6.3.2 Procedura di Valutazione

Descrizione dell'ambiente

La descrizione dell'ambiente, l'analisi degli impatti, l'analisi delle alternative e le misure di mitigazione devono essere sviluppate dal proponente come di seguito indicato.

È opportuno che la realizzazione della fase di analisi si avvalga anche delle segnalazioni contenute nelle Banche Dati del Repertorio Naturalistico Toscano (RENATO), del Centro Ornitologico Toscano (COT) e di CKmap (Ministero dell'Ambiente).

È altresì opportuno, al fine di una soddisfacente completezza dello studio analitico, che siano prese in esame le informazioni di maggior significato per gli aspetti naturalistici contenute nel quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale, quali ad es. i Piani Strutturali ed i Regolamenti Urbanistici, i Piani territoriali di coordinamento provinciali (PTCP), i Piani Faunistici Provinciali, i target di conservazione della Strategia regionale della Biodiversità.

● Fauna

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio (= area vasta): per tutti i gruppi animali ad esclusione dei chiroteri estesa almeno fino a 1.000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni; per i chiroteri estesa almeno fino a 5.000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori.
- Area geografica di riferimento: per tutti i gruppi animali ad esclusione dei chiroteri estesa almeno fino a 10 km di distanza (in ogni direzione) dai generatori; per i chiroteri estesa almeno fino a 20 km di distanza (in ogni direzione) dai generatori.
- Area di pertinenza delle opere: per le opere complementari deve essere considerata un'area aggiuntiva estesa almeno 50 m (in ogni direzione) nel caso di elettrodotti interrati e di strade di accesso (nuove o ampliamenti di strade esistenti) e di almeno 200 m nel caso di elettrodotti aerei.
- Rilievi in campo sui chiroteri. Rilievi in campo sui chiroteri presenti nell'area di studio, secondo le indicazioni di cui all'Allegato 1, ad esclusione degli impianti previsti

nelle aree di cui al precedente paragrafo 6.2. In base ai dati bibliografici e documentali disponibili, devono essere indicati e descritti i siti di presenza dei più importanti rifugi, distinguendo fra semplici rifugi diurni, siti di riproduzione, di svernamento e transizionali.

- Rilievi in campo sull'avifauna. Rilievi in campo sull'avifauna presente nell'area di studio in periodo riproduttivo e nei due periodi migratori, secondo le indicazioni di cui all'Allegato 1, ad esclusione degli impianti previsti nelle aree di cui al precedente paragrafo 6.2.
- Emergenze faunistiche. Individuazione delle specie animali classificabili come emergenze, in base al loro stato di conservazione in Italia e alla loro inclusione in elenchi di Direttive Comunitarie, di norme nazionali e regionali, in Liste Rosse, nel progetto RENATO.
- Area di Studio. Caratterizzazione faunistica attraverso:
 - la descrizione dei popolamenti faunistici vertebrati, con indicazione di tutte le specie presenti (presenza reale o presumibile); deve essere descritta separatamente l'avifauna nidificante, migratrice e svernante presente nell'area di studio, con esplicito riferimento all'importanza dell'area di studio per i rapaci e altre specie di grandi dimensioni; la descrizione dell'avifauna svernante deve essere più approfondita se il sito include o è limitrofo a zone umide di interesse avifaunistico (stagni, invasi artificiali, lagune); tale descrizione può essere ridotta o esclusa nel caso di siti situati in ambienti montani;
 - la suddivisione dell'area di studio in unità ambientali faunistiche, identificate per la composizione dei popolamenti faunistici e del paesaggio vegetale;
 - la descrizione delle funzioni ecologiche svolte dalle unità ambientali faunistiche nei confronti delle principali emergenze (aree di foraggiamento/alimentazione, zone di svernamento, dormitori, zona con concentrazione di esemplari in migrazione, zone di riproduzione, ecc.);
 - l'indicazione della direzione dei venti dominanti.
- Area di Studio: Cartografie. Individuazione cartografica, a scala adeguata degli appostamenti fissi presenti nell'Area di Studio. Ad esclusione degli impianti previsti nelle aree di cui al precedente paragrafo 6.2, cartografie, in numero e scala adeguata (1:10.000 o di maggior dettaglio), sia in formato cartaceo che su supporto informatico, contenenti:
 - i tematismi di cui all'Allegato 1 (par. 5b e 5e);
 - aree utilizzate dall'avifauna (aree di foraggiamento/alimentazione, zone di svernamento, dormitori, zona con concentrazione di esemplari in migrazione, zone di riproduzione, ecc.).
- Aree di pertinenza delle opere complementari (viabilità, cavidotto, sottostazione elettrica, eccetera). Caratterizzazione faunistica, separata e distinta, attraverso la descrizione della composizione del popolamento faunistico, in particolare delle presenze di specie più significative e di quelle maggiormente suscettibili di impatti, e delle principali relazioni con il territorio in esame.

Per i chiroteri, in base ai dati bibliografici e documentali disponibili, devono essere indicati e descritti i siti di presenza dei più importanti rifugi idonei, distinguendo fra semplici rifugi diurni, siti di riproduzione, di svernamento e transizionali.

- Cartografie per l'Area geografica di riferimento. Individuazione cartografica a scala adeguata dei SIR, delle IBA (*Important Bird Area*), delle Aree naturali protette, dei

valichi montani, delle zone di protezione lungo le rotte migratorie e degli altri istituti faunistici, delle zone umide comprese nell'elenco ufficiale curato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Previsione d'impatto

Deve essere predisposta l'analisi degli impatti distinta per ogni specie avifaunistica d'interesse conservazionistico, con particolare attenzione per le specie o per i gruppi di specie sensibili agli impatti di cui alla tabella successiva, che riprende ed integra l'Allegato II (Specie di uccelli ritenuti particolarmente vulnerabili agli impianti eolici) delle Linee Guida della Commissione Europea (2010).

Nome italiano	Nome del taxon	IMPATTI		
		Disturbo	Collisione	Perdita/ alterazione di habitat
Strolaghe	fam. Gavidae	√	√	
Svassi	fam. Podicipedidae			√
Berte	fam. Procellariidae			√
Cormorani	fam. Phalacrocoracidae	√	√	
Aironi, cicogne	ord. Ciconiiformes	√	√	
Fenicotteri	fam. Phoenicopteridae	√	√	
Cigni, oche, anatre	ord. Anseriformes	√	√	
Nibbi, Albanelle, Aquile	ord. Accipitriformes	√	√	√
Falchi	ord. Falconiformes	√	√	√
Gru	fam. Gruidae		√	
Limicoli, Gabbiani, Sterne	ord. Charadriiformes	√	√	√
Gufo reale	fam. Strigidae		√	
Succiacapre	fam. Caprimulgidae		√	√
Allodola (inverno)	fam. Alaudidae			√
Culbianco	fam. Turdidae			√
Gracchio corallino	fam. Corvidae			√
Gracchio alpino	fam. Corvidae			√
migratori notturni	ord. Passeriformes	√	√	

L'analisi degli impatti deve anche riguardare l'avifauna non compresa nella tabella soprastante, con particolare riferimento alle specie in sfavorevole stato di conservazione.

Inoltre deve essere previsto quanto segue.

- Per ogni specie di rapace e per ogni specie di uccelli di interesse conservazionistico, rilevate durante il monitoraggio, devono essere fornite stime sul rischio di collisione, secondo i criteri indicati al punto 3 dell'Allegato 1, ad esclusione degli impianti previsti nelle aree di cui al precedente paragrafo 6.2.
- Per ogni specie di rapace e per altre specie di uccelli di interesse conservazionistico devono essere fornite stime del grado di rischio (nullo, basso, medio, alto) rappre-

sentato dall'impianto per le popolazioni locali, regionali ed europee, in base al prodotto della stima del numero di collisioni possibili con la vulnerabilità, espressa con opportuni indici numerici dal valore avifaunistico (emergenze), dalla distribuzione e dalla consistenza della popolazione regionale, italiana ed europea, secondo i criteri dell'Allegato 1, punto 5a.

- Per ogni specie di rapace devono essere fornite interpretazioni e valutazioni di impatto, secondo le tipologie d'impatto indicate nella tabella sopra riportata, sul rapporto tra l'impianto in esame e il relativo *home range* (territorio vitale), in base alla posizione dell'impianto (periferica, esterna, centrale, ecc.) e alla funzione dell'area di impianto (area di caccia, zona di sorvolo, zona di nidificazione, ecc.).
- Per i chiroteri deve essere valutata l'entità dei possibili impatti, indiretti e diretti, secondo le indicazioni di cui al punto 5i dell'Allegato 1 e riportando i valori del giudizio in una tabella che riprende quella proposta da UNEP/EUROBATS ed ivi riportata.
- Valutazione dell'impatto cumulativo sulla fauna derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici e di altre opere con impatti analoghi. In particolare dovranno essere valutati, sulla base del numero di generatori di ogni impianto, del numero stimato di collisioni, della probabilità di allontanamento e di perdita di habitat:
 - effetto cumulativo sulle popolazioni nidificanti nell'ambito dell'area vasta oppure, per le specie ad ampio *home range* e a bassa densità (quali ad es. aquila reale, biancone, lanario, ecc.), in un ambito più ampio;
 - effetto cumulativo sulla migrazione dell'avifauna e sugli spostamenti della chiroterofauna (modifica delle modalità di attraversamento dell'area, diminuzione delle risorse trofiche, ecc.);
 - aumento della frammentazione e dell'isolamento delle popolazioni animali.

● Vegetazione e Flora

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio: estesa almeno fino a 500 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere complementari (strade di accesso, elettrodotti, eccetera).
- Caratterizzazione vegetazionale dell'Area di Studio, su base bibliografica e attraverso verifica in campo in periodo vegetativo (marzo – ottobre o altro periodo in base all'altitudine dell'area di impianto), attraverso l'individuazione e la descrizione delle tipologie vegetazionali, la loro caratterizzazione floristica ed ecologica e mediante la realizzazione di una cartografia della vegetazione, in scala adeguata. Per le unità vegetazionali di tipo forestale deve essere riportata una legenda di equivalenza con la terminologia e i criteri di cui al documento "I tipi forestali. Boschi e Macchie di Toscana", edito dalla Regione Toscana ed alla Carta Forestale della Toscana (2008).
- Caratterizzazione floristica dell'Area di Studio, con indicazione delle specie più caratteristiche e di quelle più diffuse.
- Emergenze naturalistiche. Individuazione degli habitat, delle fitocenosi e delle specie vegetali classificabili come emergenze, in base al loro stato di conservazione in Italia e alla loro inclusione in elenchi di Direttive Comunitarie, di norme regionali, in Liste Rosse, nel progetto RENATO.

Previsione d'impatto

- Analisi degli impatti distinta per tipologie di vegetazione, habitat di interesse comunitario o regionale, fitocenosi individuate nel Repertorio Naturalistico Toscano e specie vegetali di interesse conservazionistico.

● Ecosistemi

Analisi dello stato iniziale

- Area di studio: estesa almeno fino a 1.000 m di distanza (in ogni direzione) dai generatori, compresi quelli più esterni, e comunque per un'estensione sufficiente a includere anche tutte le opere complementari (strade di accesso, elettrodotti, ecc.). Per quanto riguarda la componente vegetazionale possono essere utilizzati dati fisionomici.
- Individuazione delle unità ecosistemiche presenti nell'area di studio.
- Caratterizzazione, almeno qualitativa, della struttura degli ecosistemi, attraverso la descrizione delle rispettive componenti abiotiche e biotiche e della relativa dinamica, con particolare riferimento alle relazioni trofiche tra i vari popolamenti faunistici; indicazione del valore naturalistico delle diverse unità ecosistemiche, del loro grado di conservazione e degli elementi di criticità.

Previsione d'impatto

- Analisi degli impatti distinta per ciascun ecosistema, con particolare approfondimento per tutte le unità ecosistemiche particolarmente fragili presenti nell'Area di studio (ad es. torbiere, corsi d'acqua, praterie primarie, ecc.).
- Valutazione dell'impatto cumulativo sugli ecosistemi derivante dalla presenza o dalla previsione di altri impianti eolici nell'area geografica di riferimento (come definita per la Fauna), con particolare riferimento all'eventuale aumento della frammentazione ambientale e all'eventuale diminuzione della naturalità degli ecosistemi, per la diminuzione di biodiversità (in particolare di fauna) o per il suo impoverimento qualitativo e quantitativo (aumento di specie antropofile, di specie aliene ecc., diminuzione numerica delle popolazioni, alterazione e semplificazione delle catene trofiche, ecc.).

6.4 Studio di Incidenza

La procedura di valutazione di incidenza è stata introdotta dall'articolo 6 della Direttiva Habitat e, conseguentemente, dall'art. 5 del D.P.R. 357/1997 e s.m.i. Tali riferimenti sono implementati dalla L.R. 56/2000 e s.m.i., che estende detta procedura all'intera rete di Siti di Importanza Regionale (SIR, che includono SIC e ZPS).

In base a tali normative, lo Studio di Incidenza è obbligatorio per tutti gli impianti eolici previsti, anche parzialmente, all'interno di SIR e per quelli ubicati al loro esterno, nel caso in cui si possano avere incidenze significative sugli stessi.

Secondo l'interpretazione ufficiale dell'art.6 della Direttiva 92/43/CEE, contenuta nella Guida all'interpretazione dell'articolo 6 della direttiva Habitat, preparata nel 2000 dalla Commissione Europea, D.G. Ambiente: *la probabilità di incidenze significative può derivare non soltanto da piani o progetti situati all'interno di un sito protetto, ma anche da piani o progetti situati al di fuori di un sito protetto. Ad esempio, una zona umida può essere danneggiata da un progetto di drenaggio situato ad una certa*

distanza dai confini della zona umida...La procedura dell'articolo 6, paragrafi 3 e 4, è attivata non dalla certezza ma dalla probabilità di incidenze significative derivanti non solo da piani o progetti situati all'interno di un sito protetto, ma anche da quelli al di fuori di esso”.

Lo Studio di Incidenza è comunque obbligatorio per tutti gli impianti eolici in progetto, se posti:

- ad una distanza uguale o inferiore a 1 km da SIC, ZPS e SIR (anche se localizzati in regioni confinanti).
- ad una distanza uguale o inferiore a 2 km da SIC, ZPS e SIR (anche se localizzati in regioni confinanti) che ospitano una o più coppie nidificanti di succiacapre (*Caprimulgus europaeus*).
- ad una distanza uguale o inferiore a 3 km da SIC, ZPS e SIR (anche se localizzati in regioni confinanti), comprendenti zone umide.
- ad una distanza uguale o inferiore a 5 km da SIC, ZPS e SIR (anche se localizzati in regioni confinanti) che ospitano una o più coppie nidificanti di biancone (*Circaetus gallicus*), falco di palude (*Circus aeruginosus*), lanario (*Falco biarmicus*), nibbio bruno (*Milvus migrans*), falco pellegrino (*Falco peregrinus*).
- ad una distanza uguale o inferiore a 10 km da SIC, ZPS e SIR (anche se localizzati in regioni confinanti) che ospitano una o più coppie nidificanti di falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), albanella minore (*Circus pygargus*), aquila reale (*Aquila chrysaetos*), gufo reale (*Bubo bubo*).

Per siti più distanti, rispetto a quanto indicato ai singoli alinea del capoverso precedente, ma comunque compresi all'interno dell'area vasta, il proponente deve adottare un approccio valutativo per fasi così come previsto dalle linee guida della Commissione Europea (*Guidance document, Wind energy developments and Natura 2000*, 2010), presentando i relativi esiti documentali.

6.5 Misure atte a evitare, mitigare o compensare gli impatti negativi

Di seguito vengono fornite indicazioni sulle misure di mitigazione possibili, la cui applicabilità alle opere in progetto dovrà essere oggetto di esame da parte del proponente, in base alla tipologia delle opere previste, alle caratteristiche ambientali del sito e dell'area vasta ed alle risultanze del monitoraggio.

- Disposizione degli aerogeneratori:
 - a congrua distanza (> 300 m) da pareti rocciose e da calanchi;
 - disposizione ottimale, in termini di numero, spaziatura e ubicazione. Ad esempio, nei siti interessati da consistenti flussi di avifauna in migrazione o in alimentazione/spostamento, è opportuno modificare la disposizione stessa dei generatori, lasciando dei corridoi in cui questi siano disposti tra loro a distanze superiori a 300 m (diminuzione/abbattimento dell'effetto barriera), in particolare laddove la disposizione degli aerogeneratori risulti perpendicolare a quello delle rotte principali dell'avifauna;
 - evitare la localizzazione di generatori in corrispondenza di valichi e di aree con notevole estensione di rocce affioranti, per la possibile maggior frequentazione da parte della chiropterofauna e dell'avifauna (per formazione di correnti termiche ascensionali, perché costituiscono corridoi preferenziali di passaggio, ecc.).

- Applicazione di accorgimenti, nella colorazione delle pale, tali da aumentare la percezione del rischio da parte dell'avifauna: sono fatte salve le disposizioni in materia di sicurezza della navigazione aerea.
- Apposizione di luci di segnalazione intermittenti e di colore bianco, con intervallo di intermittenza il più possibile ampio, fatte salve le disposizioni in materia di sicurezza della navigazione aerea.
- Recinzione della piazzola dei generatori posti in aree pascolate, per evitare che la presenza di deiezioni animali e degli insetti ad esse legati attragga rapaci (diurni e notturni), passeriformi e chiroteri.
- Recupero ambientale di tutte le aree interessate dalle opere non più necessarie alla fase di esercizio, in particolare piste ed aree di cantiere o di deposito materiali.
- Nell'ambito degli interventi di ripristino e di rinaturalizzazione in fase di costruzione dell'impianto, è necessario operare in base ai risultati degli studi effettuati dal proponente, secondo due opzioni: a) messa a dimora di arbusti o alberature di specie autoctone; b) ricostituzione di un manto erboso. L'opzione a) in genere è preferibile per evitare che i rapaci e i chiroteri utilizzino come area di caccia l'area di impianto; l'opzione b) permette il mantenimento dell'habitat prativo quale unità vegetazionale di rilievo naturalistico oppure quale area di foraggiamento dei chiroteri.
- Riduzione massima o arresto, nella fase di esercizio, dell'attività degli aerogeneratori in funzione della velocità del vento, nel periodo di maggiore attività estiva e di passaggio della chiroterofauna. Occorre valutare l'opportunità della suddetta limitazione di attività in caso di vento inferiore ai 5 metri al secondo, dal tramonto fino all'alba, in un periodo dell'anno scelto in base al ciclo biologico delle specie interessate.
- Negli interventi di recupero vegetazionale in ambiti non urbanizzati devono essere utilizzate esclusivamente specie vegetali autoctone ed ecotipi locali.
- Riduzione massima o arresto, nella fase di costruzione, degli interventi nel periodo riproduttivo delle specie animali (aprile-luglio).
- Interramento della linea elettrica a MT sia nell'area di impianto che nel tratto di collegamento con la sottostazione di trasformazione.
- Minima distanza dell'impianto dalla rete elettrica nazionale.
- Durante la fase di costruzione dell'impianto è indispensabile individuare ogni soluzione tecnica per ridurre la dispersione di polveri anche in ambienti lontani da luoghi abitati, sia nel sito che nelle aree circostanti.
- Negli impianti *offshore* è opportuno disporre i generatori con orientamento nord-sud, e ad una distanza superiore a 800 m dalla costa.

6.5.1 Misure atte a compensare gli impatti negativi, interventi di miglioramento ambientale

Di seguito vengono fornite indicazioni sulle misure possibili, la cui applicabilità alle opere in progetto dovrà essere oggetto di esame da parte del proponente, in base alla tipologia delle opere previste, alle caratteristiche ambientali del sito e dell'area vasta ed alle risultanze del monitoraggio.

- Ricostituzione e corretta gestione di superfici di habitat almeno pari a quelle sottratte dagli impianti. E' necessario prevedere un piano di monitoraggio delle misure individuate, al fine controllarne l'efficacia.
- Conservazione e gestione di specifiche emergenze naturalistiche individuate nel

corso delle indagini in area vasta quali, a titolo esemplificativo: protezione e conservazione di rifugi di Chiroteri di particolare importanza, ripristino di uno o più edifici pericolanti in quanto sito riproduttivo di Chiroteri o di rapaci diurni o notturni, chiusura con griglia dell'ingresso di una o più grotte che ospitano colonie di ibernazione di Chiroteri.

- Interventi per favorire la presenza di emergenze naturalistiche nell'area vasta quali, a titolo esemplificativo: creazione di corpi d'acqua di almeno 0,2 ha utili per alimentazione e riproduzione della fauna, posizionamento di nidi artificiali (cassette-nido, piattaforme, zattere galleggianti, nidi a tunnel, ecc.).

Allegati:

Allegato 1 - Criteri per l'esecuzione dei rilievi faunistici.

Allegato 2 - Aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici.

Documenti bibliografici citati nel testo:

European Commission, Ecosystem LTD, 2010 - *Wind energy development and Natura 2000*. Guidance Document.

Regione Toscana, 2008 – *La carta forestale della Toscana*. Direzione Generale dello sviluppo economico. Centro Stampa Giunta Regione Toscana, 358 pp.

7. Beni Culturali e Paesaggio: approfondimenti

Il proponente deve eseguire le analisi e presentare le elaborazioni indicate ai paragrafi seguenti.

7.1 Aree di studio

Le aree sono così definite:

- area dei siti di impianto potenziali (ASIP) - l'area geografica su cui si individuano due o più siti potenziali proposti per la realizzazione della fattoria eolica (alternative di localizzazione);
- area di impatto potenziale (AIP) - l'area circolare all'interno della quale è prevedibile si manifestino gli impatti più importanti;
- area di impatto visivo assoluto teorico (AIVAT) - un'area circolare di raggio pari alla massima distanza da cui l'impianto eolico risulta teoricamente visibile nelle migliori condizioni atmosferiche, secondo la sensibilità dell'occhio umano e le condizioni geografiche.

7.1.1 Area dei siti di impianto potenziali (ASIP)

Con questo termine si indica un settore geografico in cui i proponenti del progetto individuano almeno due o più siti in grado di poter ospitare una fattoria eolica, per poter disporre di diverse alternative progettuali. La sua definizione avviene in una fase molto preliminare del progetto, ed ha un valore strategico per la scelta del sito definitivo, data la sua influenza su tutte le altre aree di studio. Questa fase del lavoro metterà in evidenza la filosofia prescelta per la localizzazione dell'impianto, che può ad esempio favorire una collocazione in una area isolata a bassa densità demografica, ma paesaggisticamente fragile, o un'area industrializzata in cui l'impianto può inserirsi in modo positivo. La scelta dell'ASIP porterà a problematiche assai diverse, secondo la collocazione in zone montane, collinari, di pianura.

Le dimensioni dell'ASIP possono essere assai variabili. E' auspicabile che per gli impianti eolici si prendano in considerazione siti idonei a minimizzare gli impatti, sacrificando le esigenze di collocazione all'interno di un singolo territorio comunale.

Le fasi del lavoro all'interno dell'ASIP prevedono una prima proposta di alcuni siti (es. A, B e C) per l'impianto eolico e successivamente l'abbandono di alcune ipotesi (es. A e B). In questo caso solo il sito C merita un studio più approfondito, che può ad esempio suggerire alcune alternative di *layout*. Tale procedura può portare anche a scartare ASIP che si scontrino con problematiche che rendono l'impianto incompatibile, in questo caso sarà necessario individuare una nuova ASIP.

Una volta individuata l'ASIP più idonea per la fattoria eolica verranno individuati alcuni siti potenziali localizzandoli su una cartografia 1:100.000.

Gli elaborati da produrre in questa fase riguarderanno:

- individuazione dell'ASIP e dei siti di impianto potenziali, su cartografia 1:100.000;

- breve relazione tecnica che dovrà giustificare la scelta dell'ASIP in relazione ad altre ASIP possibili; la scelta dei siti di impianto potenziali proposti; il sito prescelto.

7.1.2 Area di impatto potenziale (AIP)

L'Area di impatto potenziale rappresenta lo spazio geografico all'interno del quale è prevedibile si manifestino in modo più evidente gli impatti, perciò al suo interno si concentrano la maggior parte delle analisi. La sua collocazione viene individuata dopo aver localizzato il sito di impianto proposto, definito l'altezza degli aerogeneratori da impiegare e la configurazione prescelta.

La determinazione dell'ampiezza dell'AIP avviene in base all'altezza totale (torre e rotore) dell'aerogeneratore previsto. L'AIP comprende la porzione di territorio i cui punti distano in linea d'aria non meno di 50 volte l'altezza massima del più vicino aerogeneratore.

Considerato che in Toscana il paesaggio assume un valore di particolare rilievo, in alcune situazioni è opportuno considerare inclusi nell'Area di impatto potenziale "punti di eccezionalità", cioè di alta riconoscibilità e di elevato valore paesaggistico e culturale, sulla base di un'analisi della situazione locale da parte dei proponenti, anche se, in base al solo criterio della distanza, ne sarebbero esterni.

Dai punti di eccezionalità individuati devono essere elaborati dei fotoinserti.

7.1.3 AIP: Analisi da svolgere ed elaborazioni da presentare

a. Analisi dell'intervisibilità

E' finalizzata ad accertare le aree di impatto effettive, cioè le porzioni dell'AIP effettivamente influenzate dall'effetto visivo dell'impianto, visto che la morfologia del territorio può consentire la vista dell'impianto da alcuni punti dell'AIP e non da altri, indipendentemente dalla distanza.

Per "carta di intervisibilità" si intende una cartografia riferita ad una determinata area di studio all'interno della quale siano evidenziati tutti i punti del territorio dai quali è visibile un riferimento ben preciso contenuto all'interno dell'area stessa. La carta deve essere elaborata in base ai dati plano-altimetrici caratterizzanti l'area di studio. Deve essere presa in esame l'intervisibilità teorica (in condizioni di visibilità ottimale e prescindendo dall'effetto schermante della vegetazione e dei manufatti); il proponente può prendere in esame, in aggiunta, l'intervisibilità che tiene conto dell'effetto schermante della vegetazione e dei manufatti.

Nel caso di una centrale eolica, l'area di impatto visivo ad essa riferito si identifica con l'area di Area di Impatto Potenziale (AIP). Il tipo di intervisibilità da calcolare è la intervisibilità proporzionale (IP). Essa è intesa come l'insieme dei punti dell'area da cui il complesso eolico è visibile, considerando però classi percentuali di intervisibilità (CPI) definite dalla porzione del gruppo di aerogeneratori percepibile da un determinato punto, sempre in relazione alla morfologia del territorio.

Si raccomanda che le classi percentuali di intervisibilità siano 4.

La carta dell'intervisibilità, su base topografica, deve essere redatta in una scala compresa tra 1:25.000 ed 1:50.000 e deve riportare, oltre all'impianto eolico e tutte le opere complementari: i beni di cui al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, i centri abitati ed i punti più importanti per la frequentazione del paesaggio. Ove ne

compromettesse la leggibilità, il censimento dei beni, dei vincoli e degli altri siti può essere riportato su una tavola a parte.

b. Simulazioni

Le simulazioni possono dividersi in:

- fotoinserimenti;
- immagini virtuali;
- animazioni.

L'obiettivo delle simulazioni all'interno dell'AIP è quello di mostrare come si inseriranno la centrale eolica e le relative opere complementari all'interno del territorio. Deve essere mostrato come apparirà l'impianto dai diversi punti sensibili individuati. L'analisi della struttura del paesaggio determinerà quali siano i "punti visuali sensibili" da prendere in considerazione, che comprenderanno: i beni culturali e le aree dichiarate di notevole interesse pubblico di cui al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, i centri abitati ed i punti più importanti per la frequentazione del paesaggio. Per l'individuazione dei punti sensibili è essenziale l'uso dei risultati dell'analisi dell'intervisibilità che mostrerà in via preventiva dove è presente un impatto visivo e la percentuale di visibilità dell'impianto. Ciò individuerà immediatamente i luoghi dove è necessaria una simulazione fotografica. Nelle simulazioni dovranno essere mostrati l'impianto eolico e le opere complementari.

I fotoinserimenti vengono realizzati con la tecnica del "prima e dopo", presentano una precisa visualizzazione del modo in cui il parco apparirà da un luogo particolare rispetto ad uno stato precedente.

Elaborati da produrre:

- rilievo fotografico del sito prescelto, senza l'impianto, svolto da una serie di punti sensibili;
 - fotoinserimento in cui l'impianto sia posto all'interno delle stesse immagini fotografiche prese dai punti sensibili;
- rilievo fotografico panoramico che mostri a 360° il territorio posto intorno al sito di impianto. Si intende che l'osservatore, posto in un punto all'interno dell'impianto, ruoti su stesso scattando una serie di fotogrammi fino a coprire l'intero angolo giro. Tutti i punti di presa devono essere riportati su una cartografia; per ognuno di essi deve essere indicato il cono visivo, la distanza dall'aerogeneratore più vicino, il tipo di obiettivo usato nella ripresa.

Si raccomanda di prendere in considerazione un numero di punti di presa compreso tra 10 e 25.

Il proponente può, in aggiunta ai fotoinserimenti ed in considerazione del contesto paesaggistico presente e delle caratteristiche dell'impianto, presentare le seguenti elaborazioni:

- immagini virtuali 3D;
- animazioni da inserire in filmati riproducibili a video, che mostrino le caratteristiche dell'impianto in modo dinamico da diversi punti di vista e quote (si raccomanda una durata di circa 2 minuti).

c. Struttura ed evoluzione storica del paesaggio

L'analisi ha carattere comparativo e punta a mettere in luce l'evoluzione della struttura del mosaico paesaggistico. Il proponente deve prendere in esame l'evoluzione

che ha interessato il paesaggio, attraverso l'analisi della struttura del paesaggio in due momenti storici fondamentali: il secondo dopoguerra e l'attualità. Si deve tenere conto dell'evoluzione nelle forme di uso del suolo.

Deve essere presentata la carta dell'uso del suolo allo stato attuale in scala compresa tra 1:25.000 e 1:50.000. Al fine di meglio evidenziare le considerazioni da svolgersi ai sensi del punto precedente, il proponente può presentare analogo cartografia riferita al secondo dopoguerra.

d. Frequentazione del paesaggio

Il proponente, anche a seguito delle analisi svolte secondo quanto indicato ai precedenti punti da a a c, deve dare indicazioni in merito alla frequentazione dell'AIP da parte della popolazione (residenti e turisti). Dette indicazioni devono essere di tipo qualitativo (ad esempio: tipologia di frequentatori, itinerari e punti di maggior frequentazione, modalità e scopo della frequentazione) e, ove i dati esistenti lo consentano, quantitativo (ad esempio: flussi turistici).

L'analisi della frequentazione ha un ruolo particolare nel caso toscano, visto che oltre a zone contraddistinte da elevata densità della popolazione vi sono molte zone di fruizione turistica. Il paesaggio dell'AIP sarà tanto più osservato e conosciuto quanto più si troverà situato in prossimità di grandi centri urbani, vie di comunicazione importanti e luoghi di interesse turistico.

e. Analisi del Patrimonio storico, architettonico ed archeologico

L'analisi del patrimonio riguarda le categorie di beni definite dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e provvederà al censimento dei beni presenti nell'AIP, individuandone l'esatta localizzazione. A tale scopo dovrà essere realizzata una apposita legenda che operi una diversificazione per le diverse tipologie di beni. E' necessario raccogliere le principali informazioni disponibili per ciascuno dei beni censiti, in modo da poterne meglio definire il significato nel contesto dell'area di riferimento.

Accanto a beni puntuali, potranno essere interessati anche beni lineari (ad esempio: Via Francigena, strade romane).

7.1.3 Area di Impatto Visivo Assoluto Teorico (AIVAT)

L'area di impatto visuale assoluto rappresenta un'area circolare di raggio pari alla massima distanza da cui l'impianto eolico risulta teoricamente visibile nelle migliori condizioni atmosferiche possibili, secondo la sensibilità dell'occhio umano e le condizioni geografiche. Si tratta di un'area con una estensione teoricamente molto elevata, visto che una torre eolica di 100 metri altezza posta in un territorio pianeggiante e senza ostacoli frapposti con l'osservatore, può essere visibile anche a molte decine di chilometri.

L'individuazione dell'AIVAT può avvenire solo dopo la definizione dell'altezza delle torri eoliche e rappresenta un'estensione nello spazio dell'AIP.

Dal punto di vista teorico, secondo i parametri dell'anatomo-fisio-patologia ottica, la relazione che permette di determinare il raggio dell'AIVAT è la seguente:

$$R = H \times 600$$

dove:

R= raggio dell'Area di impatto visuale assoluto;

H= altezza torre eolica (al mozzo del rotore).

Il proponente deve presentare una rappresentazione di tale area su una carta in scala 1:250.000. Un elemento che può essere parametrizzato, una volta definito il raggio dell'AIVA, riguarda i caratteri orografici del territorio. All'interno dell'AIVAT vanno definiti e rappresentati cartograficamente:

- ambiti previsti dal Piano Paesaggistico Regionale;
- aree sottoposte a vincolo paesaggistico;
- centri abitati;
- opere e impianti causa di impatto visivo significativo, ivi incluso gli altri impianti eolici, esistenti, autorizzati o in corso di valutazione o autorizzazione.

In merito alle altre opere ed impianti il proponente dovrà fornire indicazioni in merito agli impatti cumulativi con l'intervento in esame.

7.2 Individuazione degli impatti dell'impianto eolico e delle opere connesse sul paesaggio

Tenuto conto delle analisi svolte al precedente paragrafo 7.1, in base al carattere degli elementi del paesaggio presenti nell'AIP, della frequentazione e della presenza di beni del patrimonio storico, architettonico e archeologico, nonché alle caratteristiche dell'impianto eolico e delle relative opere complementari, il proponente provvede alla individuazione e descrizione degli impatti, in fase di costruzione, esercizio e dismissione.

7.3. Effetti cumulativi

Più impianti eolici in uno stesso territorio possono provocare effetti cumulativi in relazione al loro impatto paesaggistico.

Si parlerà di covisibilità, quando l'osservatore può cogliere più impianti da uno stesso punto di vista. Tale covisibilità può essere in combinazione, quando diversi impianti sono compresi nell'arco di visione dell'osservatore allo stesso tempo, o in successione, quando l'osservatore deve girarsi per vedere i diversi impianti. Si possono invece avere effetti sequenziali, quando l'osservatore deve muoversi in un altro punto per cogliere i diversi impianti.

Oltre alle elaborazioni già previste per l'AIVAT, il proponente deve prendere in esame con maggior dettaglio gli impatti cumulativi degli altri impianti (esistenti, autorizzati o in corso di valutazione o di autorizzazione) che rientrano anche parzialmente all'interno dell'AIP del progetto. Da alcuni dei punti di vista più significativi presenti nell'AIP, il proponente deve effettuare dei fotoinserimenti in cui siano rappresentati tutti gli impianti.

7.4 Occlusione visiva

Per occlusione visiva si intende la percentuale del campo visivo dell'occhio umano occupato da un elemento da esso percepibile. I parametri presi in considerazione sono in relazione alle capacità percettive del sistema visivo degli esseri umani:

- 55° gradi nella direzione verticale
- 88° nella direzione orizzontale.

Il proponente, per punti di vista di particolare interesse paesaggistico, culturale o turistico può procedere alla determinazione dell'occlusione visiva dovuta all'impianto eolico.

7.5 Misure di mitigazione e compensazione

7.5.1 Altezza delle torri eoliche

Lo sviluppo in altezza delle torri degli aerogeneratori è uno degli elementi principali che influenzano l'impatto sul paesaggio. La maggiore importanza attribuita all'altezza è legata anche alle caratteristiche dell'occhio umano, il cui campo visivo totale occupa circa 180° in senso orizzontale e 150° in senso verticale. Ciò significa che lo stesso oggetto posto in posizione verticale occupa uno spazio relativo più grande rispetto alla posizione orizzontale. Il valore dell'impatto visivo degli aerogeneratori sarà quindi influenzato, in assenza di altri fenomeni, soprattutto dall'altezza delle torri e dalla distanza e posizione dell'osservatore, anche se la presenza di molti generatori affiancati li rende ancora più visibili. Altri impatti dovuti alla taglia delle torri eoliche sono legati all'interazione con il percorso e l'altezza del sole sull'orizzonte nelle giornate serene, che determina un'ombra molto lunga, soprattutto alle latitudini elevate, che potrebbe disturbare abitazioni civili o luoghi di interesse pubblico ad esempio collegati al patrimonio culturale.

7.5.2 Forma delle torri e del rotore

Dal punto di vista visivo la forma di un aerogeneratore, oltre che per l'altezza, si caratterizza per il tipo di torre, per la forma del rotore e per il numero delle pale.

Anche le caratteristiche costruttive delle pale e della rotazione hanno un impatto visivo importante. I rotor triपाल, attualmente quelli maggiormente impiegati per le torri medio-grandi, hanno una rotazione lenta, che risulta molto più riposante per l'occhio umano, ed hanno una configurazione più equilibrata sul piano geometrico.

Le turbine ad asse verticale producono un impatto sul paesaggio generalmente inferiore, avendo diametro pari alla metà dei rotor tradizionali e consentendo una altezza leggermente inferiore.

7.5.3 Colore delle torri eoliche

Il colore delle torri eoliche ha una forte influenza riguardo alla visibilità dell'impianto e al suo inserimento nel paesaggio, visto che alcuni colori possono aumentare le caratteristiche di contrasto della torre eolica rispetto allo sfondo.

E' necessario impiegare vernici antiriflesso che assicurino l'assenza di tale fenomeno che potrebbe aumentare moltissimo la visibilità delle pale.

E' da evitare qualunque tipo di scritta o sulle torri.

Sono fatte in ogni caso salve le disposizioni in materia di sicurezza della navigazione aerea.

7.5.4 Schema di impianto

A livello locale, la disposizione dei generatori sul terreno influenza i seguenti aspetti:

- forma ed estensione dell'impianto eolico;
- struttura della rete stradale di servizio;
- fabbricati ed altri annessi tecnici;
- modalità di esecuzione dei lavori;
- opere di sistemazione definitiva;
- manutenzione.

7.5.5 Viabilità

La viabilità rappresenta un elemento di impatto sul paesaggio, rappresentando un effetto della costruzione della centrale. L'estensione e la dimensione della viabilità deve essere normalmente ridotta al minimo necessario per il funzionamento dell'impianto, così come le piazzole di servizio, utilizzando al meglio la viabilità già esistente. Se la taglia degli impianti richiede strade di servizio molto ampie per il trasporto del materiale nella fase costruttiva, è necessario ridurre la larghezza della sede stradale una volta completato l'impianto.

Per tutta la rete stradale, sia quella necessaria al raggiungimento dell'impianto, sia quella di servizio interna, si raccomanda di individuare misure per favorire la sua assimilazione e integrazione nel tessuto paesistico locale.

7.5.6 Linee elettriche

L'interramento delle linee elettriche interne all'impianto e di collegamento alla rete elettrica nazionale è da considerare preferibile per ridurre l'impatto paesaggistico; sono fatte salve specifiche e motivate esigenze tecniche che rendano necessaria la realizzazione di tratti di linea aerea.

7.5.7 Annessi tecnici

Fatte salve specifiche e motivate esigenze di carattere tecnico, si devono evitare locali tecnici posti all'esterno delle torri (ad esempio locali destinati ad ospitare il trasformatore oppure la cabina elettrica d'impianto).

7.5.8 Attività di cantiere

L'esecuzione dei lavori rappresenta di per se un momento di sconvolgimento del paesaggio locale, ed anche quello in cui statisticamente si concentra la minore accettabilità sociale dell'impianto eolico. Le possibilità di una buona sistemazione definitiva e di minimizzare gli impatti sono legate al controllo di tutti quegli aspetti che possono procurare un impatto negativo, quali gli sbancamenti, i movimenti di terra, deviazione di corsi d'acqua, elevazioni e recinzioni, produzione di rifiuti. Tali attività possono anche compromettere l'assetto idrogeologico e quindi il paesaggio.

Particolare attenzione deve essere prestata alle piazzole per il movimento dei mezzi usati per erigere le torri e agli scavi per le fondazioni.

7.5.9 Sistemazione dell'area al termine della fase di costruzione

La sistemazione definitiva del sito di impianto rappresenta un problema verso il quale si possono seguire due diverse filosofie operative che devono comunque scaturire dalle analisi svolte nell'AIP. Se infatti le indagini sulla struttura del paesaggio metto-

no in evidenza la necessità di mantenere l'unicità del paesaggio dell'AIP, si possono scegliere sistemazioni definitive che puntino a ricreare lo stato *ante operam*. Una struttura del mosaico paesaggistico particolarmente ricca di un'area collinare può essere mantenuta conservandone la complessità o addirittura arricchendola di elementi tipici dell'identità locale.

Una filosofia progettuale diversa è quella invece che prevede una sistemazione dell'area in grado di determinare un valore aggiunto, ad esempio cercando di realizzare un'area che costituisca un richiamo turistico, offrendo la possibilità di una fruizione pubblica degli ambiti che lo costituiscono. Altre condizioni in cui una tale sistemazione può essere opportuna è la presenza di aree degradate dallo sviluppo urbano o industriale, in cui l'impianto può rappresentare un'occasione per una offerta di spazi multifunzionali qualificati.

7.5.10 Manutenzione dell'impianto

La regolare manutenzione sia delle parti tecniche, sia del sito di impianto, è essenziale per minimizzare l'impatto negativo della sistemazione definitiva prescelta. Studi recenti mostrano come la presenza di turbine ferme o in cattive condizioni incrementi l'impatto negativo dell'impianto eolico, che assume le caratteristiche di "cimitero tecnologico" la cui mancata produzione di energia pulita ne riduce l'accettabilità da parte del pubblico.

8. Aspetti socio-economici

8.1 Effetti socio-economici relativi alla costruzione ed esercizio dell'impianto

Il proponente è tenuto a redigere una relazione nella quale vengano illustrati, nell'ambito dell'area vasta, i principali impatti sugli aspetti socio-economici coinvolti dalla realizzazione ed esercizio dell'opera.

Gli impatti del progetto che devono essere presi in esame sono i seguenti:

- effetti positivi o negativi sull'economia locale in fase di costruzione ed esercizio, con riferimento anche alle attività agro-silvo-pastorali ed ivi inclusi i risvolti occupazionali diretti ed indiretti;
- effetti positivi o negativi sul turismo, con particolare riferimento all'agriturismo;
- contributo all'educazione ambientale, con particolare riferimento alla promozione delle energie rinnovabili;
- effetti sulle attività ricreative all'aperto (ad esempio: escursionismo, equitazione, turismo naturalistico, attività sportive);
- interferenze con gli usi civici.

Il proponente deve evidenziare le tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate a seguito dell'esercizio dell'impianto nonché il numero di utenze elettriche di tipo domestico che possono essere soddisfatte dall'energia prodotta dal medesimo.

Fra gli aspetti socio-economici di cui il proponente può inoltre tenere conto figurano:

- impatti economici diretti per la comunità locale derivanti dall'utilizzo in loco della energia prodotta;
- effetti economici derivanti dalla scelta di ubicare il parco eolico in aree da riqualificare, contribuendo ad uno sviluppo economico bilanciato del territorio o, al contrario, in aree ad elevato pregio, incidendo sul valore e sulla attrattività del patrimonio paesaggistico;
- effetti economici derivanti dalla realizzazione di strade di accesso e di servizio di non esclusivo supporto al campo eolico;
- adozione di soluzioni innovative atte a garantire la sicurezza per le persone nelle adiacenze del campo eolico, con particolare riferimento al transito di mezzi e veicoli;
- adozione di soluzioni innovative atte a garantire la massimizzazione della produzione elettrica;
- accordi e/o impegno da parte del proponente all'impiego di materiali riciclabili o recuperabili.

8.2 Analisi costi - benefici

Nel caso che l'impianto eolico sia finanziato con fondi pubblici è opportuno che il proponente predisponga un'analisi costi benefici dell'intervento.

Per quanto riguarda la metodologia da seguire il proponente può fare riferimento alle indicazioni che seguono.

8.2.1 *Indicazioni per l'analisi costi - benefici*

Per giungere ad un indicatore di efficienza univoco relativamente ai vari aspetti economici valutati, è opportuno che il proponente effettui una valutazione dell'investimento. Per considerare anche l'efficienza dell'investimento dal punto di vista territoriale, è opportuno che sia sviluppato sia a livello locale (considerando solo i flussi di benefici e costi che si verificano localmente), sia a livello regionale (considerando i flussi di benefici e costi che si verificano sia a livello locale che regionale).

I benefici ed i costi connessi alla realizzazione del parco eolico, si verificano infatti in tempi diversi, per cui dal punto di vista finanziario non sono tra loro sommabili. Per tale motivo, è necessario che il proponente determini il VAN dell'investimento pubblico, applicando un saggio di sconto sociale del 3,5% e considerando che ha i seguenti flussi di monetari:

attuali - benefici diretti e indiretti generati nella fase di realizzazione dell'impianto:

- Benefici diretti connessi al coinvolgimento di imprese locali nella realizzazione della viabilità;
- Benefici diretti connessi al coinvolgimento di imprese locali nella realizzazione di altre infrastrutture;
- Benefici diretti connessi ai canoni di affitto dei terreni;
- Benefici indiretti connessi all'ospitalità dei tecnici preposti all'installazione delle torri, dell'elettrodotto, ecc.;
- Benefici diretti conseguenti alla progettazione dell'impianto ed agli studi preliminari necessari per la verifica di produttività dell'area, di compatibilità ambientale, ecc.;
- Benefici diretti legati alla realizzazione dell'elettrodotto, delle sottostazioni di trasformazione, ecc.
- Benefici diretti legati alla produzione e installazione delle torri eoliche;
- Costi connessi agli impatti negativi dell'opera in fase di costruzione;

illimitati nel tempo - benefici e dei costi, diretti e indiretti che si verificano nella fase operativa, ovvero, nella fase di gestione dell'impianto; fra questi, quelli ritenuti rilevanti ai fini dello studio di impatto ambientale sono rappresentati da:

- Benefici locali legati alla manutenzione annuale delle torri, del verde perimetrale e delle strade;
- Benefici locali legati ai canoni di affitto dei terreni su cui si collocano le strutture dell'impianto eolico;
- Benefici connessi alle misure compensative a favore dei Comuni interessati;
- Benefici legati all'attivazione di iniziative imprenditoriali locali che conciliano la produzione energetica con iniziative didattiche, divulgative e escursionistiche;
- Costi connessi agli impatti negativi dell'impianto in fase di esercizio;

periodici con intervalli di 20 anni - Stima dei benefici e costi che si verificano alla fine di ogni ciclo di vita dell'impianto:

- Benefici diretti connessi al coinvolgimento di imprese locali per il ripristino della viabilità;
- Benefici indiretti connessi all'ospitalità dei tecnici preposti al ripristino delle torri, ecc.;
- Benefici diretti legati alla manutenzione straordinaria dell'elettrodotto, delle sottostazioni di trasformazione, ecc.;
- Benefici diretti legati alla produzione e installazione delle torri eoliche.

Di conseguenza il VAN dell'investimento sarà dato da:

$$VAN_{TOT}^L = (b_0 - c_0) + \sum_{i=1}^u \frac{b_i - c_i}{r} + \sum_{j=1}^v \frac{b_j - c_{ji}}{(1+r)^{20} - 1}$$

dove:

VAN_{TOT}^L = VAN locale

$(b_0 - c_0)$ = benefici e costi attuali;

$\frac{b_i - c_i}{r}$ = benefici e costi annuali e illimitati nel tempo;

$\frac{b_j - c_{ji}}{(1+r)^{20} - 1}$ = benefici e costi che si verificano con cadenza ventennale alla fine del ciclo dei vita dell'impianto.

ALLEGATO 1 (previsto dal paragrafo 6) **Criteria per l'esecuzione dei rilievi faunistici**

Un'indagine completa ed esaustiva su avifauna e chiroterri richiede un ingente impegno di tempo e di risorse. Tale completezza di indagine risulta d'altronde maggiormente opportuna se l'ambito di studio è un'Area naturale protetta, dove il maggiore approfondimento permette di mettere a punto adeguate e specifiche misure di conservazione.

Ai fini della valutazione dell'impatto di un impianto eolico risulta più adeguata una ricerca più speditiva, purché rigorosa e standardizzata, che permetta di raccogliere più velocemente i dati utili alla valutazione e al confronto con altre aree (ovviamente se indagate allo stesso modo), utilizzando i dati raccolti come un indice del valore del popolamento faunistico (avifauna e chiroterri).

I rilievi devono essere svolti da professionisti qualificati, la cui esperienza deve essere dimostrabile da un curriculum sintetico (massimo due cartelle) allegato alla relazione tecnica del monitoraggio assieme alle schede dei rilievi. Le relazioni del monitoraggio e le schede dei rilievi devono essere firmate dai professionisti incaricati e consegnate insieme agli altri elaborati.

Monitoraggio - Fase *ante operam*

Scopi del piano di monitoraggio sono:

- rilevare le popolazioni di uccelli nidificanti, compresi gli uccelli notturni, nell'area del previsto impianto eolico, e/o che la utilizzano per l'alimentazione nel periodo riproduttivo e post riproduttivo, con particolare attenzione ai rapaci diurni;
- rilevare le specie di avifauna che frequentano l'area del previsto impianto eolico nei due periodi migratori, con particolare attenzione ai rapaci diurni;
- definire l'entità e individuare le modalità di attraversamento dell'area durante le migrazioni dell'avifauna;
- rilevare le popolazioni di chiroterri che utilizzano l'area del previsto impianto eolico, per le principali fasi del loro ciclo biologico;
- fornire indicazioni sui potenziali corridoi di volo che collegano le aree di foraggiamento dei chiroterri col rifugio estivo;
- fornire indicazioni sulla presenza e sull'entità di rotte di migrazione primaverili e autunnali della chiroterrofauna;
- evidenziare possibili effetti negativi del previsto impianto eolico sulle popolazioni di avifauna (migratrice e nidificante) e di chiroterrofauna (estiva, invernale e migratrice), fornendo anche stime sulle collisioni (per l'avifauna) e sul grado di rischio per le specie, anche in considerazione di eventuali effetti cumulativi con altri impianti.

1. Avifauna nidificante

Uccelli diurni

Dovrà essere effettuato un censimento degli uccelli di tipo semi quantitativo, lungo un percorso (transetto) o in punti (stazioni di ascolto) prestabiliti. Per le specifiche finalità delle indagini da svolgere (descrizione il più possibile completa dell'avifauna di aree relativamente limitate), si ritiene in generale preferibile l'utilizzazione della prima metodologia, per il miglior rapporto fra tempo impiegato e risultati ottenuti e per la maggior facilità di ottenere una copertura più completa e relativamente omogenea dell'area in esame. In alcune situazioni potrà risultare preferibile la realizzazione di punti d'ascolto, ad esempio ove siano prevalentemente o esclusivamente interessate aree boscate omogenee o porzioni territoriali di difficile accessibilità.

a. Transetti. Deve essere individuato almeno un percorso (transetto) che attraversi l'intero impianto eolico in progetto, dove effettuare rilievi standardizzati dell'avifauna per ricavare indici di abbondanza, di frequenza e di diversità. Per ogni transetto devono essere effettuati almeno due rilievi all'anno, ad aprile e a giugno (fatte salve condizioni meteo-climatiche non idonee), svolti da un rilevatore a partire dall'alba ed entro 4 ore dalla stessa, con l'ausilio di un binocolo con almeno 8 ingrandimenti. Durante ciascuna uscita ogni uccello rilevato dovrà essere localizzato su una mappa (cfr. ad es. Farina, 1997; Gilbert et al., 1998) o comunque successivamente georeferenziato. Il percorso del transetto dovrà essere georeferenziato, così come dovranno essere registrate e georeferenziate (e consegnate in allegato allo studio) le osservazioni delle specie di interesse comunitario e regionale, anche se avvenute al di fuori dei rilievi standardizzati.

b. Stazioni di ascolto. Dovranno essere individuate una serie di "stazioni" dove saranno effettuati i rilievi standardizzati (stazioni di ascolto) per ricavare indici di abbondanza, di frequenza e di diversità (cf. ad es. Bibby et al., 2000, Gilbert et al., 1998). Le stazioni saranno individuate in modo tale da coprire al meglio l'area entro cui si sviluppa l'impianto, localizzandone una in corrispondenza (entro 15 m) di ogni generatore previsto ed eventualmente in postazioni intermedie, qualora generatori adiacenti distino fra di loro oltre 600 m. La durata standard per ogni stazione di ascolto deve essere di 10 minuti. Per ogni stazione devono essere effettuati almeno due rilievi all'anno, ad aprile e a giugno, svolti da un rilevatore a partire dall'alba ed entro 4 ore dalla stessa, con l'ausilio di un binocolo con almeno 8 ingrandimenti. I punti delle stazioni di ascolto e le osservazioni delle specie di interesse comunitario e regionale devono essere georeferenziati; dovranno essere altresì registrati e georeferenziati eventuali contatti con specie d'interesse conservazionistico avvenuti al di fuori delle stazioni d'ascolto.

Rapaci diurni

Per impianti previsti almeno in parte in aree aperte (coltivi, pascoli, prati), al fine di rilevare la presenza in periodo riproduttivo e post-riproduttivo di rapaci diurni, saranno individuate una o più postazioni dominanti (presidiate in contemporanea) l'area di impianto, o entro 1 km da questa, da cui effettuare almeno 3 rilievi nel periodo 15 maggio - 15 luglio, svolti da uno o più rilevatori per almeno 6 ore diurne consecutive, a partire da non oltre 4 ore dopo l'alba, con l'ausilio, per ogni rilevatore, di un bino-

colo con almeno 8 ingrandimenti e di un cannocchiale con almeno 20 ingrandimenti. In caso di visibilità parziale (ad esempio per presenza di morfologia accidentata o di vegetazione arborea) o di intensa attività di volo dei rapaci, è obbligatorio individuare un numero maggiore di postazioni, in modo tale che l'area dell'impianto sia adeguatamente controllata in contemporanea da più rilevatori e che non venga perso un numero eccessivo di dati durante il monitoraggio del volo di un rapace; in caso di più rilevatori è opportuno l'uso di apparecchi radio ricetrasmittenti. Devono essere rilevati tutti gli esemplari in volo entro una distanza di 300 m dai generatori, come consigliato anche da alcuni Autori (ad es. Band, 2007, SNH 2010) per le difficoltà di stima delle distanze da terra degli uccelli in volo. Ogni uccello rilevato dovrà essere localizzato su una mappa, indicando tramite frecce o altri segni il percorso effettuato. Per ogni contatto visivo dovranno essere annotati su apposite schede di campo la data e l'orario di avvistamento, il nome della specie, il numero di esemplari, la direzione di provenienza e di scomparsa, l'altezza da terra, la località dell'eventuale termica, il tempo di volo nell'area di impianto, nonché i comportamenti adottati (volo multidirezionale, attività di caccia, soste su posatoi, ecc.) e dati meteorologici (copertura nuvolosa, direzione e velocità del vento, ecc.). Per le difficoltà di stima sopra ricordate, l'altezza da terra sarà registrata su schede secondo tre classi: < 10 m (volo radente al terreno), 10-150 m, > 150 m (sorvolo a grandi altezze); in caso di volo irregolare a più altezze (ad es. esemplari in caccia) andrà riportata la classe di altezza occupata in prevalenza.

Uccelli notturni

Per tutti gli impianti il monitoraggio degli uccelli notturni (rapaci notturni, succiacapre, occhione) nidificanti sarà effettuato tramite rilievi standardizzati (stazioni di ascolto) per ricavare indici di abbondanza, di frequenza e di diversità. La metodologia dei rilievi seguirà quella dei punti di ascolto (Bibby et al., 2000), individuati in corrispondenza (entro 15 m) dei previsti generatori, distribuiti almeno uno ogni tre generatori (se posti in *layout* lineare) e comunque a intervalli non superiori a 800 m; la durata standard per ogni punto di ascolto deve essere di almeno 10 minuti; dopo i primi 5 minuti è opportuno l'utilizzo di richiami registrati. Per ogni punto devono essere effettuati almeno due rilievi all'anno, a marzo/aprile e a giugno (fatte salve condizioni meteo-climatiche non idonee), svolti da un rilevatore a partire dal tramonto. I punti delle stazioni di ascolto devono essere georeferenziati.

2. Avifauna migratrice

Saranno individuate una o più postazioni (da presidiare in contemporanea), all'interno dell'area di impianto o entro 1 km da questa, al fine di reperire il sito con la migliore visibilità sull'area di impianto stessa. Si ribadisce l'importanza dell'individuazione di una postazione di rilevamento con una visibilità completa dell'area di impianto; in caso di visibilità parziale (ad esempio per presenza di morfologia accidentata o di vegetazione arborea), è obbligatorio individuare un numero maggiore di postazioni, in modo tale che l'area dell'impianto sia correttamente monitorata in contemporanea da più rilevatori; in questo caso è opportuno l'uso di apparecchi radio ricetrasmittenti. Devono essere effettuati almeno 18 rilievi, almeno dieci per la migrazione primaverile (prenuziale) e almeno otto per quella autunnale (post riproduttiva), distribuiti dal 1

marzo al 15 maggio (migrazione primaverile) e dal 15 agosto al 15 ottobre (migrazione autunnale), preferibilmente a cadenza settimanale o più ravvicinata (nei mesi di marzo, di maggio e di settembre), svolti per almeno 6 ore diurne consecutive, con inizio da non oltre 4 ore dopo l'alba, con l'ausilio di un binocolo con almeno 8 ingrandimenti e di un cannocchiale con almeno 20 ingrandimenti per ogni rilevatore.

Devono essere rilevati tutti gli esemplari in volo entro una distanza di 300 m dai generatori, come consigliato anche da alcuni Autori (ad es. Band, 2007) per le difficoltà di stima delle distanze da terra degli uccelli in volo. Ogni uccello rilevato dovrà essere localizzato su una mappa, indicando tramite frecce o altri segni il percorso effettuato. Per ogni individuo avvistato, dovranno essere annotati su apposite schede di campo la data e l'orario di avvistamento, il nome della specie, il numero di esemplari, la direzione di provenienza e di scomparsa, l'altezza da terra, la località dell'eventuale termica, il tempo di volo nell'area di impianto e dati meteorologici (copertura nuvolosa, direzione e velocità del vento, ecc.). Per le difficoltà di stima sopra ricordate, l'altezza da terra sarà registrata su schede secondo tre classi: < 10 m (volo radente al terreno), 10-150 m, > 150 m (sorvolo a grandi altezze).

3. Stima delle collisioni e delle criticità dell'avifauna

Per un corretto svolgimento dei calcoli e delle stime successivamente indicate è raccomandato avvalersi di due metodi proposti da Band et al. (2007; cfr. anche <http://www.snh.gov.uk>). Appare utile un'applicazione diversificata dei due metodi di stima di Band, utilizzando il metodo per uccelli con movimenti "meno prevedibili" per la stima del numero di esemplari di rapaci nidificanti o presenti in periodo riproduttivo a rischio di collisione, e quello per uccelli con movimenti "prevedibili" per la stima del numero di esemplari di rapaci in migrazione a rischio di collisione.

In base ad alcuni parametri, sia tecnici che biologici, quali il numero e l'altezza dei generatori, il numero di pale, il diametro del rotore, la lunghezza e l'apertura alare dell'uccello, occorre stimare il numero di possibili collisioni all'anno con i generatori dell'impianto in esame per ogni specie ornitica sensibile agli impatti e per eventuali altre specie di interesse rilevate nel monitoraggio. In base ai dati del monitoraggio avifaunistico, ed in particolare al numero di esemplari contattati e al tempo trascorso dagli uccelli all'interno dell'area di impianto, per ogni specie è possibile stimare il numero di esemplari che potrebbero transitare all'anno nell'area di impianto. In base alla probabilità di collisione (che è possibile stimare anche con un apposito foglio di calcolo²) e al numero di esemplari in transito nell'area dell'impianto, deve essere quindi stimato, per ogni specie, il numero di collisioni possibili in un anno. Tale valore va infine corretto in base alla capacità di ogni specie di schivare le pale o le torri³.

Per una corretta valutazione del rischio di collisione, per ogni specie occorre fornire almeno due stime di collisione, in base alle migliori e peggiori condizioni (anemologiche, biologiche, periodi di presenza, capacità di schivare, ecc.), al fine di individuare un valore minimo ed uno massimo di mortalità da impatto.

2 Disponibile in: <http://www.snh.gov.uk>.

3 L'agenzia governativa SNH (*Scottish Natural Heritage*; www.snh.gov.uk) che ha elaborato il metodo di stima delle collisioni nell'ultima nota informativa (SNH, 2010) sull'uso delle percentuali di capacità di schivare le pale raccomanda di usare un valore di base pari al 98%, elevato a 99% per alcune specie per le quali esistono sufficienti informazioni.

4. Chiroteri

La scelta delle tecniche di campagna per lo studio della popolazione di Chiroteri di una data area deve sempre tenere conto delle diverse caratteristiche delle specie potenzialmente presenti. Le specie di pipistrelli sinora rilevate in Toscana e in Emilia Romagna sono 25 e poiché ognuna di esse possiede abitudini ed esigenze ecologiche peculiari, lo studio deve necessariamente prevedere l'applicazione di diverse metodologie di indagine. Data poi la complessa fenologia di questo gruppo animale, le ricerche devono essere ripetute in stagioni diverse, in modo da ottenere un quadro esaustivo della loro reale frequentazione dell'area di studio durante tutto l'anno.

Rilievi al bat-detector

L'uso di tale tecnica permette di rilevare e distinguere alcune specie più facilmente di altre (quelle con segnale ultrasonoro di maggiore potenza e più ampia direzionalità). L'uso del *bat-detector* non permette quindi di definire l'intera chiroterofauna di un'area, così come il numero di contatti ottenuti non può essere considerato come una stima della densità di popolazione, ma esclusivamente come un'indicazione sulla frequenza relativa delle singole specie rilevabili, da utilizzare per il confronto fra aree. La tecnica di rilievo da adottare è quella dei punti di ascolto e le stazioni saranno localizzate in corrispondenza di ogni generatore previsto, avendo cura di rilevare in ogni tipologia ambientale nel raggio di circa 60 m. Qualora generatori adiacenti distino fra di loro oltre 800 m, sarà necessario prevedere stazioni di ascolto intermedie (a distanza max di 500 m). Durante il rilievo, il *bat-detector* deve essere disposto in modalità *eterodyne* e *frequency division* (in contemporanea sui due diversi canali stereo) mentre le registrazioni devono essere sempre realizzate in modalità *time expansion* per la successiva analisi degli spettrogrammi. In alternativa è possibile utilizzare un computer portatile dotato di una *sound card* che campioni a frequenze elevate (> 330 kHz) e in tal modo è possibile campionare continuamente; il sistema è però piuttosto fragile e meno portatile di quanto descritto sopra, cosa che ne limita l'utilità nel lavoro di campo. Per ogni stazione occorre registrare tutti i passaggi, al fine di determinare per ciascuna torre eolica un indice di attività (=numero di passaggi/ora). Nei risultati dovrà essere indicata la presenza delle "sequenze di cattura" delle prede (*feeding-buzz*) in modo da distinguere l'attività di foraggiamento dai movimenti di transito degli animali. La durata standard dell'ascolto per ogni stazione deve essere di 30 minuti. Per ogni stazione devono essere effettuati almeno tre rilievi all'anno, (fatte salve condizioni meteo-climatiche non idonee) ad aprile, a giugno e a settembre, svolti da un rilevatore a partire da 15 minuti dopo il tramonto ed entro le 4 ore successive. I punti delle stazioni di ascolto devono essere georeferenziati; dovranno essere altresì registrati e georeferenziati eventuali contatti avvenuti al di fuori delle stazioni d'ascolto. Per ogni contatto si annoteranno data, ora e tipo di attività (passaggio o foraggiamento). Tutte le registrazioni dovranno successivamente essere analizzate mediante appositi software di bioacustica al fine di identificare le specie. La capacità di un chiroterologo esperto è l'unica possibile garanzia della corretta identificazione delle specie e comunque le registrazioni dovranno essere consegnate con la relazione e conservate per almeno tre anni in modo da permettere eventuali controlli (si veda Agnelli et al., 2004 per ulteriori dettagli).

Nel caso che i punti di ascolto ricadano in zone con fitta copertura arborea, si raccomanda di effettuare anche registrazioni automatiche della presenza dei chiroteri,

con un rilevatore di ultrasuoni (*bat-detector*) fissato ad idonea altezza dal suolo (ove tecnicamente possibile all'altezza del mozzo degli aerogeneratori di progetto). Il miglior metodo per elevare il punto di ascolto risulta essere il posizionamento sulle torri anemometriche, che solitamente vengono poste in opera almeno un anno prima della realizzazione dell'impianto (si possono utilizzare anche altre strutture analoghe come pali telescopici ben fissati a terra). L'uso del pallone aerostatico è sconsigliabile a causa del notevole sforzo richiesto e degli scarsi risultati ottenuti dai gruppi di lavoro che hanno sinora provato a utilizzarlo (Hundt, 2012). Scopo di una tale tecnica è di elevare il punto di ascolto (e registrazione) per captare con maggiori probabilità gli esemplari che transitano al di sopra della copertura arborea (nell'area di pertinenza delle pale eoliche) e il cui segnale potrebbe non essere udito a terra a causa della schermatura delle fronde.

In caso di presenza di rifugi di particolare importanza conservazionistica, valutati secondo la Tabella 5.3 delle Linee guida per il monitoraggio dei chiroteri (Agnelli et al., 2004) i rilievi estivi e autunnali devono essere raddoppiati, in quanto in tali periodi generalmente si registra una maggiore attività (giugno) o una maggiore possibilità di collisione con le pale durante la migrazione autunnale (settembre/ottobre).

Si dovranno elencare tutti i passaggi rilevati, organizzati in tabella secondo il seguente schema a cascata: torre, data, specie e relativo numero di passaggi (esempio nella Tabella sottostante). Nel caso che una specie stazioni più o meno stabilmente in attività di foraggiamento (*feeding-buzz*), possiamo attribuire alla specie un valore standard di 10 passaggi; in questo modo si evita che il numero di passaggi di un esemplare in caccia dipenda dall'abilità dell'operatore e dalla velocità di registrazione del modello di *bat-detector* in uso.

Tabella esemplificativa per l'organizzazione dei passaggi rilevati ad ogni torre

TORRE	DATA	SPECIE	ATTIVITÀ	TOTALE PASSAGGI
1	15/04/2011	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1 passaggio	1
1	15/04/2011	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1 passaggio	1
1	22/06/2011	<i>Hypsugo savii</i>	in foraggiamento	10
1	22/06/2011	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2 passaggi	2
1	16/09/2011	<i>Barbastella barbastellus</i>	1 passaggio	1
1	16/09/2011	<i>Miniopterus schreibersii</i>	1 passaggio	1
1	16/09/2011	<i>P. pipistrellus/M. schreibersii</i>	1 passaggio	1
1	16/09/2011	specie non identificabile	1 passaggio	1
2	15/04/2011	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio	1
2	15/04/2011	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1 passaggio	1
2	22/06/2011	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	in foraggiamento	10
2	16/09/2011	<i>Hypsugo savii</i>	1 passaggio	1
2	16/09/2011	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1 passaggio	1

Si dovranno quindi calcolare:

- 1) il numero di passaggi per ogni torre (la somma dei passaggi di tutte le specie di chiroterteri e in tutti i rilievi per ciascuna torre);
- 2) il numero medio di passaggi orari per torre calcolato sull'intero impianto eolico, per ogni notte di rilievo effettuato, cioè il numero di passaggi di ogni rilievo, fratto il numero di torri e poi moltiplicato per due (dato che i rilievi ad ogni torre sono di 30 minuti);
- 3) il numero medio di passaggi orari per torre calcolato sull'intero impianto eolico, per tutto il periodo di studio. Cioè il numero totale dei passaggi di tutti i rilievi, fratto il numero di rilievi effettuati, fratto il numero di torri e poi moltiplicato per due (dato che i rilievi ad ogni torre sono di 30 minuti). Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterrofauna dell'area per torre durante tutto il periodo di studio;
- 4) il numero di passaggi orari per l'intero impianto eolico, calcolato su tutti i rilievi. Cioè il numero totale dei passaggi diviso per il numero di rilievi e moltiplicato per due [oppure il valore del punto precedente (3) moltiplicato per il numero di torri del parco eolico]. Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterrofauna durante tutto il periodo di studio e in funzione del numero di torri, utile per una valutazione del potenziale impatto sulla chiroterrofauna di tutto il progettato impianto;
- 5) il numero totale di specie rilevate ad ogni torre;
- 6) un indice di diversità Shannon-Wiener (H') calcolato per ogni torre, secondo la seguente formula: $H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$ dove n_i è il numero di passaggi di ciascuna specie e N è il numero di passaggi totali. Si ottiene così una valutazione oggettiva della biodiversità della chiroterrofauna presso ogni torre, che tiene conto anche della presenza delle specie più rare. Tali dati permetteranno il confronto fra le diverse localizzazioni delle torri eoliche, con lo scopo di evidenziare quelle dove la chiroterrofauna ha maggior valore di biodiversità;
- 7) un indice di diversità Shannon-Wiener (H') calcolato per l'intero impianto eolico, secondo la seguente formula: $H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$ dove n_i è il numero di passaggi di ciascuna specie e N è il numero di passaggi totali. Si ottiene così una valutazione oggettiva della biodiversità della chiroterrofauna dell'area, che tiene conto anche della presenza delle specie più rare.

La valutazione oggettiva di tutto l'impianto, sia sulla base del numero di passaggi orari, sia sul valore della biodiversità (H') della chiroterrofauna presente, permetterà un confronto con altre aree indagate con lo stesso metodo.

Ricerca dei rifugi

Devono essere ricercati e ispezionati i rifugi invernali (cavità sotterranee naturali e artificiali), estivi e di *swarming* (cavità sotterranee naturali e artificiali, chiese, case abbandonate, edifici rurali, ponti, ecc.) idonei alla chiroterrofauna, nel raggio di 5 km dalla posizione degli aerogeneratori. I rifugi invernali dovranno essere visitati da dicembre a febbraio, quelli estivi da maggio a metà luglio. Per ogni rifugio censito si dovranno riportare la data (o le date) di rilievo, le coordinate geografiche, la distanza minima dalle torri eoliche, le specie presenti e il conteggio degli individui (effettuato mediante telecamera a raggi infrarossi o termocamera, dispositivo fotografico o conteggio diretto, secondo la tipologia del rifugio e l'entità della colonia), con la descrizione di eventuali

tracce di presenza (guano, resti di pasto, ecc.) al fine di dedurre la frequentazione del sito. Per ogni rifugio è raccomandato aggiungere una foto e una descrizione per una migliore identificazione sul campo e per il confronto delle sue condizioni in anni successivi. Le cavità sotterranee, fatte salve le esigenze di sicurezza degli operatori, possono essere esplorate, se occorre, anche con tecniche di speleologia, mentre per gli edifici potrà essere necessario il coinvolgimento e la collaborazione della popolazione locale. In ogni caso occorre assolutamente non arrecare disturbo agli esemplari in letargo o in riproduzione. Solo le capacità di chiropterologi esperti possono dare sufficienti garanzie di corretta identificazione delle specie e di adeguato comportamento di precauzione durante i rilievi. Per ulteriori specifiche si veda Agnelli et al. (2004).

Altre tecniche di rilevamento

Alle tecniche sopra descritte possono essere affiancati dei rilievi con termocamere per la visualizzazione dei pipistrelli in volo, mirate allo studio del loro comportamento sia nei pressi della stazione dove è prevista la realizzazione della torre eolica, sia nell'ambito dell'impianto, dopo la sua costruzione. La standardizzazione di tale metodo risulta complessa per la impossibilità di raccogliere lunghe serie di osservazioni con operatore. Il suo uso però può permettere di comprendere meglio il fenomeno e adeguare nel modo migliore le altre tecniche alla specifica area di studio.

5. Elaborati da produrre

Uccelli

a. Relazione finale contenente i risultati dei monitoraggi delle specie nidificanti o presenti in periodo riproduttivo, con descrizione complessiva del popolamento e con riferimenti ai singoli aerogeneratori per le specie di maggior interesse conservazionistico. Per tutte le specie di avifauna dovrà essere svolta una ricerca bibliografica, condotta su riviste scientifiche, relazioni inedite pubblicamente disponibili, formulari dei Siti della Rete Natura 2000, Banche Dati del Repertorio Naturalistico Toscano (RENATO), del Centro Ornitologico Toscano (COT), di CKmap (Ministero dell'Ambiente) e altre banche dati di Regioni confinanti; è altresì opportuno, al fine di una soddisfacente completezza dello studio analitico, che siano prese in esame le informazioni di maggior significato per gli aspetti naturalistici contenute nel quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale, quali ad es. i Piani Strutturali e i Regolamenti Urbanistici, i PTCP, i Piani Faunistici Provinciali. Al termine della relazione deve essere allegata la bibliografia citata. Per tutti i rapaci diurni e per le altre specie di interesse conservazionistico, i dati bibliografici relativi in un intorno di almeno 10 km dovranno essere riassunti in una tabella che riporti specie, località, fonte, data della segnalazione, distanza minima dall'impianto. La relazione deve fornire inoltre un'interpretazione del locale fenomeno migratorio, in termini quantitativi, qualitativi e fenologici (orario o periodo di più frequente passaggio, direzioni prevalenti, altezze prevalenti, ecc.), sempre in riferimento sia all'area nel suo complesso, sia ai singoli aerogeneratori. Per i rapaci diurni la relazione deve indicare anche la presenza di luoghi idonei o utilizzati per la nidificazione (da specie non forestali) in un raggio fino a 10 km in linea d'aria dal sito proposto per l'impianto eolico, nonché la presenza di habitat idonei o utilizzati per l'alimentazione in un raggio di 5 km in linea d'aria dal sito proposto per l'impianto eolico. Deve essere allegata copia delle schede cartacee di tutti i rilievi effettuati.

La relazione finale deve contenere anche le stime, commentate e interpretate, del numero totale di passaggi di “rapaci locali” e del numero totale di passaggi di “rapaci in migrazione”, i risultati intermedi del procedimento di calcolo utilizzato per la stima del numero di passaggi a rischio di collisione.

Per ogni specie di interesse conservazionistico rilevata nel monitoraggio può inoltre essere fornita una stima del grado di rischio (nullo, basso, medio, alto) rappresentato dall’impianto per le popolazioni locali, regionali ed europee, in base al prodotto della stima del numero di collisioni possibili con la vulnerabilità, espressa con opportuni indici numerici dal valore avifaunistico (vedi paragrafo 6.3.2, Emergenze faunistiche), dalla distribuzione e dalla consistenza della popolazione regionale, italiana ed europea. Poiché sono stati ricavate due stime di collisioni, in base alle migliori e peggiori condizioni, per ogni specie occorre calcolare due valori di rischio. Sulla base di motivate considerazioni relative alla validità dei risultati del procedimento di stima del numero di collisioni e delle conoscenze di un esperto ornitologo, il grado di rischio finale sarà un valore compreso tra questi due estremi.

Presentiamo di seguito un esempio di attribuzione di punteggi per ricavare il valore avifaunistico di ogni specie rilevata, che si basa, con lievi modifiche e integrazioni, sulla metodologia utilizzata per individuare gli elementi di attenzione dell’avifauna per il progetto RENATO. Tale metodo attribuisce punteggi in base alla distribuzione e alla consistenza della popolazione regionale, italiana ed europea.

A livello europeo viene valutato sia lo status di conservazione e il livello di minaccia secondo BirdLife International e EBCC (2004), attribuendo valori da 1 a 0,125 (vedi tabella successiva), sia l’inclusione o meno nell’Allegato I della Direttiva 2009/147/CE, attribuendo il valore di 0,5. A tale Direttiva è stato attribuito un punteggio basso (0,5) al fine di ridurre l’importanza dei criteri “europei” e di bilanciare al meglio l’effetto “geografico” delle diverse liste utilizzate.

Esempio di punteggi per ricavare il valore avifaunistico in base allo stato di conservazione a livello europeo

livello di minaccia	Grado di interesse conservazionistico a livello europeo			
	1 specie di interesse conservazionistico globale	2 specie, concentrate in Europa, con status di conservazione sfavorevole	3 specie non concentrate in Europa, con status di conservazione sfavorevole	4 specie concentrate in Europa, con status di conservazione favorevole
CR - criticamente minacciata	1	0,875	0,75	
EN - in pericolo	0,93	0,805	0,68	
V – vulnerabile	0,855	0,73	0,605	
D - in diminuzione	0,785	0,66	0,535	
R – rara	0,715	0,59	0,465	
H - popolazione indebolita	0,645	0,52	0,395	
L - popolazione localizzata	0,57	0,445	0,32	
S – sicura	0,5	0,375	0,25	0,125

A livello nazionale, viene valutata l'inclusione o meno della specie nel Libro Rosso degli Animali d'Italia (Bulgarini et al., 1998), attribuendo valori da 1 (specie criticamente minacciate) a 0,25 (specie a minor rischio; vedi tabella successiva). A livello regionale, viene valutato sia lo stato di conservazione in base alla Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia (Sposimo e Tellini, 1995), attribuendo valori da 1 a 0.4 (vedi tabella successiva), sia l'inclusione o meno tra le specie di interesse regionale (Allegato A, Lista 2) della L.R. 56/2000, attribuendo in questo caso il valore di 0.5 (inclusione) oppure 0 (esclusione). Analogamente a quanto indicato per la valutazione a livello europeo, alle specie di interesse regionale è stato attribuito un punteggio basso (0,5) al fine di ridurre l'importanza dei criteri "regionali" e di bilanciare al meglio l'effetto "geografico" delle diverse liste utilizzate.

Esempio di punteggi per ricavare il valore avifaunistico in base allo stato di conservazione a livello nazionale e regionale.

livello di minaccia	valore
CR - criticamente minacciata	1
EN - in pericolo di scomparsa	0,93
V - vulnerabile	0.85
V* - mediamente vulnerabile	0.7
R - rara	0.55
DD - a status indeterminato	0.4
LR - a minor rischio	0,25
IG - minacciata da inquinamento genetico	0.7

La somma dei valori determinati per lo stato di conservazione a livello europeo, nazionale e regionale definisce il valore naturalistico complessivo (vulnerabilità della specie) che moltiplicato per il valore del rischio di collisione da il grado di rischio.

Sulla base del grado di rischio in tal modo ricavato, dovranno essere espresse valutazioni sulle conseguenze a livello di popolazione per le specie di interesse.

In base ai dati raccolti in campo e alla documentazione bibliografica reperita, devono inoltre essere fornite informazioni sui rapporti tra il territorio vitale (*home range*) delle specie e l'area di impianto.

b. Cartografie, in numero e scala adeguata (1:10.000 o di maggior dettaglio), sia in formato cartaceo che su supporto informatico (.pdf, .jpg, .bmp), contenenti la localizzazione dell'impianto eolico, delle stazioni di ascolto, dei transetti o dei punti di osservazione e dei punti di contatto delle specie nidificanti rilevate. Per i rapaci diurni devono essere prodotte cartografie distinte, a scala adeguata, che contengano i seguenti tematismi, separati o idoneamente accorpate: localizzazione dell'impianto eolico, dei punti di osservazione della migrazione, delle principali direzioni di migrazione, delle principali aree di caccia, degli habitat di alimentazione (essenzialmente pascoli, ampie radure boschive e altri ambienti aperti) e dei siti di nidificazione noti o potenzialmente idonei (specie non forestali).

Chiropteri

c. Relazione finale che riporti risultati e commenti di seguito specificati: ricerca bibliografica condotta su riviste scientifiche, relazioni inedite, esame delle collezioni di esemplari conservati in Musei zoologici, formulari dei Siti della Rete Natura 2000,

Banche Dati del Repertorio Naturalistico Toscano (RENATO), di CkMap (Ministero dell'Ambiente e Museo di Verona) per la distribuzione dei chiroterri in Italia (si veda Agnelli, 2005) e altre banche dati di Regioni confinanti. I dati bibliografici dovranno essere riassunti in una tabella che riporti specie, località, quota, fonte, data del rilievo, distanza minima dalle torri. Devono essere prese in considerazione tutte le segnalazioni entro un raggio di almeno 20 km.

d. Analisi della struttura del paesaggio nell'area *buffer* di 5 km intorno alle torri per l'individuazione e la segnalazione delle potenziali aree di foraggiamento delle specie e dei potenziali corridoi di volo che durante l'estate sono utilizzati giornalmente per il collegamento fra i rifugi e le aree di foraggiamento. Devono inoltre essere individuati e segnalati anche i possibili percorsi di volo in area vasta che permettono agli animali in migrazione stagionale di attraversare l'area con il minimo sforzo, percorrendo le valli in direzione prevalente Nord-Sud (e viceversa), mantenendo le quote più basse. Sarà così possibile individuare quei passi e quei valichi di più probabile utilizzo e valutare la possibile interferenza dell'impianto eolico.

e. Rapporto sulla ricerca dei potenziali rifugi invernali ed estivi e relativi esiti secondo lo schema descritto nel paragrafo 4 (Ricerca dei rifugi). Una mappa dovrà riportare l'area *buffer* di 5 km con la posizione delle previste torri eoliche, i rifugi rilevati e quelli risultati abitati da chiroterri.

f. Rapporto sull'indagine al *bat-detector* con l'elenco, per ognuna delle torri eoliche in progetto, delle date di rilievo, delle specie individuate e dell'attività delle specie (numero di passaggi o attività di foraggiamento). Un'ulteriore tabella riporterà il numero dei passaggi registrati in totale per ogni specie e il numero medio di passaggi orari per torre, calcolato sia per tutto il periodo che per ogni diversa stagione di campionamento (aprile, giugno e settembre, più eventuali altri aggiuntivi), completata da relativa discussione e commento. Infine le diverse torri eoliche saranno comparate in base al calcolo dell'indice di diversità di Shannon Wiener (H') per individuare, come indicato nel paragrafo 4 (Rilievi al *bat detector*), le torri più critiche per la chiroterrofauna.

g. Una tabella che riassume il rilievo delle diverse specie nell'area di indagine così organizzata: Specie, Status nazionale, Status toscano, eventuale presenza in area di impianto (rilievi al *bat-detector*), eventuale presenza nell'area di 5 km di raggio (rilievo ai rifugi e dati bibliografici/documentali), eventuale presenza in un'area di 20 km di raggio (dati bibliografici/documentali).

h. Confronto, quando possibile, con aree paesaggisticamente simili e indagate con lo stesso metodo. Gli indici per il confronto sono i seguenti: numero di specie risultanti nell'area di 5 km; numero medio di passaggi orari per torre calcolato nel mese di maggiore attività della chiroterrofauna; numero medio di passaggi orari per torre calcolato su tutti i rilievi; numero di passaggi orari per l'intero impianto eolico; indice di diversità di Shannon Wiener (H') per tutto l'impianto eolico.

i. Valutazione dell'entità dei possibili impatti, indiretti e diretti, trattati considerando separatamente i due diversi periodi di attività dei chiroterri: quello tardo primaverile-estivo (periodo di riproduzione in cui si registrano maggiori attività di foraggiamento e di spostamento tra le aree di foraggiamento e i rifugi) e quello primaverile e autunnale (spostamenti migratori tra i rifugi estivi e quelli invernali). Riportare i valori del giudizio nella seguente tabella che riprende quella proposta da UNEP/EUROBATS (Rodrigues et al., 2008). Ai giudizi così sintetizzati in tabella deve seguire una spiegazione/discussione estesa.

TIPO DI IMPATTO	ENTITÀ DELL'IMPATTO	
	Fase di costruzione	Periodo estivo
Perdita o modificazione di ambienti di foraggiamento causata dalla costruzione dell'impianto (strade di accesso, strutture accessorie, ecc.)	(Alta, Media, Bassa o Nulla)	(A,M,B,N)
Perdita o modificazione dei rifugi causata dalla costruzione dell'impianto (strade di accesso, strutture accessorie, ecc.)	(A,M,B,N)	(A,M,B,N)
Fase di esercizio	Periodo estivo	Migrazioni
Produzione di ultrasuoni da parte delle pale in movimento con possibile effetto di disturbo sulle specie che frequentano l'area	(A,M,B,N)	(A,M,B,N)
Perdita di aree di foraggiamento per il disturbo indotto dalla presenza degli aerogeneratori	(A,M,B,N)	(A,M,B,N)
Perdita o spostamento dei corridoi di volo preferenziali per lo spostamento	(A,M,B,N)	(A,M,B,N)
Collisione con le pale	(A,M,B,N)	(A,M,B,N)

j. Descrizione e discussione delle misure di mitigazione attuabili per ridurre, evitare o mitigare gli impatti negativi, valutate in base alle risultanze del monitoraggio, alla disposizione dei generatori, alla tipologia ambientale interessata, all'altitudine, ecc.

k. Descrizione e discussione delle eventuali misure proposte per compensare gli impatti negativi.

l. Bibliografia citata e di riferimento.

Piano di monitoraggio - Fase di esercizio (*post operam*)

Scopi del piano di monitoraggio, oltre a quelli descritti per le fasi precedenti, sono:

1. - monitorare le eventuali collisioni di fauna (avifauna e chiroterteri) con i generatori;
2. - ricercare eventuali carcasse di animali colpiti dalle pale eoliche;
3. - stimare la velocità di rimozione delle eventuali carcasse da parte di altri animali;
4. - stimare la capacità di ricerca delle eventuali carcasse da parte dei rilevatori;
5. - evidenziare possibili effetti negativi dell'impianto eolico sulle popolazioni di avifauna (migratrice e nidificante), fornendo stime sulla mortalità delle specie;
6. - introdurre misure di mitigazione degli effetti negativi eventualmente registrati.

Il piano di monitoraggio dovrà essere definito nei dettagli in funzione delle caratteristiche dell'impianto in esame (numero e disposizione degli aerogeneratori), della sua localizzazione geografica e dei possibili impatti previsti, desunti dalle conoscenze pregresse e dai risultati del monitoraggio *ante operam*.

Lo studio d'impatto ambientale dovrà quindi contenere il piano di monitoraggio *post operam*, dove saranno esposte in dettaglio le diverse attività di monitoraggio previste, con indicazione di periodicità e durata.

Di seguito vengono brevemente descritte le attività di monitoraggio *post operam* da svolgere per valutare gli effetti degli impianti eolici sulla fauna.

Le indagini sull'avifauna nidificante e sui chiroterteri appaiono sempre necessarie, sal-

vo il caso di cui al paragrafo 6.2 e casi particolari di impianti interamente previsti in aree fortemente antropizzate; le indagini descritte ai successivi punti 6 e 7 dovranno essere opportunamente programmate sito per sito, dando ad esempio maggiore o minore importanza al periodo riproduttivo e post-riproduttivo oppure alle fasi di migrazione. Nel caso di piccoli impianti eolici localizzati in aree risultate, in base agli studi *ante operam* effettuati, di scarso valore naturalistico sia per le specie nidificanti, sia per quelle migratrici, le indagini per la ricerca di eventuali carcasse (discusse più avanti) potranno non essere previste.

Il Piano dovrà comunque contenere adeguate informazioni esplicative in merito all'eventuale riduzione od esclusione delle attività di monitoraggio.

Potranno invece risultare necessarie indagini a scala più vasta su singole specie di particolare interesse conservazionistico (ad es. aquila reale, lanario) sulle cui popolazioni nidificanti l'impianto esaminato potrebbe potenzialmente incidere, in modo autonomo o cumulativamente con altre opere esistenti, autorizzate o in corso di valutazione o autorizzazione nell'area vasta.

6. Uccelli (fase di esercizio)

a. Avifauna nidificante. È necessario ripetere le indagini descritte al punto 1 per almeno due anni consecutivi dopo la realizzazione dell'impianto, fatto salvo quanto emerso nel SIA e dai risultati del monitoraggio *ante operam*.

b. Monitoraggio dell'utilizzo dell'area di impianto. Al fine di assumere dati sull'utilizzo dell'area da parte dell'avifauna e di rilevare eventuali collisioni, saranno individuate una o più postazioni dominanti l'area di impianto (da presidiare in contemporanea), o entro 1 km da questa, da cui effettuare rilievi per almeno due anni consecutivi dopo la realizzazione dell'impianto, svolti da uno o più rilevatori per almeno 6 ore diurne consecutive, a partire da non oltre 4 ore dopo l'alba, con l'ausilio di un binocolo con almeno 8 ingrandimenti e di un cannocchiale con almeno 20 ingrandimenti per ogni rilevatore; è fatto salvo quanto emerso nel SIA e dai risultati del monitoraggio *ante operam*. In caso di visibilità parziale (ad esempio per presenza di morfologia accidentata o di vegetazione arborea) o di intensa attività di volo dei rapaci, è obbligatorio individuare un numero maggiore di postazioni in modo tale che l'area dell'impianto sia adeguatamente monitorata in contemporanea da più rilevatori e che non venga perso un numero eccessivo di dati durante il monitoraggio del volo di un rapace; in caso di più rilevatori è opportuno l'uso di apparecchi radio ricetrasmittenti.

Per ogni contatto visivo dovranno essere annotati su apposite schede di campo la data e l'orario di avvistamento, il nome della specie, il numero di esemplari, la direzione di provenienza e di scomparsa, l'altezza da terra in corrispondenza dell'impianto eolico, nonché i comportamenti adottati (semplice attraversamento dell'area, attività di caccia, soste su posatoi, ecc.) e dati meteorologici (copertura nuvolosa, direzione e velocità del vento, ecc.).

La cadenza temporale dei rilievi e la loro durata negli anni dovrà essere stabilita in base alle risultanze del monitoraggio in fase *ante operam*, indicativamente quindicinale nel periodo febbraio – ottobre, e mensile nel periodo novembre – gennaio, da intensificare o ridurre in base ai risultati delle stime di cui al punto 3 del presente Allegato ed in base ai dati raccolti *post operam* in merito ad accertate collisioni di specie di interesse conservazionistico.

7. Chirotteri (Fase di esercizio)

I tempi e le modalità del monitoraggio qui elaborate sono ispirate alle indicazioni generali di EUROBATS (Rodrigues et al., 2008).

La durata del monitoraggio in questa fase sarà di almeno due anni consecutivi, fatto salvo quanto emerso nel SIA e dai risultati del monitoraggio *ante operam*. Nel caso si rendesse necessaria, a seguito dei dati del monitoraggio *post operam*, l'adozione di ulteriori interventi di mitigazione, potrà essere previsto un periodo di due anni di monitoraggio in modo da verificarne l'efficacia.

Il monitoraggio prevede la continuazione dello studio realizzato durante la fase *ante operam*, come descritto al punto 4 del presente Allegato, con rilievi al *bat detector* e il controllo dei rifugi. Per siti potenzialmente o sicuramente di importanza significativa per specie in sfavorevole stato di conservazione in Toscana, è raccomandata la continuazione della tecnica del monitoraggio automatico dei passaggi dei chirotteri e in tal caso i sensori in quota saranno installati sulle torri eoliche più vicine alla posizione della eventuale torre anemometrica inizialmente utilizzata a tale scopo.

8. Ricerca di eventuali carcasse

Uccelli e Chirotteri

Per almeno due anni consecutivi dopo la realizzazione dell'impianto dovranno essere effettuate ricerche standardizzate di eventuali carcasse di animali colpiti dalle pale eoliche; è fatto salvo quanto emerso nel SIA e dai risultati del monitoraggio *ante operam*. I risultati del monitoraggio della mortalità di esemplari di Uccelli e Chirotteri per collisione con le pale sono largamente influenzabili dal numero di torri indagate, dall'abilità del rilevatore e dalla copertura della vegetazione sotto le turbine; occorre quindi standardizzare il più possibile il metodo di indagine. Il raggio dell'area di ricerca intorno alla torre eolica dovrà essere preferibilmente uguale all'altezza totale della turbina, ma comunque di almeno 100 metri. Quando la presenza di vegetazione rende impraticabile la ricerca su un'area così grande, occorre individuare un'area campione più piccola, di non meno 50 metri di raggio, dove la presenza della strada e di vegetazione bassa renda possibile il rilievo a terra delle carcasse degli animali colpiti dalle pale. Si valuteranno i risultati in percentuale sull'area totale. La ricerca all'interno dell'area campione deve essere condotta con transetti a piedi che permettano di coprire tutta l'area secondo delle fasce di 4 - 8 metri di ampiezza (a seconda del terreno). L'uso di paletti che delimitano tali fasce permette di ottimizzare la ricerca. Nel caso di substrato a prato sarebbe utile tenere bassa la vegetazione erbacea. Il numero di turbine indagate per il monitoraggio delle carcasse deve essere almeno pari al 25% degli aerogeneratori e comunque non inferiore a 5, con preferenza per le torri eoliche che nello studio *ante operam* siano risultate maggiormente frequentate. La ricerca delle carcasse sotto le torri potrà essere condotta tutto l'anno, nei limiti dell'accessibilità all'area nel periodo invernale, periodo nel quale l'eventuale ricerca delle carcasse riguarderà esclusivamente l'avifauna. Considerando che è generalmente durante la stagione migratoria che si verifica il maggior numero di collisioni, i controlli del primo anno potranno essere condotti con frequenza maggiore da aprile a maggio (8 controlli) e da settembre a ottobre (8 controlli), mentre da giugno a luglio saranno sufficienti 4 controlli.

Il secondo anno il numero dei controlli sarà scelto in funzione dei risultati ottenuti

dai controlli del primo anno: qualora non fossero emerse criticità (previo invio di una relazione sull'andamento del monitoraggio), i sopralluoghi possono, previo parere favorevole dell'Autorità competente al controllo, proseguire per almeno un anno ma a cadenza dimezzata (ogni 15-30 giorni). Nel caso che emergano situazioni di criticità, anche nel corso del solo secondo anno, le indagini dovranno proseguire per un ulteriore anno. Anche nel corso delle prime fasi di monitoraggio, durante il primo anno, potrà essere necessario rivedere il protocollo, in accordo con l'Autorità competente al controllo, intensificando le indagini, a seguito del rinvenimento di più carcasse di specie di interesse conservazionistico (status CR e EN in base alla Red List dei chiroterteri italiani, redatta dal GIRC⁴, specie sensibili di avifauna, di cui al paragrafo 6.3.2, altre specie a status CR, EN e VU a livello nazionale o regionale).

La ricerca delle carcasse lungo il transetto inizierà da un'ora dopo l'alba, in modo da avere buona visibilità ma da ridurre i tempi di decadimento/predazione delle carcasse. Per ogni carcassa rilevata verranno annotate le coordinate GPS, la distanza dalla torre eolica, lo stato della carcassa (fresca, di pochi giorni, decomposta, resti ossei), la specie, l'età e il sesso (se possibile), l'altezza della vegetazione nel sito di ritrovamento, il tipo di ferite e le condizioni meteo (copertura del cielo, temperatura, direzione e forza del vento). Tutte le carcasse reperite saranno fotografate nel sito e nella posizione in cui sono state trovate, se possibile successivamente misurate in modo da permettere eventuali controlli sui dati biologici attribuiti. È consigliato lasciare la carcassa sul posto appositamente contrassegnata in modo da registrare l'eventuale permanenza della carcassa anche nelle uscite successive, al fine di verificare l'effettivo tempo di rimozione/degradazione. Occorre nel contempo valutare l'affidabilità della determinazione dei resti sul campo e in caso di dubbio è preferibile rimuovere e conservare le carcasse per una più precisa determinazione in laboratorio.

Poiché la probabilità di rilevamento delle carcasse dipende da svariati fattori, tra cui la velocità di rimozione delle carcasse da parte di altri animali, da fattori ambientali e dalla capacità di ricerca dei rilevatori, devono essere condotte ricerche separate (test) sulla velocità di rimozione delle carcasse da parte di altri animali o per altri fattori ambientali, e sulla capacità di ricerca dei rilevatori (per le metodologie di tali ricerche cfr. ad esempio Osborn *et al.*, 2000; Barrios & Rodriguez, 2004, Rodriguez *et al.*, 2008; Strickland *et al.*, 2011). Tali ricerche sono finalizzate a ricavare dati utili per la stima delle collisioni, per la scelta del miglior metodo di stima e per stabilire la frequenza ottimale (miglior rapporto efficacia/costi) della ricerca delle eventuali carcasse di animali colpiti dalle pale eoliche.

Stima della mortalità

In base ai risultati dell'analisi di cui al punto precedente, dovrà essere valutata la mortalità diretta di uccelli e pipistrelli per collisione con gli aerogeneratori, apportando le opportune correzioni statistiche per comprendere gli effetti della rimozione delle carcasse e dell'efficienza della ricerca delle carcasse da parte dei rilevatori (esempi di tali correzioni sono reperibili in bibliografia; cfr. ad esempio Barrios & Rodriguez, 2004; Everaert & Stienen, 2006; Winkelman, 1992).

Misure di mitigazione

⁴ disponibile su: <http://www.pipistrelli.net/drupal/progettiiniziative/redlist>

Nel caso in cui i risultati del monitoraggio in fase di esercizio evidenzino una significativa diminuzione dell'utilizzo dell'area da parte dell'avifauna e dei chiropteri o siano rilevate collisioni o carcasse di specie di interesse conservazionistico (ove si verifichi il superamento di soglie di significatività dell'impatto, eventualmente stabilite in sede di SIA o di pronuncia di compatibilità ambientale), in accordo con l'Autorità competente al controllo e previa valutazione della loro efficacia e fattibilità, devono essere introdotte misure mitigative o compensative degli impatti rilevati in fase di esercizio, adottando specifiche misure di monitoraggio dell'efficacia delle medesime.

Documenti bibliografici citati nel testo:

AGNELLI P., 2005. Mammalia Chiroptera. [pp. 293-295]. In: RUFFO S., STOCH F. (eds.). Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2° serie, Sezione Scienze della Vita 16. 307 pp. + 1 Compact Disk.

AGNELLI P., MARTINOLI A., PATRIARCA E., RUSSO D., SCARAVELLI D., GENOVESI P. (A CURA DI), 2004 – *Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia*. Quad. Cons. Natura, 19, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica.

BAND W., MADDERS M., WHITFIELD D.P., 2007 – *Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms*. In de Lucas M., G. F.E. Janss, Ferrer M., Birds and wind farms, Risk assessment and mitigation. Quercus, Servicios Informativos Ambientales S.L., La Pedriza, Madrid

BARRIOS L., RODRIGUEZ A., 2004 - *Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines*. Abstract. Journal of Applied Ecology, Volume 41, Issue 1: 72 - 81.

BIBBY C.J., N.D. BURGESS, D. HILL, 1992 - *Bird Census Techniques*. British trust for Ornithology, Royal Society for the Protection of Birds. Academic Press Inc., Great Britain.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL, 2000 – *European bird populations: estimates and trends*. BirdLife International (BirdLife Conservation Series n.10). Cambridge, UK.

BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F. E SARROCCO S., 1998 - *Libro Rosso degli animali d'Italia. Vertebrati*. 210 pp.; WWF Italia, Roma.

EVERAERT J., STIENEN E. W. M., 2006 - *Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions*. Biodivers. Conserv. (2007),16: 3345–3359.

FARINA A., 1997 – *Landscape structure and breeding bird distribution in a sub-Mediterranean region facing land abandonment*. Landscape Ecology, 12: 365 – 378.

GILBERT G., GIBBONS D.W., EVANS J., 1998 – *Bird Monitoring Methods*. RSPB.

HUNTD L., 2012 - *BAT SURVEYS: GOOD PRACTICE GUIDELINES*. 2ND EDITION, BAT CONSERVATION TRUST.

OSBORN R. G., C. D. DIETER, K. F. HIGGINS, R. E. USGAARD, AND R. D. NIEGER, 2000 - *Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota*. American Midland Naturalist, 143: 41-52

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GOODWIN J. & HARBUSCH C., 2008 - *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects*. EUROBATS Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

SNH, 2010 – *Guidance. Survey methods for use in assessing the impacts of onshore windfarms on bird communities*. November 2005 (revised December 2010). Scottish Natural Heritage.

Disponibile in: <http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind/>

SPOSIMO P, TELLINI G., 1995 - *L'avifauna Toscana. Lista rossa degli uccelli nidificanti*. Centro Stampa Giunta Regionale Toscana, Firenze, 32 pp.

STRICKLAND M.D., ARNETT E.B., W.P. ERICKSON, D.H. JOHNSON, G.D. JOHNSON, M.L., MORRISON, J.A. SHAFFER, AND W. WARREN-HICKS, 2011 - *Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions*. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, Washington, D.C., USA.

WINKELMAN J. E., 1992 - *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1. Aanvaringsslachtoffers* (The impact of the Sep Wind Park Near Oosterbierum [Fr.], The Netherlands, on birds, 1: collision victims). English Summary Only. Pages 71. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands. RIN-Rapport 92/2.

ALLEGATO 2 (previsto dal paragrafo 6)

Aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici

Di seguito sono elencate le aree con prevedibili limitate criticità per gli aspetti faunistici.

Alta Piana pistoiese: tra Pistoia e Montemurlo, a nord dell'Autostrada A11.

Piana orientale di Lucca: tra Lucca ed Altopascio, a nord dell'Autostrada A11.

Piana orientale di Pisa: tra Pisa e Pontedera, a nord della S.G.C. Firenze – Pisa – Livorno.

Bassa pianura del Fiume Cornia: tra Venturina e Suvereto, a nord-est della variante Aurelia.

Le relative planimetrie, con scala grafica, sono pubblicate sul sito *web* della Regione Toscana, all'indirizzo: www.regione.toscana.it/via.