

REGIONE CALABRIA
PROVINCIA DI CATANZARO
COMUNE DI BORGIA

ELABORATO

Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)

PROGETTO

“REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "BORGIA" E DELLE RELATIVE
INFRASTRUTTURE NEI COMUNI DI BORGIA, MAIDA, GIRIFALCO, CORTALE, SQUILLACE E
SAN FLORO IN PROVINCIA DI CATANZARO (CZ)”

TECNICO INCARICATO

Dott. Lorenzo Gaudiano

Biologo

Iscriz. Ord. Biologi N: AA_085674

P. IVA 07819910725

Via G. Salvemini 19- 70056 Molfetta(BA)

Italia

lorenzo.gaudiano@biologo.onb.it

&

Dott.ssa Rosaria Pinto

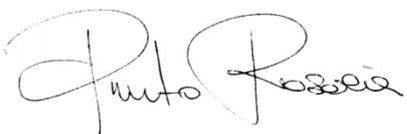
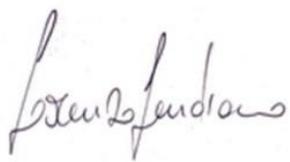
Naturalista

pntrs10@gmail.com

P.I. IVA03366590739

Corso Roma 232 – Massafra – 74016

Italia



31/08/2023	00	Dott. Lorenzo Gaudiano
DATA	REVISIONE	TECNICO INCARICATO

INDICE

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	1
2. INTERVENTI IN PROGETTO E SINTESI IMPATTI ATTESI	3
2.1 Aspetti generali.....	3
2.2 Sintesi degli impatti attesi.....	5
3. APPROCCIO METODOLOGICO.....	6
3.1 Area di indagine.....	6
3.2 Stazioni/punti di monitoraggio.....	6
3.3 Parametri analitici.....	7
3.4 Articolazione temporale delle attività	7
3.5 Restituzione dei dati	8
4. IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE	9
5. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA).....	10
5.1 BIODIVERSITÀ – FAUNA.....	10
5.1.1 Dati e strumentazione di riferimento	10
5.1.2 Piano di lavoro	11
5.1.3 Localizzazione e controllo di siti riproduttivi di rapaci.....	11
5.1.4 Mappaggio dei Passeriformi nidificanti lungo transetti lineari.....	12
5.1.5 Osservazioni lungo transetti lineari per rapaci diurni nidificanti.....	13
5.1.6 Rilevamento della comunità di Passeriformi da stazioni di controllo.....	14
5.1.7 Osservazioni diurne da punti fissi.....	16
5.1.8 Ricerca delle carcasse	17
5.1.9 Monitoraggio chiropteri	18
5.1.10 Cronoprogramma attività di monitoraggio.....	21
5.2 AGENTI FISICI-RUMORE	23
5.2.1 Area di indagine e punti di monitoraggio	23
5.2.2 Parametri da monitorare	26
5.2.3 Modalità di monitoraggio	28
5.2.4 Frequenza e durata dei monitoraggi	28
5.3 AGENTI FISICI – RADIAZIONI NON IONIZZANTI.....	30
5.3.1 Area di indagine e punti di monitoraggio	30
5.3.2 Parametri da monitorare	30
5.3.3 Modalità di monitoraggio	30
5.3.4 Frequenza/durata dei monitoraggi.....	31
5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO	32
5.4.1 Attività di monitoraggio	32
5.4.2 Parametri di controllo.....	33
5.4.4 Consumo di suolo	34

6.	MISURE MITIGATIVE E COMPENSATIVE.....	36
6.1	FAUNA.....	37
6.2	PIANO GESTIONE SPECIE RUDERALI	40
6.2.1	Fase preliminare di censimento.....	41
6.2.2	Monitoraggio <i>ante operam</i>	41
6.2.3	Monitoraggio in fase di esercizio.....	42
6.2.3.1	Buone Pratiche	44
6.2.4	Monitoraggio <i>post operam</i> e ripristino delle aree di cantiere.....	47
6.3	RIPRISTINO AMBIENTALE.....	47
6.3.1	Superfici individuate per le azioni di compensazione	52
6.3.2	Caratterizzazione e gestione del suolo in fase <i>ante-operam</i>	54
6.3.3	Caratterizzazione e gestione del suolo <i>in corso d'opera</i>	55
6.3.4	Caratterizzazione e gestione del suolo in fase <i>post operam</i>	57
6.3.5	Inerbimenti tecnici.....	58
7.	BIBLIOGRAFIA	63

INDICE FIGURE

Figura 2.1.A- Area di inserimento delle opere in progetto e relativa viabilità di accesso	4
Figura 5.1.3.A- Area di indagine localizzazione e controllo di siti riproduttivi di rapaci.....	11
Figura 5.1.4.A- Area di indagine localizzazione e controllo passeriformi nidificanti (Transetti lineari)	12
Figura 5.1.5.A- Area di indagine localizzazione e controllo rapaci diurni nidificanti (Transetti lineari)	13
Figura 5.1.6.A- Localizzazione punti di campionamento (n. 9+2 punti di ascolto passeriformi).....	15
Figura 5.1.7.A- Localizzazione punti fissi monitoraggio diurno	16
Figura 5.1.9.A – Ubicazione buffer 5 km per la ricerca dei <i>roost</i>	20
Figura 5.1.9.B- Localizzazione punti di campionamento (n. 9 monitoraggio bioacustico chirotteri)	20
Figura 5.2.1.A – Ubicazione punti di monitoraggio acustico	25
Figura 6.3.1.A – Aree destinate agli interventi di compensazione.....	52
Figura 6.3.1.B- Corine Land Cover delle aree destinate agli interventi di compensazione.....	53
Figura 6.3.5.A- Stratificazione verticale osservabile all'interno di una cotica erbacea	59
Figura 6.3.5.B- Misure sperimentali dell'erosione durante la stagione vegetativa.....	60

INDICE TABELLE

Tabella 2.2.a – Componenti ambientali potenzialmente interessate dal SIA.....	5
Tabella 2.2.b – Sintesi Valutazioni	5
Tabella 3.4. - Fasi del Monitoraggio Ambientale	7
Tabella 5.1.10.a- Cronoprogramma monitoraggio avifauna-Fase <i>ante operam</i>	21
Tabella 5.1.10.b- Cronoprogramma monitoraggio avifauna-Fase <i>post operam</i>	22
Tabella 5.1.4.a – Lunghezza transetti lineari (Km)	13
Tabella 5.1.5.a – Lunghezza transetti lineari (Km)	13
Tabella 5.1.6.a – Coordinate piane punti campionamento passeriformi	14
Tabella 5.1.7.a – Coordinate piane punti campionamento postazione fissa	16
Tabella 5.1.9.a – Coordinate piane punti campionamento monitoraggio bioacustico	21
Tabella 5.2.1.a- Limiti di accettabilità in assenza della classificazione acustica del territorio comunale	24
Tabella 5.2.1.a – Ubicazione punti di monitoraggio acustico	25
Tabella 5.2.2.a – Parametri acustici.....	27
Tabella 5.2.4.a – Frequenza monitoraggio	29
Tabella 6.3.1.a – Categorizzazione particelle.....	52

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente documento costituisce il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) a corredo dello Studio di Impatto Ambientale per il progetto del parco eolico costituito da n. 9 aerogeneratori e relative opere di connessione alla Rete di trasmissione Nazionale sito in provincia di Catanzaro, in una porzione di territorio ricadente nel comune di Borgia.

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

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

Ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il Monitoraggio Ambientale (MA) rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) sono rappresentati da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio *ante operam* o monitoraggio dello scenario di base);
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e *post operam* o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - a) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - b) individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;

3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

Gli indirizzi metodologici ed i contenuti specifici del PMA forniti nel presente documento sono stati impostati in relazione all'obiettivo di fornire i requisiti generali che possono essere ritenuti validi ed applicabili a tutte le tipologie di progetti e contesti ambientali in quanto l'estrema variabilità dei diversi specifici aspetti propri di ciascun progetto/contesto ambientale non può consentire la definizione di contenuti rigidamente prefissati.

In tale logica, il PMA rappresenta un elaborato che, seppure con una propria autonomia, garantisce la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (*ante operam*) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e *post operam*).

In tal senso:

- il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera;
- il PMA è commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata e caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad impatti significativi; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità degli impatti);
- PMA è, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente;
- PMA è uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazione già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

2. INTERVENTI IN PROGETTO E SINTESI IMPATTI ATTESI

2.1 Aspetti generali

L'area interessata dal progetto è sostanzialmente ascrivibile al territorio del Comune di Borgia, in Provincia di Catanzaro. Difatti, gli aerogeneratori sono tutti dislocati sulle colline che circondano il centro abitato, così come la rete di cavi interrati e la viabilità stradale che li collega; gli ultimi due interessano per brevi tratti anche i Comuni limitrofi di Maida, Girifalco, Cortale, Squillace e San Floro. La Stazione Elettrica di Trasformazione da realizzare ricade invece nel comune di Maida.

Il parco eolico in progetto ha complessivamente una potenza di 38,7 MW e si articola sulla costruzione delle seguenti opere:

- 9 aerogeneratori da 4,3 MW di potenza nominale ciascuna, costituiti da rotore, navicella, fusto in acciaio e sistema fondale in c.a.; gli aerogeneratori di progetto sono di due tipologie, ovvero due WTG modello V117 e sette WTG modello V136, le quali non cambiano per altezza massima alla punta (pari a 150m);
- 9 piazzole/aree a servizio dei singoli aerogeneratori, necessarie per lo stoccaggio e l'assemblaggio degli elementi strutturali ed elettromeccanici degli stessi;
- 15-20 km di strade e piste di accesso necessarie per raggiungere gli aerogeneratori, in parte costituite da strade esistenti (in alcuni casi da adeguare) e in parte costituite da percorsi di nuova realizzazione;
- 15-20 km di cavidotto MT costituito da una o due linee in cavo a 30kV affiancato da una linea in fibra ottica di telecomunicazione per lo scambio di segnali tra le WTG e le WTG e la stazione di trasformazione
- 1 Stazione Elettrica di Trasformazione MT/AT collegata, mediante un breve collegamento in cavo, alla limitrofa stazione Terna da 380/150kV per la distribuzione su rete nazionale. La stazione di progetto prevede: un edificio prefabbricato di controllo, elementi strutturali in acciaio di tipo tubolare o a portale per il sostegno delle apparecchiature elettromeccaniche (isolatori, quadri, interruttori, ecc.), elementi di fondazione a plinto in c.a. per le strutture metalliche, trasformatori di potenza e di tensione.

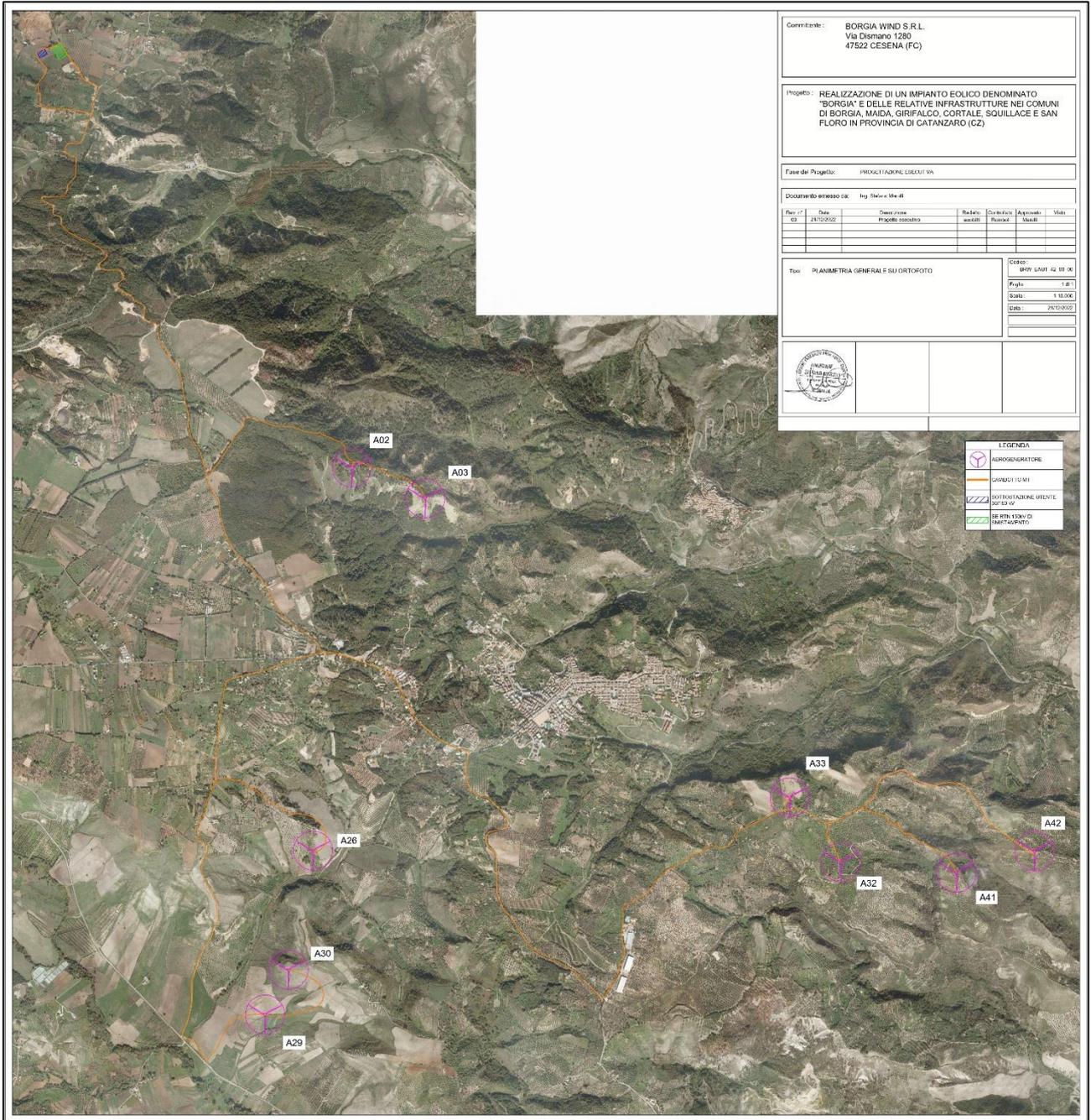


Figura 2.1.A- Area di inserimento delle opere in progetto e relativa viabilità di accesso

2.2 Sintesi degli impatti attesi

Come indicato nello SIA le componenti ambientali per le quali si prevede possano esserci impatti sono quelle riportate in Tabella 2.2.a.

Tabella 2.2.a – Componenti ambientali potenzialmente interessate dal SIA

COMPONENTE
Atmosfera
Acque
Suolo e sottosuolo
Biodiversità
Paesaggio
Discariche
Combustibili fossili
Ambiente fisico
Assetto sociale, economico e territoriale
Traffico e viabilità

Nella seguente tabella (Tab. 2.2.b) si riporta, schematicamente, la sintesi delle valutazioni effettuate.

Tabella 2.2.b – Sintesi Valutazioni

COMPONENTE		VALUTAZIONE FASE DI CANTIERE/ DECOMMISSIONING	VALUTAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO
ATMOSFERA	polveri	trascurabile, temporanea	inesistente
	chimica, aerosol	lieve	positiva
ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE		non significativo	non significativo
SUOLO E SOTTOSUOLO	Modificazione dei suoli	non significativo	non significativo
	Modificazione del substrato	non significativo	non significativo
	erosione	non significativo	non significativo
	contaminazione	non significativo	non significativo
	stabilità versanti	non significativo	non significativo
BIODIVERSITÀ	vegetazione e flora	non significativo	non significativo
	fauna	lieve, temporanea	lieve
PAESAGGISTICO		lieve, reversibile	lieve, reversibile
ASSETTO SOCIALE, ECONOMICO, TERRITORIALE	occupazione	positiva	positiva
	fruibilità	lieve, reversibile	non significativo
TRAFFICO, VIABILITÀ		irrilevante	irrilevante
PRODUZIONE RIFIUTI		non significativo	non significativo
INTERFERENZA SULLE COMUNICAZIONI		irrilevante	irrilevante
AMBIENTE FISICO	emissioni elettromagnetiche	non significativo	non significativo
	emissioni gassose	non significativo	non significativo
	Rumore	non significativo	lieve
UTILIZZO RISORSE NATURALI		Positivo	positivo

3. APPROCCIO METODOLOGICO

Per ciascuna componente/fattore ambientale individuata saranno definiti:

- le aree di indagine nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e, nell'ambito di queste, le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ecc.); per i criteri specifici alle singole componenti ambientali si rimanda ai relativi capitoli specifici;
- i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA (stima degli impatti ambientali), l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
- le tecniche di campionamento, misura ed analisi e la relativa strumentazione;
- la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;
- le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio per la valutazione delle variazioni nel tempo dei valori dei parametri analitici utilizzati;

3.1 Area di indagine

In base alle analisi contenute nel Progetto e nello SIA, si identifica e delimita per ciascuna componente/fattore ambientale le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dalla realizzazione/esercizio dell'opera.

Sebbene l'area di indagine non includa le zone in cui gli impatti attesi sono trascurabili (non si verificano variazioni apprezzabili rispetto allo scenario di riferimento *ante operam*) essa è opportunamente estesa alle porzioni di territorio che si ritengono necessarie ai fini della caratterizzazione del contesto ambientale di riferimento (*ante operam*), anche se in tali aree non sono attesi impatti ambientali significativi; in particolare l'area di indagine include le reti di monitoraggio ambientale esistenti e le relative stazioni individuate come significative per le finalità del MA dell'opera e necessarie per la caratterizzazione dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale in area vasta.

Inoltre, l'individuazione dell'area di indagine è effettuata tenendo conto delle caratteristiche del contesto ambientale e territoriale con particolare riguardo alla presenza di ricettori ovvero dei "bersagli" dei possibili effetti/impatti con particolare riferimento a quelli "sensibili".

3.2 Stazioni/punti di monitoraggio

All'interno dell'area di indagine si localizzano le stazioni/punti di monitoraggio necessarie alla caratterizzazione dello stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale nelle diverse fasi, *ante operam*, corso d'opera e *post operam* tenendo in considerazione:

- significatività/entità degli impatti attesi;
- estensione territoriale delle aree di indagine;

- sensibilità del contesto ambientale e territoriale (presenza di ricettori “sensibili”);
- criticità del contesto ambientale e territoriale;
- presenza di altre reti/stazioni di monitoraggio ambientale gestite da soggetti pubblici o privati;
- presenza di pressioni ambientali non imputabili all’attuazione dell’opera (cantiere, esercizio)

3.3 Parametri analitici

La scelta dei parametri ambientali (chimici, fisici, biologici) che caratterizzano lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale è stata focalizzata sui parametri effettivamente significativi per il controllo degli impatti ambientali attesi.

Essi includono:

- valori limite previsti dalla pertinente normativa di settore, ove esistenti; in assenza di termini di riferimento saranno indicati i criteri e delle metodologie utilizzati per l’attribuzione di valori standard quali-quantitativi;
- range di naturale variabilità stabiliti in base ai dati contenuti nello SIA;
- valori “soglia” derivanti dalla valutazione degli impatti ambientali effettuata nell’ambito dello SIA;
- metodologie analitiche di riferimento per il campionamento e l’analisi;
- metodologie di controllo dell’affidabilità dei dati rilevati;
- criteri di elaborazione dei dati acquisiti;

3.4 Articolazione temporale delle attività

Le attività di monitoraggio descritte nel PMA dovranno essere articolate nelle diverse fasi temporali come riportate nella Tabella 3.4.a.

Tabella 3.4.a- Fasi del Monitoraggio Ambientale

FASE	DESCRIZIONE
<i>Ante operam (AO)</i>	Periodo che precede l’avvio delle attività di cantiere e che quindi può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all’emanazione del provvedimento di VIA
<i>In Corso d’Opera (CO)</i>	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell’opera quali l’allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell’opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.
<i>Post operam (PO)</i>	Periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell’opera, riferibile quindi: <ul style="list-style-type: none"> • al periodo che precede l’entrata in esercizio dell’opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio); • all’ esercizio dell’opera, eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo; • alle attività di cantiere per la dismissione dell’opera alla fine del suo ciclo di vita

3.5 Restituzione dei dati

Si descrivono le modalità di restituzione dei dati funzionali a documentare le modalità di attuazione e gli esiti del MA, anche ai fini dell'informazione al pubblico.

Nello specifico esse includeranno:

- rapporti tecnici periodici descrittivi delle attività svolte e dei risultati del MA, sviluppati secondo i contenuti ed i criteri indicati nelle presenti Linee Guida;
- dati di monitoraggio, strutturati secondo formati idonei alle attività di analisi e valutazione da parte dell'autorità competente;
- dati territoriali georeferenziati per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale.

Con tale approccio sarà possibile:

- condividere i dati con il pubblico (anche attraverso servizi webGIS per l'interrogazione dinamica dei dati);
- riutilizzare le informazioni ambientali per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione;
- riutilizzare i dati per la predisposizione degli studi ambientali.

I dati di monitoraggio contenuti nei rapporti tecnici periodici dovranno essere forniti anche in formato tabellare aperto XLS o CSV riportando:

- codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio;
- codice identificativo della campagna di monitoraggio;
- data/periodo di campionamento;
- parametro monitorato e relativa unità di misura;
- valori rilevati;
- range di variabilità individuato per lo specifico parametro;
- valori limite (ove definiti dalla pertinente normativa);
- superamenti dei valori limite o eventuali situazioni critiche/anomale riscontrate.

4. IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

L'identificazione delle singole componenti ambientali da monitorare per ogni azione progettuale per la quale si genera un impatto ambientale significativo per ciascuna delle tre fasi di monitoraggio (*ante operam*, in corso d'opera e *post operam*) deriva dagli esiti dello Studio di Impatto Ambientale del progetto in esame.

In primo luogo, si devono identificare le componenti ambientali sulle quali si genera un impatto significativo nelle fasi di cantiere ed esercizio, prevedendo quindi il monitoraggio delle medesime in fase *ante operam* in modo tale da poter effettuare un raffronto con lo scenario ambientale di riferimento.

Nel caso in esame la fase *post operam* si riferisce alla sola fase di esercizio dell'impianto in quanto la di dismissione non è prevista a breve termine ed il relativo piano esecutivo dovrà essere sottoposto all'approvazione dell'autorità Competente prima dell'avvio dello stesso.

Alla luce della stima degli impatti effettuata nell'ambito dello SIA, risulta che non vi sono componenti ambientali significativamente e negativamente interessate dalle interazioni di progetto, né nella fase "in corso d'opera" (attività di cantiere per la realizzazione dell'opera) né nella fase "*post operam*" (esercizio).

Ciò nonostante, in via cautelativa, si propone il monitoraggio relativamente alle seguenti componenti ambientali (rif. capitolo 6 delle Linee Guida MATTM revisione 1 del 16/06/2014), per le quali esistono indirizzi metodologici specifici:

- Biodiversità-fauna;
- Agenti fisici-Rumore;
- Agenti fisici-Radiazioni non ionizzanti;
- Suolo e sottosuolo.

5. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

5.1 BIODIVERSITÀ – FAUNA

Le installazioni in progetto, in particolar modo gli aerogeneratori previsti, potranno essere fonte di disturbo per l'avifauna presente nella zona, in quanto ci potranno essere:

- collisioni fra uccelli e pale eoliche;
- disturbo dovuto al movimento e alla rumorosità delle pale stesse.

Altri potenziali impatti quali l'“effetto barriera” sono da escludersi in quanto la distanza minima tra le pale è stata scelta in maniera tale da minimizzare tale effetto.

Il monitoraggio sulla componente ambientale in oggetto sarà effettuato mediante metodologia BACI (*Before After Control Impact*) definita in accordo al documento ANEV “Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna”. Tale protocollo, realizzato da Ispra in collaborazione con ANEV, Legambiente ed altri, indica una metodologia scientifica da utilizzare per stimare sotto il profilo qualitativo e quantitativo gli eventuali impatti dell'eolico sull'avifauna, e l'ambito applicativo dello stesso comprende tutto il ciclo, dalla fase *ante operam* alla fase di costruzione, a quella di esercizio (*post operam*). Vista l'importanza di raccogliere dei dati da confrontare poi con i dati “di campo” in fase di esercizio, la metodologia ideale per il monitoraggio eolico si basa sul cosiddetto approccio BACI (*Before After Control Impact*), che permette di approfondire la tematica della quantificazione dell'impatto dell'opera oggetto di studio. L'approccio BACI è molto semplice: esso si basa sulla valutazione *ex-ante* dello stato delle risorse (*before*) da confrontare con la valutazione delle stesse dopo l'intervento (*after*).

5.1.1 Dati e strumentazione di riferimento

In linea con il “Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna” sopra richiamato, la dotazione minima per lo svolgimento dell'attività di monitoraggio in esame comprenderà:

- cartografia in scala 1:25.000 comprendente l'area di studio e le aree circostanti;
- cartografia dell'area di studio in scala 1:2.000 e 1:5.000 con indicazione della posizione delle torri;
- binocolo 10x40 o 10x42;
- cannocchiale con oculare 30-60x o 30-50x, montato su treppiede;
- macchina fotografica reflex digitale o bridge con focale minima di 300 mm;
- GPS.

5.1.2 Piano di lavoro

Il progetto prevede attività in *back office* e attività in campo da intraprendere sin dalla fase *ante operam* al fine di ottenere informazioni di base, nella fase di costruzione e nella fase di esercizio per la durata indicativa di 3 anni a partire dalla messa in esercizio degli aerogeneratori. Il progetto di monitoraggio comprende la seguente struttura di massima:

- Localizzazione e controllo degli eventuali siti riproduttivi di rapaci, entro un buffer di 500 m dall'impianto in progetto;
- Mappaggio dei passeriformi nidificanti lungo i transetti lineari;
- Osservazioni Rapaci diurni lungo i transetti lineari;
- Punti di ascolto per uccelli notturni nidificanti;
- Punti di osservazione fissi diurni per acquisizione informazioni uccelli migratori;
- Ricerca delle carcasse lungo i transetti predeterminati;
- Monitoraggio bioacustico della chiroterofauna.

5.1.3 Localizzazione e controllo di siti riproduttivi di rapaci

Il primo passo nell'ambito del progetto di monitoraggio faunistico proposto prevede la ricerca e la localizzazione dei siti riproduttivi di rapaci all'interno di un'area buffer di 500 metri a partire dai punti più esterni dell'impianto eolico (pale più esterne). Questa attività sarà condotta per verificare la possibilità che i rapaci possano utilizzare l'area come territorio di caccia.

L'attività sarà mediante ispezioni in campo con il binocolo da punti panoramici per verificare entro un chilometro la presenza di eventuali segni di nidificazione anche in piccole pareti rocciose. La localizzazione dell'area di indagine viene mostrata in figura 5.1.3.A.

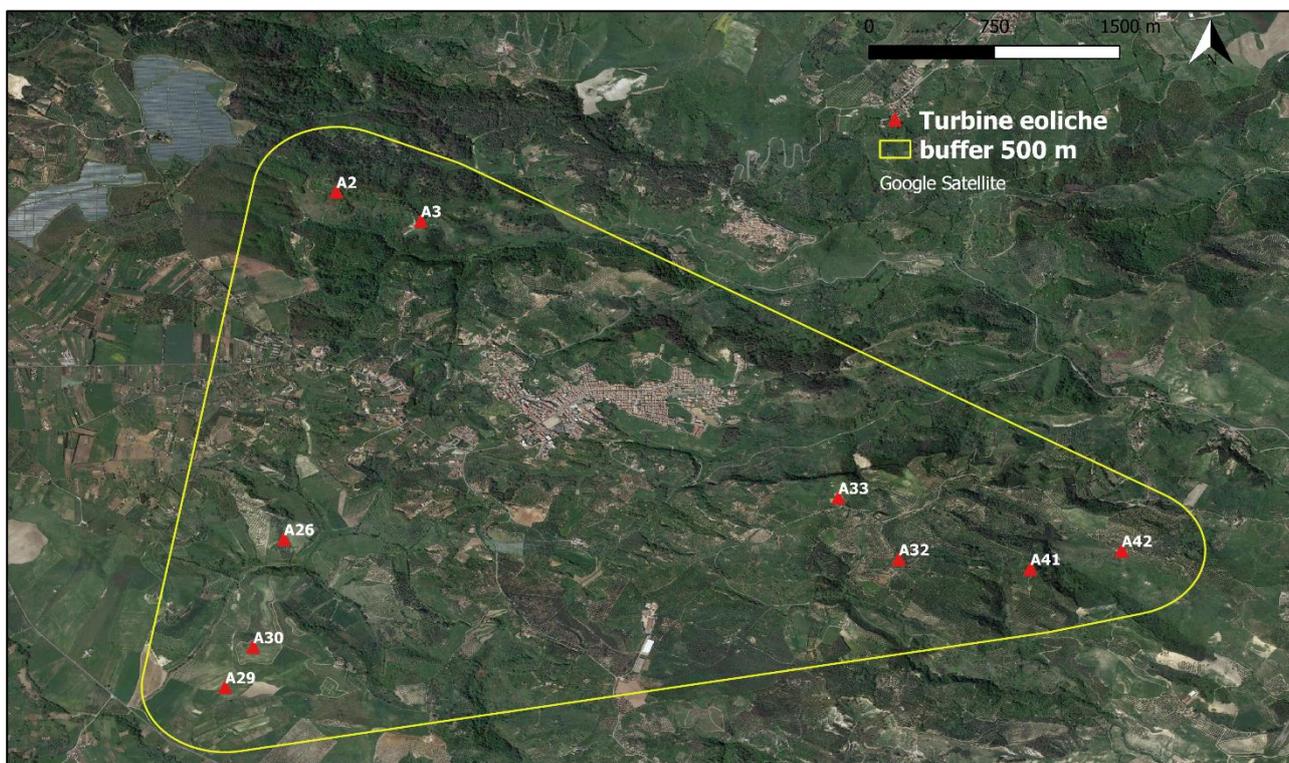


Figura 5.1.3.A- Area di indagine localizzazione e controllo di siti riproduttivi di rapaci (Buffer di 500 m dall'asse principale dell'impianto eolico)

Per questa attività si prevedono 4 giornate di campo distribuite in relazione alla fenologia riproduttiva delle specie presenti; gli eventuali siti riproduttivi identificati, le traiettorie di volo e gli animali posati saranno opportunamente mappati su cartografia di riferimento dell'area in scala 1:25.000.

5.1.4 Mappaggio dei Passeriformi nidificanti lungo transetti lineari

L'attività risulta finalizzata a localizzare le aree dei passeriformi nidificanti, stimare la loro popolazione nell'immediato intorno dell'impianto, acquisire dati relativi a variazioni di distribuzione territoriale e densità conseguenti all'istallazione delle torri eoliche e alla realizzazione delle strutture annesse. Anche in questo caso si prevede una prima fase *ante operam*, da attuare con 5 uscite tra l'1 maggio e il 30 giugno, per valutare la situazione prima dell'inizio dei lavori in modo da poterla confrontare con dati raccolti lungo gli stessi transetti nella fase *post operam*. Il protocollo prevede un mappaggio di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli identificati percorrendo approssimativamente la linea di giunzione dei punti di collocazione degli aerogeneratori.

In figura 5.1.4.A si riporta la mappa con ubicazione dei transetti lineari individuati allo scopo, lunghezza in Tab 5.1.4.a.

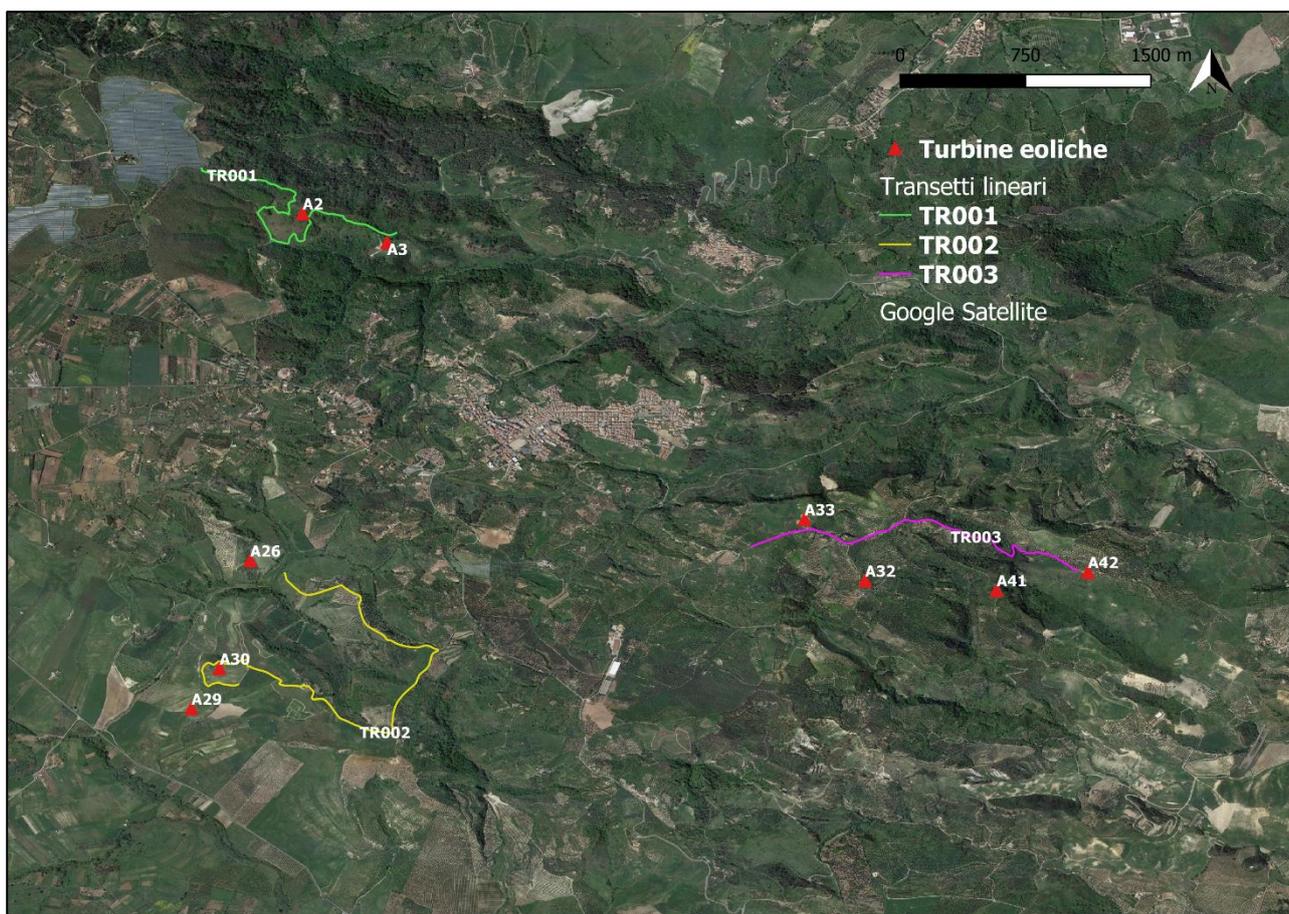


Figura 5.1.4.A- Area di indagine localizzazione e controllo passeriformi nidificanti (Transetti lineari)

Lungo i transetti identificati si eseguirà una mappatura quanto più precisa di tutti i contatti visivi e canori con gli uccelli che si incontrano con inizio attività, a partire dall'alba o da tre ore prima del tramonto. Il transetto sarà percorso ad una velocità di circa 1-1,5 km/h.

Tabella 5.1.4.a – Lunghezza transetti lineari (Km)

ID TRANSETTO	LUNGHEZZA (km)
TR001	2,38 km
TR002	3,89 km
TR003	2,35 km
TOTALE	8,62 km

5.1.5 Osservazioni lungo transetti lineari per rapaci diurni nidificanti

In analogia all’approccio descritto al precedente paragrafo, l’attività in oggetto riguarda la raccolta di informazioni sull’utilizzo delle aree interessate dall’impianto eolico da parte di uccelli rapaci nidificanti. Anche in questo, l’approccio metodologico si basa sull’utilizzo di transetti lineari, la cui ubicazione viene mostrata in Figura 5.1.5.A, lunghezza (km) in Tab. 5.1.5.a.

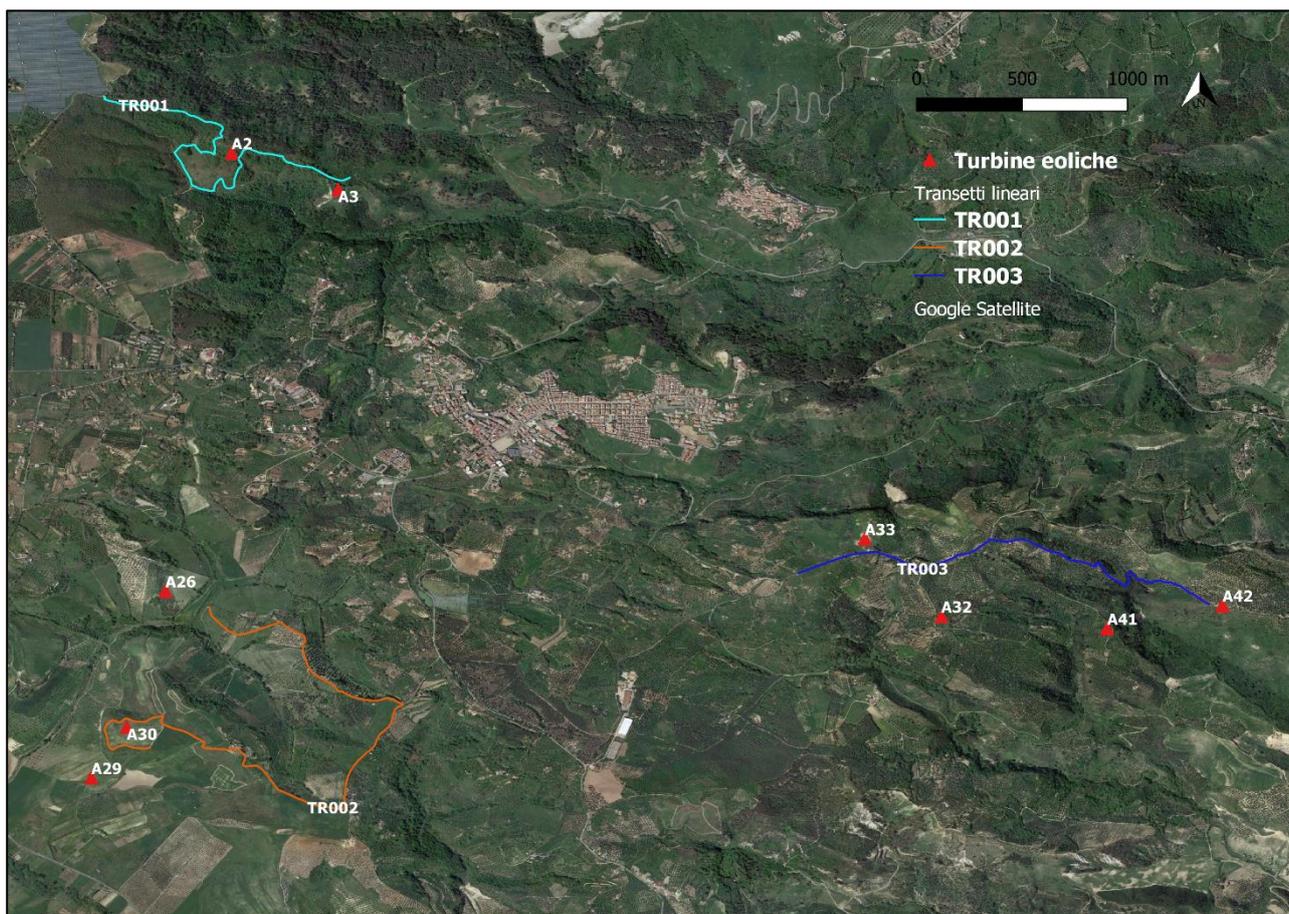


Figura 5.1.5.A- Area di indagine localizzazione e controllo rapaci diurni nidificanti (Transetti lineari)

Tabella 5.1.5.a – Lunghezza transetti lineari (Km)

ID TRANSETTO	LUNGHEZZA (km)
TR001	2,38 km
TR002	3,89 km
TR003	2,35 km
TOTALE	8,62 km

Il rilevamento, da effettuarsi nel corso di almeno 5 visite, nel periodo compreso tra l’1 maggio e il 30 giugno, è simile a quello previsto nel paragrafo precedente per i Passeriformi. In questo caso si prevedono transetti distanziati con passo pari a 250 m tra loro dalla linea di giunzione degli aerogeneratori, entro un buffer di 1000m. In linea con le indicazioni del “Protocollo di Monitoraggio

dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna", i transetti saranno percorsi tra le 10 e le 16, con soste di perlustrazione con binocolo minimo 10x40 dell'intorno circostante, concentrate in particolare nei settori di spazio aereo circostante le torri.

La direzione di cammino, in ciascun transetto, dovrà essere opposta a quella della precedente visita. Si prevedono un numero di 3 sessioni mattutine e 2 sessione pomeridiane. Gli esiti dei rilevamenti effettuati saranno restituiti in apposite cartografie su scala 1:5.000, riportanti le traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto.

Come per le altre attività descritte in precedenza, sarà avviato un primo ciclo di monitoraggio *ante operam* a cui farà seguito un monitoraggio *post operam* in attuazione dell'approccio BACI.

5.1.6 Rilevamento della comunità di Passeriformi da stazioni di controllo

A completamento delle osservazioni acquisite lungo i transetti, si prevede il rilevamento dei passeriformi in specifici punti di ascolto al fine di fornire una quantificazione qualitativa e quantitativa della comunità di uccelli passeriformi nidificanti nell'area interessata dall'impianto eolico.

Come da protocollo, le attività prevedono la sosta in punti prestabiliti per 8 o 10 minuti, nei quali i rilevatori dovranno annotare tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto. I conteggi dovranno essere svolti in giornate con vento assente o debole e cielo sereno o poco nuvoloso. L'attività verrà svolta in 8 sessioni distribuite tra il 15 marzo e il 30 di giugno, cambiando l'ordine di visita di ciascun punto tra una sessione di conteggio e la successiva. Gli intervalli orari di conteggio comprendono il mattino, dall'alba alle successive 4 ore; e la sera, da 3 ore prima del tramonto al tramonto stesso. Tutti i punti devono essere visitati per un numero uguale di sessioni mattutine (minimo 3) e per un numero uguale di sessioni pomeridiane (massimo 2).

Nell'area di inserimento degli aerogeneratori sono stati identificati n. 11 punti di ascolto (n. di pale + 2 punti di controllo), ubicati nelle aree prossime agli aereogeneratori. I punti sono distanziati tra loro in misura superiore a 300 m lineari. L'ubicazione di tali punti viene mostrata in figura 5.1.6.A, coordinate piane in Tab. 5.1.6.a.

Tabella 5.1.6.a – Coordinate piane punti campionamento passeriformi

ID PUNTO CAMPIONAMENTO	UTM WGS84 33S Est (m)	UTM WGS84 33S Nord (m)
pc_01	629271.54	4300187.69
pc_02	629782.23	4299943.72
pc_03	628984.23	4297480.71
pc_04	628838.31	4296669.24
pc_05	628756.34	4296360.25
pc_06	632328.72	4297760.86
pc_07	632691.35	4297386.29
pc_08	633534.29	4297322.01
pc_09	634029.41	4297457.30

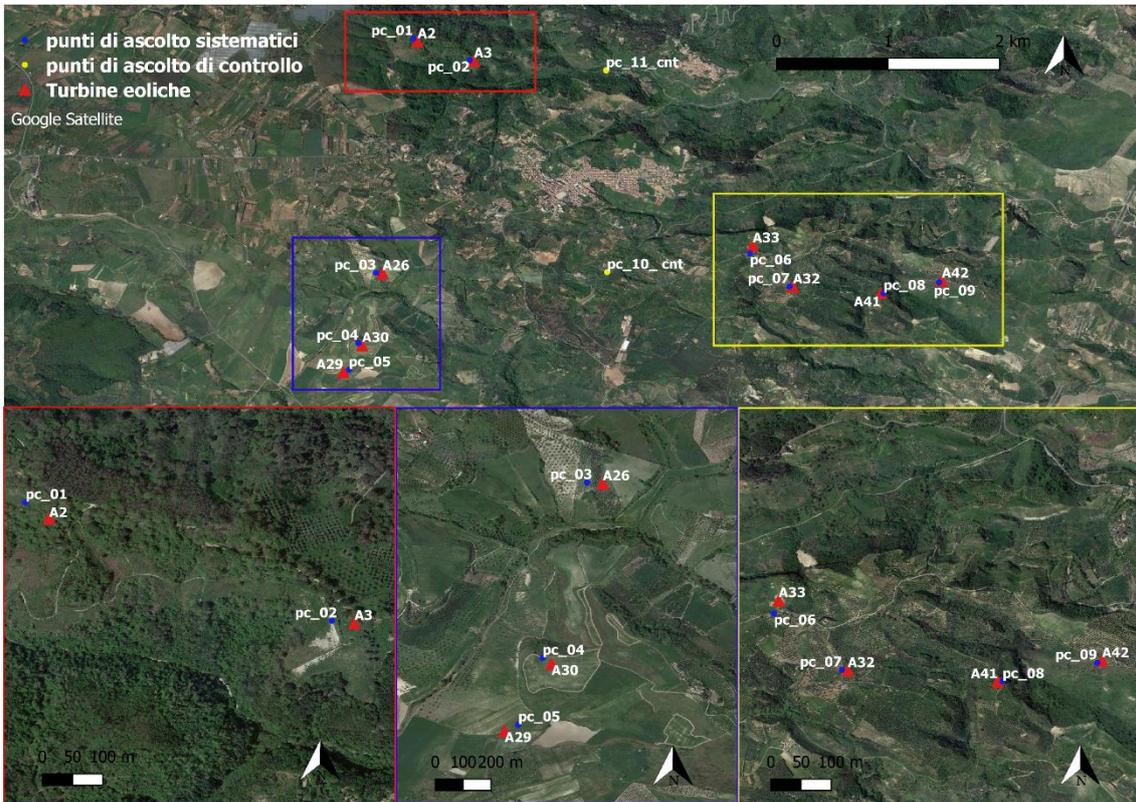


Figura 5.1.6.A- Localizzazione punti di campionamento (n. 9+2 punti di ascolto passeriformi)

5.1.7 Osservazioni diurne da punti fissi

Il rilevamento prevede l'osservazione da un punto fisso degli uccelli sorvolanti l'area dell'impianto eolico, nonché la loro identificazione, il conteggio, la mappatura su carta in scala 1:5.000 delle traiettorie di volo (per individui singoli o per stormi di uccelli migratori), con annotazioni relative al comportamento, all'orario, all'altezza approssimativa dal suolo e all'altezza rilevata al momento dell'attraversamento dell'asse principale dell'impianto.

A tale scopo sono stati identificati n. 3 punti di osservazione potenziali da postazione fissa in corrispondenza della maggior altitudine e miglior visibilità in grado di garantire, per quanto possibile rispetto alla morfologia del territorio, la panoramica sull'area di ingombro di tutti gli aerogeneratori di progetto, la cui ubicazione è mostrata in figura 5.1.7.A, coordinate piane in Tab. 5.1.7.a.

Le sessioni saranno svolte tra le 10 e le 16, in giornate con condizioni meteorologiche ottimali. Il programma prevede 24 giornate di osservazioni dal 15 di marzo al 10 di novembre con 4 di queste sessioni comprese nel periodo tra il 24 aprile- 7 di maggio e altre 4 sessioni tra il 16 di ottobre e il 6 novembre.

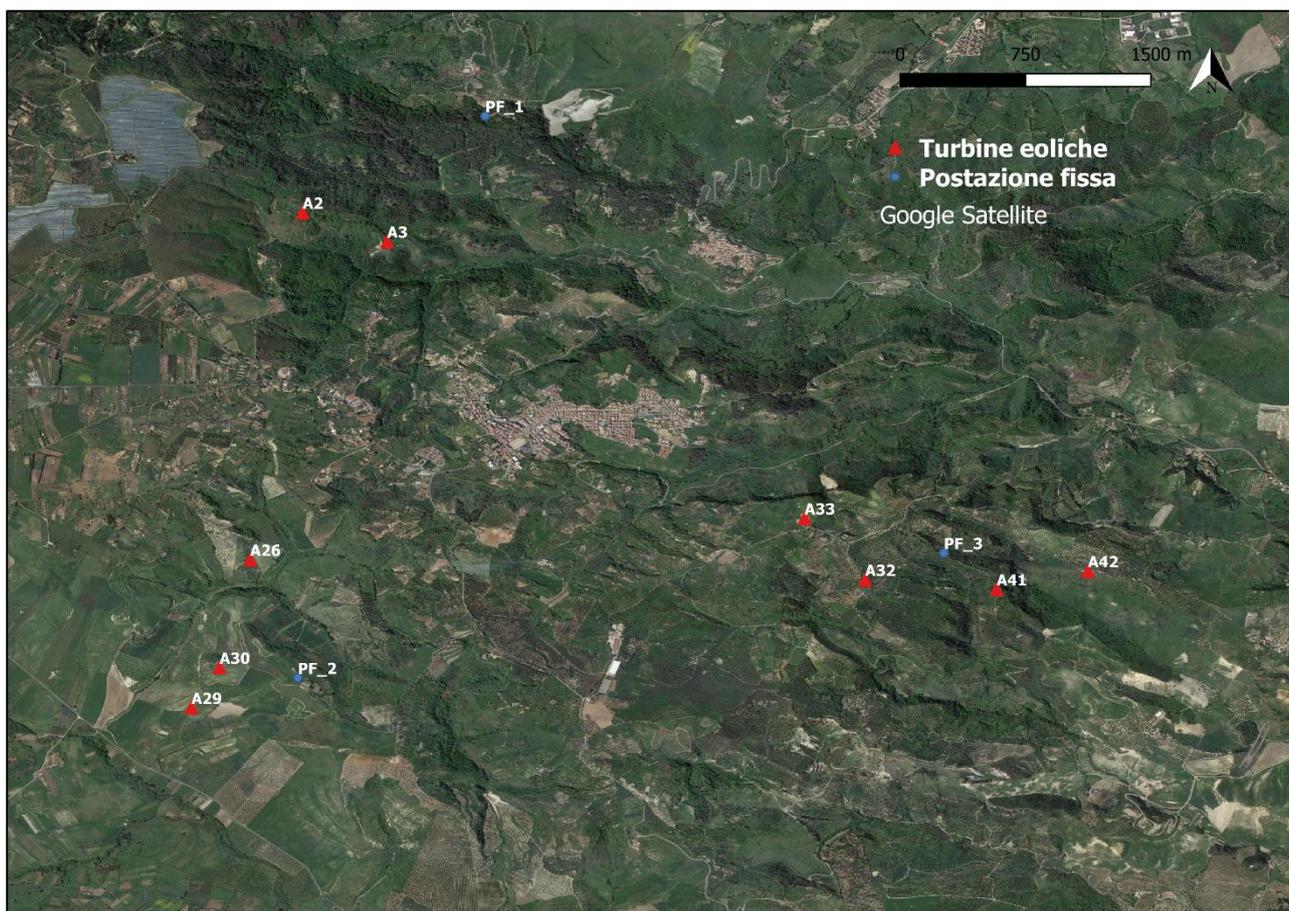


Figura 5.1.7.A- Localizzazione punti fissi monitoraggio diurno

Tabella 5.1.7.a – Coordinate piane punti campionamento postazione fissa

ID PUNTO CAMPIONAMENTO	UTM WGS84 33S Est (m)	UTM WGS84 33S Nord (m)
pf_01	630390.30	4300915.33
pf_02	629340.28	4296571.06
pf_03	633189.56	4297596.39

5.1.8 Ricerca delle carcasse

Gli obiettivi sono:

- acquisire informazioni sulla mortalità causata da collisioni con l'impianto eolico;
- stimare gli indici di mortalità;
- individuare le zone e i periodi che causano maggiore mortalità.

Si tratta di un'indagine basata sull'ispezione del terreno circostante e sottostante le turbine eoliche per la ricerca di carcasse, basata sull'assunto che gli uccelli colpiti cadano al suolo entro un certo raggio dalla base della torre. Idealmente, per ogni aereo-generatore l'area campione di ricerca carcasse dovrebbe essere estesa a due fasce di terreno adiacenti ad un asse principale, passante per la torre e direzionato perpendicolarmente al vento dominante.

Nell'area campione l'ispezione sarà effettuata da transetti approssimativamente lineari, distanziati tra loro circa 30 m, di lunghezza pari a due volte il diametro del rotore, di cui uno coincidente con l'asse principale e gli altri ad esso paralleli, in numero variabile da 4 a 6 a seconda della grandezza dell'aerogeneratore.

Il posizionamento dei transetti sarà tale da coprire una superficie della parte sottovento al vento dominante di dimensioni maggiori del 30-35% rispetto a quella sopravvento (rapporto superficie sopravvento/superficie sottovento=0,7 circa).

L'ispezione lungo i transetti andrà condotta su entrambi i lati, procedendo ad una velocità compresa tra 1,9 e 2,5 km/ora. La velocità deve essere inversamente proporzionale alla percentuale di copertura di vegetazione (erbacea, arbustiva, arborea) di altezza superiore a 30 cm, o tale da nascondere le carcasse e da impedire una facile osservazione a distanza.

Per superfici con suolo nudo o a copertura erbacea bassa, quale il pascolo, a una velocità di 2,5 km/ora il tempo d'ispezione/area campione stimato è di 40-45 minuti (per le torri con altezza \geq m 130,00). Alla velocità minima (1,9 km/h), da applicare su superfici con copertura di erba alta o con copertura arbustiva o arborea del 100%, il tempo stimato è di 60 minuti.

La misura consiste nella rilevazione del numero di uccelli morti per impatto contro gli aerogeneratori.

Verranno annotati i seguenti dati:

- n. Aerogeneratore;
- Data;
- Coordinate GPS;
- Specie;
- Stato carcassa (intatta, predata);
- Condizioni ambientali (altezza vegetazione nel punto di ritrovamento, condizioni meteorologiche durante i rilievi).

Oltre ad essere identificate, le carcasse saranno classificate, ove possibile, per sesso e per età, stimando anche la data di morte e descrivendone le condizioni, anche tramite riprese fotografiche.

Le carcasse verranno catalogate secondo le seguenti categorie di riferimento (Johnson et al.2002):

- Intatta (ossia completamente integra, non decomposta, senza segni di predazione);
- Predata (ossia recante segni di un predatore o de compositore o parti di carcassa);
- Ciuffo di piume (10 o più piume in un sito che indichi predazione).

La misura verrà effettuata da personale operativo munito di GPS per indicare il posizionamento della carcassa ritrovata.

Come riportato in precedenza, il monitoraggio è previsto nei 36 mesi successivi alla messa in esercizio dell'impianto, con una frequenza di esecuzione misura/controllo indicativamente quindicinale.

5.1.9 Monitoraggio chiroterri

La grande varietà di comportamenti presentata da questo ordine di Mammiferi impone l'adozione di metodologie di indagine diversificate e articolate così da poter rilevare tutte le specie presumibilmente presenti nell'area di studio. È necessario visitare, durante il giorno, i potenziali rifugi. Dal tramonto a tutta la notte devono essere effettuati rilievi con sistemi di trasduzione del segnale bioacustico ultrasonico, comunemente indicati come *bat-detector*. Sono disponibili vari modelli e metodi di approccio alla trasduzione ma attualmente solo i sistemi con metodologie di *time-expansion* o di campionamento diretto permettono un'accuratezza e qualità del segnale da poter poi essere utilizzata adeguatamente per un'analisi qualitativa oltre che quantitativa.

I segnali vanno registrati su supporto digitale adeguato, in file non compressi (ad es. .wav), per una loro successiva analisi. Sono disponibili vari software specifici dedicati alla misura e osservazione delle caratteristiche dei suoni utili all'identificazione delle specie e loro attività.

Segue una descrizione delle principali metodologie e tempistiche finalizzate alla valutazione della compatibilità ambientale di un impianto eolico con le criticità potenzialmente presenti nel sito d'indagine.

Le principali fasi del monitoraggio consigliate sono:

1. Ricerca *roost*: Censire i rifugi in un intorno di 5 km (Fig. 5.1.9.A) dal potenziale sito d'impianto. In particolare, deve essere effettuata la ricerca e l'ispezione di rifugi invernali, estivi e di *swarming* quali: cavità sotterranee naturali e artificiali, chiese, cascine e ponti. Per ogni rifugio

censito si deve specificare la specie e il numero di individui. Tale conteggio può essere effettuato mediante telecamera a raggi infrarossi, dispositivo fotografico o conteggio diretto. Nel caso in cui la colonia o gli individui non fossero presenti è importante identificare tracce di presenza quali: guano, resti di pasto, ecc. al fine di dedurre la frequentazione del sito durante l'anno;

2. Monitoraggio bioacustico: Indagini sulla chiroterofauna migratrice e stanziale mediante *bat-detector* in modalità *eterodyne* e *time-expansion*, o campionamento diretto, con successiva analisi dei sonogrammi (al fine di valutare frequentazione dell'area ed individuare eventuali corridoi preferenziali di volo). I punti d'ascolto devono avere una durata di almeno 15 minuti attorno ad ogni ipotetica posizione delle turbine. L'ubicazione dei punti di ascolto per il monitoraggio bioacustico viene riportata in Figura 5.1.9.B, coordinate piane in Tab. 5.1.9.a.

Inoltre, quando possibili sarebbe auspicabile la realizzazione di zone di saggio in ambienti simili a quelli dell'impianto e posti al di fuori della zona di monitoraggio per la comparazione dei dati. Nei risultati dovrà essere indicata la percentuale di sequenze di cattura delle prede (*feeding buzz*).

Considerando le tempistiche, la ricerca dei rifugi (*roost*) deve essere effettuata sia nel periodo estivo che invernale con una cadenza di almeno 10, ma sono consigliati 24-30 momenti di indagine. Il numero e la cadenza temporale dei rilievi bioacustici variano in funzione della tipologia dell'impianto (numero di turbine e distribuzione delle stesse sul territorio) e della localizzazione geografica del sito. In generale si dovranno effettuare uscite dal tramonto per almeno 4 ore e per tutta la notte nei periodi di consistente attività dei chiroterri.

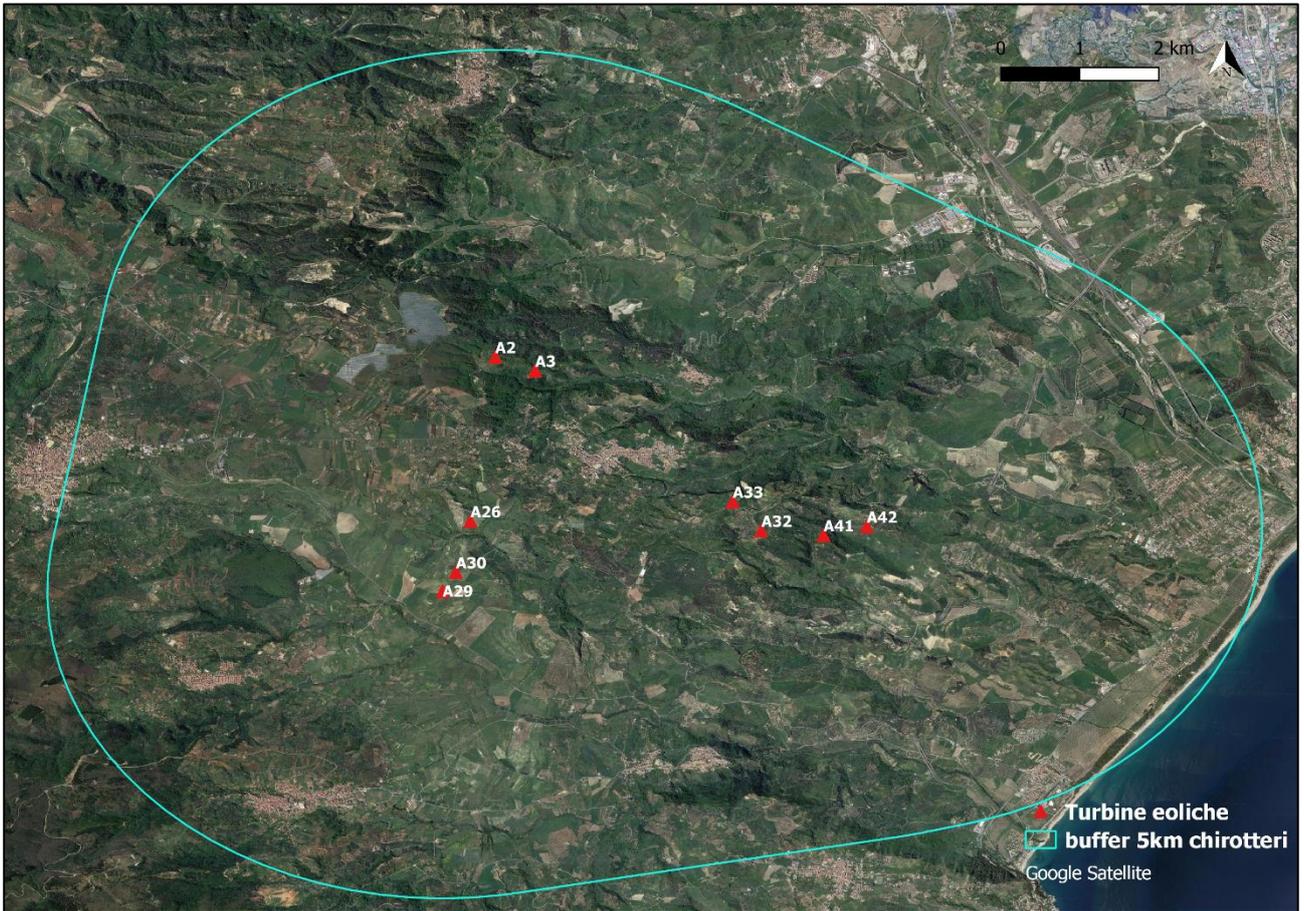


Figura 5.1.9.A – Ubicazione buffer 5 km per la ricerca dei roost

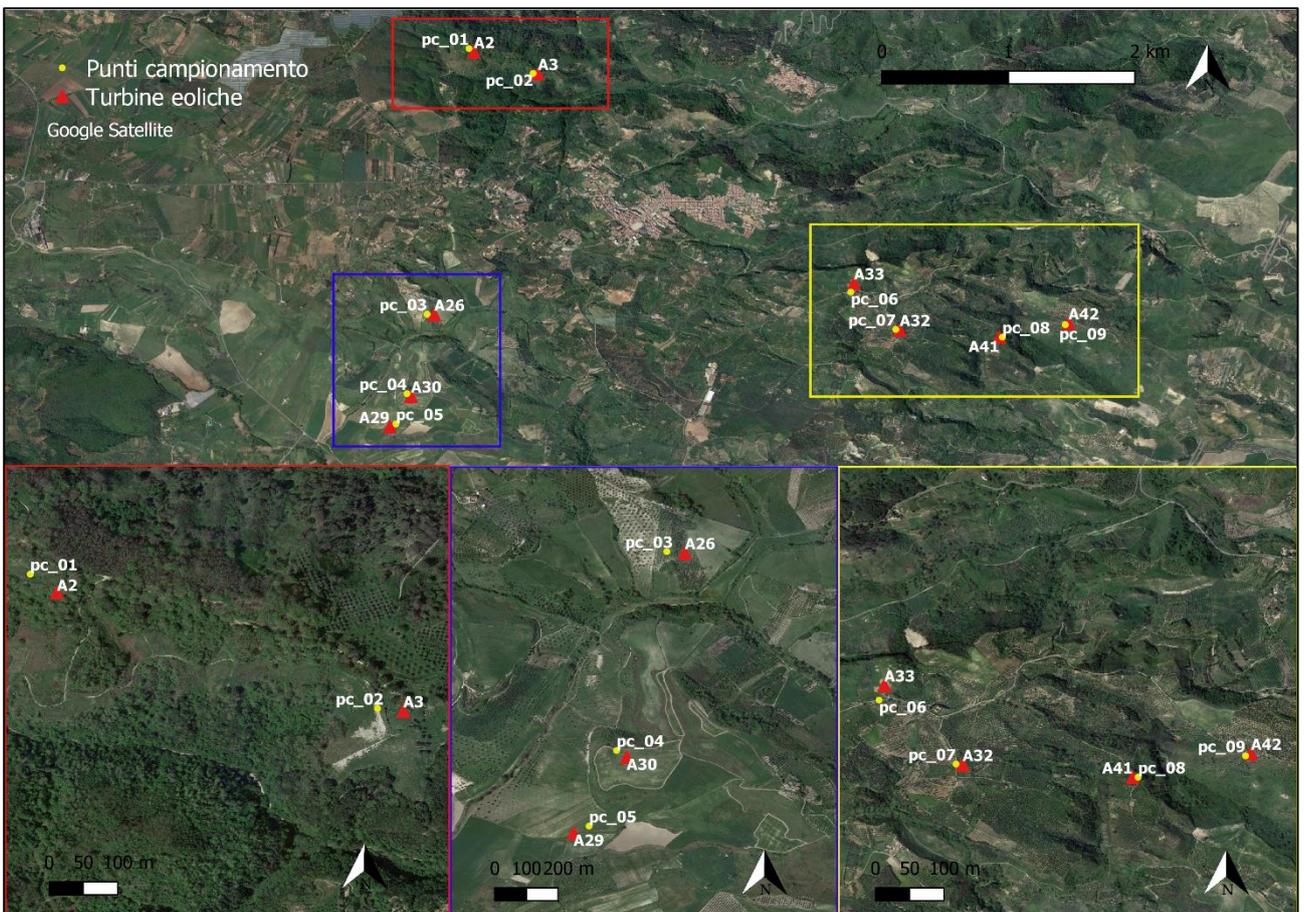


Figura 5.1.9.B- Localizzazione punti di campionamento (n. 9 monitoraggio bioacustico chiroterri)

Tabella 5.1.9.a – Coordinate piano punti campionamento monitoraggio bioacustico

ID PUNTO CAMPIONAMENTO	UTM WGS84 33S Est (m)	UTM WGS84 33S Nord (m)
pc_01	629271.54	4300187.69
pc_02	629782.23	4299943.72
pc_03	628984.23	4297480.71
pc_04	628838.31	4296669.24
pc_05	628756.34	4296360.25
pc_06	632328.72	4297760.86
pc_07	632691.35	4297386.29
pc_08	633534.29	4297322.01
pc_09	634029.41	4297457.30

Possibili finestre temporali di rilievo:

- 15 Marzo – 15 Maggio: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di maggio. (8 Uscite);
 - 1° Giugno – 15 Luglio: 4 uscite della durata dell'intera notte partendo dal tramonto. (4 Uscite);
 - 1-31 Agosto: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo 2 notti intere. (4 Uscite);
 - 1° Settembre – 31 Ottobre: 1 uscita alla settimana nella prima metà della notte per 4 ore a partire dal tramonto includendo una notte intera nel mese di settembre. (8 Uscite);
- Totale uscite annue previste: 24

5.1.10 Cronoprogramma attività di monitoraggio

Come riportato nei paragrafi precedenti, seguendo l'approccio BACI, si prevede l'attività di monitoraggio con fase *ante operam* nell'area in cui è prevista l'installazione delle torri eoliche e successivamente il monitoraggio nella fase di esercizio per un periodo di 36 mesi.

Nelle successive figure si riporta un cronoprogramma di massima di massima delle attività di monitoraggio previste sulla componente in esame, da attuare, rispettivamente, nella fase "*ante operam*" (Tab. 5.1.10.a) e "*post operam*" (Tab. 5.1.10.b).

Tabella 5.1.10.a- Cronoprogramma monitoraggio avifauna-Fase *ante operam*; il numero indica i campionamenti da effettuarsi nei mesi per le diverse attività

ATTIVITÀ <i>ANTE OPERAM</i>	MAR	APR	MAG	GIU	LUG
Siti riproduttivi rapaci	4				
Mappaggio passeriformi nidificanti			5		
Osservazione rapaci diurni (transetti)			5		
Punti ascolto passeriformi	8				
Osservazione rapaci diurni (punto fisso)	5				
Ricerca carcasse					
Monitoraggio chiropteri	8				

Tabella 5.1.10.b- Cronoprogramma monitoraggio avifauna-Fase *post operam*; il numero indica i campionamenti da effettuarsi nei mesi per le diverse attività

ATTIVITÀ ESERCIZIO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Mappaggio passeriformi nidificanti					5							
Osservazione rapaci diurni (transetti)					5							
Punti ascolto passeriformi			8									
Osservazione rapaci diurni (punto fisso)			3	7				14				
Ricerca carcasse	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Monitoraggio chiropteri			8			4		4	8			

5.2 AGENTI FISICI-RUMORE

Sulla componente in oggetto è previsto un monitoraggio di tipo *ante operam (AO)*, *in corso d'opera (CO)*, e *post operam (PO)*, finalizzato ad effettuare il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento.

Gli obiettivi specifici per i diversi tipi di monitoraggio sono:

ante operam (AO):

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

corso d'opera (CO) (effettuato per tutte le tipologie di cantiere ed esteso al transito dei mezzi in ingresso/uscita dalle aree di cantiere):

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

post operam (PO):

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

5.2.1 Area di indagine e punti di monitoraggio

Come già specificato, gli interventi in progetto risultano ubicati principalmente nel territorio comunale di Borgia (turbine eoliche) e interessano per brevi tratti anche i Comuni limitrofi di Maida, Girifalco, Cortale, Squillace e San Floro (rete di cavi interrati e la viabilità stradale, stazione elettrica) in provincia di Catanzaro.

Il comune di Borgia non è dotato di un piano di zonizzazione acustica comunale pertanto i limiti di riferimento applicabili sono quelli di cui al DPCM 01/03/1991 (Tab. 5.2.1.a).

Tabella 5.2.1.a- Limiti di accettabilità in assenza della classificazione acustica del territorio comunale

ZONE	Limiti assoluti Leq [dB(A)]		Limiti differenziali (**) Leq [dB(A)]	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A (*)	65	55	5	3
B (*)	60	50	5	3
Tutto il territorio nazionale	70	60	5	3
Esclusivamente industriali	70	70	---	---

Note:

(*) Le zone A e B sono individuate nei Piani Regolatori (DM 1444/68).

Zone A: parti del territorio interessato da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale, o porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati.

Zone B: parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A

(**) I limiti per il rumore differenziale non si applicano se (DPCM 01/03/91):

il rumore a finestre aperte <50 dB(A) nel periodo diurno e < 40 dB(A) nel periodo notturno

il rumore a finestre chiuse <35 dB(A) nel periodo diurno e <25 dB(A) nel periodo notturno.

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

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

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si fa riferimento allo studio di impatto acustico, con particolare riguardo a:

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

L'area di inserimento dell'impianto in esame risulta scarsamente urbanizzata, caratterizzata dalla sporadica presenza di insediamenti abitati e dall'altrettanto sporadica presenza di aree commerciali/industriali.

Ai fini della determinazione dei punti di monitoraggio delle emissioni di rumore derivanti dall'assetto *ante operam* in Fig. 5.2.1.A e Tab. 5.2.1.a si riporta la relativa localizzazione.

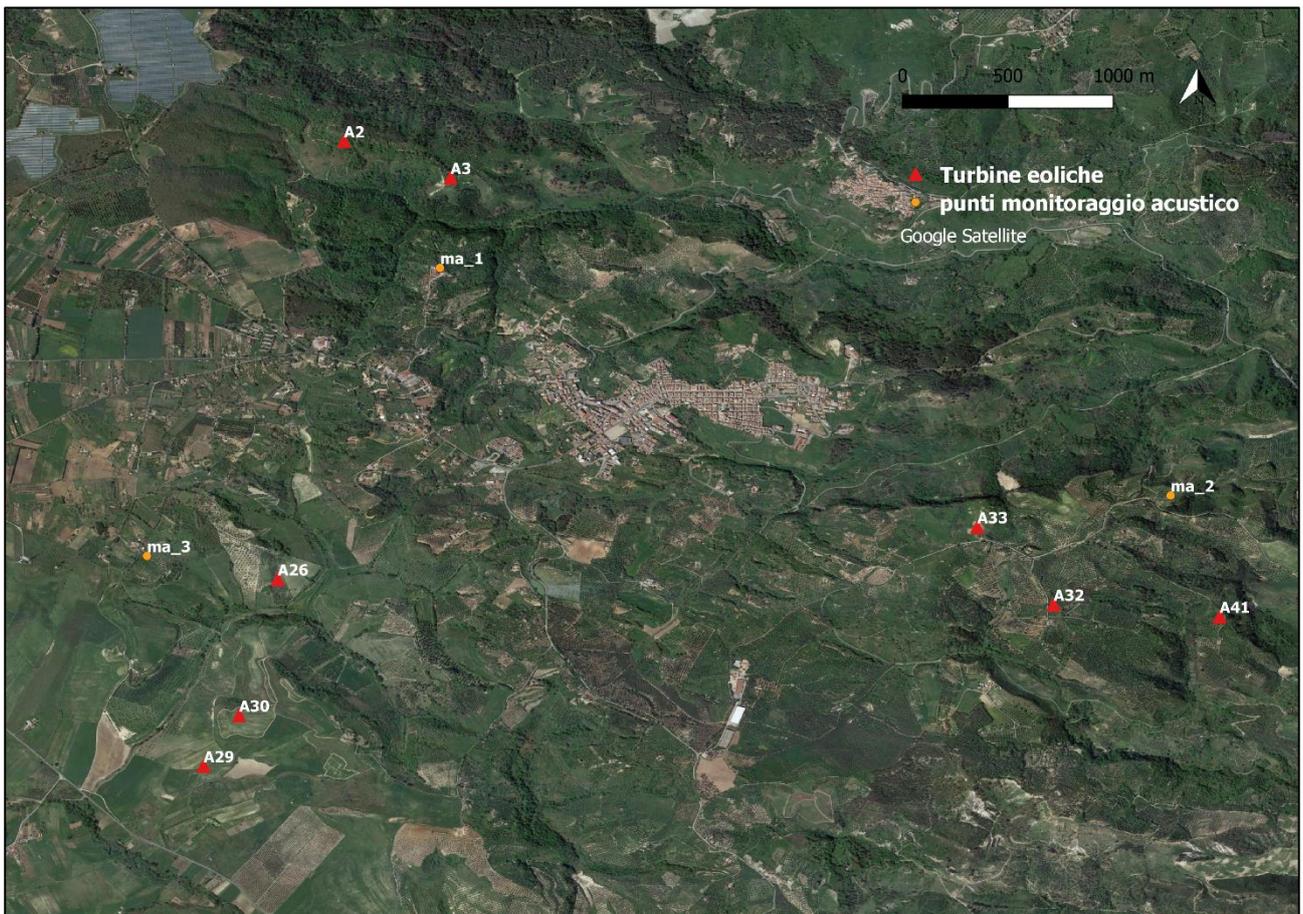


Figura 5.2.1.A – Ubicazione punti di monitoraggio acustico

Tabella 5.2.1.a – Ubicazione punti di monitoraggio acustico

ID PUNTO MONITORAGGIO ACUSTICO	UTM WGS84 33S Est (m)	UTM WGS84 33S Nord (m)
ma_1	629778.54	4299388.67
ma_2	628418.33	4297608.37
ma_3	633265.28	4298057.24

5.2.2 Parametri da monitorare

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L. 447/1995 (modificato da dall'art. 9, dall'art. 18 e dall'art. 24 del d.lgs. n. 42 del 2017) e relativi decreti attuativi (DPCM 14/11/1997; DPR 459/98; DM 31/10/1997, DPR 142/2004).

I parametri oggetto di monitoraggio sono:

- Time history degli Short Leq, ovvero dei valori Leq(A) rilevati con tempo di integrazione pari ad 1 minuto;
- Livelli percentili L10, L50, L90;
- Leq(A) relativo al periodo diurno (6:00-22:00)
- Leq(A) relativo al periodo notturno (22:00-6:00);
- Analisi spettrale in terzi di ottava.

Durante ciascuna campagna fonometrica, saranno rilevati i principali parametri meteorologici quali temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, la cui individuazione è necessaria per la verifica del rispetto delle condizioni climatiche di cui al DM 13/03/1998.

L'elaborazione dei parametri acustici misurati prevede:

1. eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
2. depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
3. stima dei livelli LAeq con applicazione dei fattori correttivi secondo quanto indicato nel DM 16/3/1998;
4. riconoscimento degli eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale;
5. correzione dei livelli LAeq con l'applicazione dei fattori correttivi KI, KT, KB, come indicato nell'Allegato A, punto 17 del D.M. 16/03/1998;
6. valutazione dei livelli di immissione e del criterio differenziale (se applicabile);
7. determinazione del valore di incertezza associata alla misura.

In sintesi, i parametri oggetto di monitoraggio presso i recettori individuati sono riportati in Tab. 5.2.2.a.

Tabella 5.2.2.a – Parametri acustici

PARAMETRI	DATI ACQUISITI ATTRAVERSO POSTAZIONI MOBILI
INFORMAZIONI GENERALI	
Ubicazione/Planimetria	<input checked="" type="checkbox"/>
Funzionamento	<input checked="" type="checkbox"/>
Periodo di misura/periodo di riferimento	<input checked="" type="checkbox"/>
INFORMAZIONI GENERALI	
LAeq immissione diurno	<input checked="" type="checkbox"/>
LAeq immissione notturno	<input checked="" type="checkbox"/>
Livello differenziale diurno (*)	<input checked="" type="checkbox"/>
Livello differenziale notturno (*)	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattori correttivi (KI, KT, KB)	<input checked="" type="checkbox"/>
Andamenti grafici	<input checked="" type="checkbox"/>
PARAMETRI METEOROLOGICI	
Eventi meteorologici particolari	<input checked="" type="checkbox"/>
Situazione meteorologica	<input checked="" type="checkbox"/>

(*) I limiti per il rumore differenziale non si applicano se:

il rumore a finestre aperte <50 dB(A) nel periodo diurno e < 40 dB(A) nel periodo notturno

il rumore a finestre chiuse <35 dB(A) nel periodo diurno e <25 dB(A) nel periodo notturno.

5.2.3 Modalità di monitoraggio

Tenuto conto della tipologia dei recettori individuati, il monitoraggio sarà effettuato mediante postazione mobile. La strumentazione di misura sarà scelta conformemente alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed in particolare alle specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure saranno conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori saranno conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Prima dell'esecuzione e al termine delle misure fonometriche, l'intera catena di misura (fonometro, prolunga e microfono) sarà sottoposta a calibrazione mediante calibratore certificato.

Il microfono, dotato di cuffia antivento, sarà stato posizionato su cavalletto ad un'altezza pari a 1,5 metri e lontano da superfici riflettenti o ostacoli naturali/antropici.

Il tecnico dovrà tenersi a debita distanza al fine di non perturbare il campo acustico nei pressi dello strumento e presenziare nell'intero tempo di misura la postazione al fine di registrare eventuali condizioni anomale che possono influenzare la misura.

L'anemometro verrà posizionato nei pressi della postazione di misura fonometrica al fine di rilevare in concomitanza con i livelli di rumore anche la direzione e velocità del vento.

Il monitoraggio del rumore ambientale sarà effettuato da tecnico competente in acustica (personale esterno qualificato)

Il rapporto tecnico descrittivo delle attività riporterà, per ogni misura effettuata, le seguenti informazioni:

- distanza del microfono dalla superficie riflettente;
- altezza del microfono sul piano campagna;
- distanza del microfono dalla sorgente;
- catena di misura utilizzata;
- data di inizio delle misure;
- tipo e modalità di calibrazione;
- posizione della postazione di riferimento per l'acquisizione dei dati meteorologici;
- altezza dell'anemometro sul piano campagna;
- nome dell'operatore (tecnico competente in acustica ambientale);
- criteri e modalità di acquisizione e di elaborazione dati;
- risultati ottenuti;
- valutazione dell'incertezza della misura;
- valutazione dei risultati, tramite confronto con i valori limite applicabili.

5.2.4 Frequenza e durata dei monitoraggi

Per quanto concerne la frequenza, in linea di massima, per il monitoraggio AO è necessario effettuare misurazioni che siano rappresentative dei livelli sonori presenti nell'area di indagine prima della realizzazione dell'opera ed eventualmente durante i periodi maggiormente critici per i recettori

presenti (ad esempio per il monitoraggio degli effetti del rumore su specie sensibile/o protette, durante i periodi di riproduzione e/o di transito/migrazione).

Per il monitoraggio CO la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere: in funzione del cronoprogramma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

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

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

Il monitoraggio PO deve essere eseguito in concomitanza dell'entrata in esercizio dell'opera (pre-esercizio), nelle condizioni di normale esercizio e durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti.

Di seguito si riporta un prospetto delle frequenze previste nelle varie fasi di monitoraggio (Tab. 5.2.4.a).

Descrizione	Frequenza*		
	ante operam	In corso d'opera	post operam
Misure per la verifica dei limiti vigenti	Una volta	Due volte	Triennale (*)

Tabella 5.2.4.a – Frequenza monitoraggio

(*) Di comune accordo con l'autorità competente potrà essere valutata un'eventuale estensione del monitoraggio ad una frequenza quadriennale.

Per quanto concerne la durata delle misurazioni sarà funzione della tipologia delle sorgenti in esame e dovrà essere rappresentativa delle condizioni di rumorosità dell'area relativamente al periodo diurno e notturno; indicativamente, si prevede una durata minima non inferiore a 30 minuti.

5.3 AGENTI FISICI – RADIAZIONI NON IONIZZANTI

La presenza di correnti variabili nel tempo collegate alla fase di esercizio dell'impianto, porta alla formazione di campi elettromagnetici. Le apparecchiature di distribuzione elettrica producono onde elettromagnetiche appartenenti alle radiazioni non ionizzanti.

Il campo magnetico è stato calcolato nell'ipotesi di conduttori rettilinei indefiniti, mediante la formula di Biot-Savart e conformemente alle norme CEI 211-4 e CEI 106-11, supponendo che ciascun aereogeneratore eroghi la massima potenza nominale (2.5 MW) e che l'energia sia traferita a 30 kV sulla media tensione, con un fattore di potenza tale da determinare 53 A per ciascun aereogeneratore.

5.3.1 Area di indagine e punti di monitoraggio

Nell'area di inserimento delle turbine e delle dorsali di collegamento non sono presenti recettori sensibili quali aree gioco infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e più in generale luoghi adibiti a permanenza non inferiori alle 4 ore giornaliere.

L'area che sarà investigata sarà pertanto quella delle turbine (base).

5.3.2 Parametri da monitorare

I dati che verranno monitorati sono:

- Intensità Campo elettrico alla frequenza di rete (50 Hz) espressa in Volt/m;
- Intensità Induzione magnetica alla frequenza di rete (50 Hz) espressa in micro Tesla

I valori dovranno rispettare i limiti di cui al DPCM 08/07/2003.

5.3.3 Modalità di monitoraggio

Tenuto conto della tipologia dei recettori individuati, il monitoraggio sarà effettuato mediante postazione mobile.

La strumentazione di misura (sonda) dovrà essere calibrata.

La misurazione sarà di tipo puntuale.

Il rapporto tecnico descrittivo delle attività riporterà, per ogni misura effettuata, le seguenti informazioni:

- Coordinate GPS punto misura;
- data di inizio delle misure;
- nome dell'operatore;
- criteri e modalità di acquisizione e di elaborazione dati;
- risultati ottenuti (valori B, E);
- valutazione dei risultati, tramite confronto con i valori limite applicabili.

5.3.4 Frequenza/durata dei monitoraggi

La durata della misurazione sarà pari a 10 minuti almeno.

Si propone una frequenza triennale per il monitoraggio ma si potrà valutare di comune accordo con l'autorità competente, un'eventuale estensione del monitoraggio ad una frequenza quadriennale.

5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

Per questa componente il PMA è contestualizzato all'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dal Dlgs.152/06 e ss.mm. e ii e dal D.M.n.163/06 e ss.mm e ii.

Sulla componente in oggetto è previsto un monitoraggio di tipo *ante operam* (AO), in *corso d'opera* (CO), e *post operam* (PO).

In linea generale il piano di monitoraggio per la componente suolo e sottosuolo dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alla:

- sottrazione di suolo ad attività preesistenti;
- entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare;
- gestione dei movimenti di terra e riutilizzo del materiale di scavo (Piano di Riutilizzo in sito o altro sito del materiale di scavo);
- possibile contaminazione per effetto di sversamento accidentale di olii e rifiuti sul suolo.

L'area effettivamente occupata dalle opere di progetto (piazzola su cui insiste l'aerogeneratore, viabilità di progetto e cavidotti interrati, adeguamento della viabilità locale).

La realizzazione delle opere in progetto prevede varie operazioni, la maggior parte delle quali comporterà, nei confronti della componente ambientale suolo e sottosuolo, impatti generalmente transitori in quanto esse sono limitate alla durata del cantiere. Tali operazioni prevedono anche le azioni di ripristino, necessarie per riportare il territorio interessato nelle condizioni precedenti alla realizzazione dell'opera.

Le attività previste nella fase di cantiere sono:

- adattamento della viabilità esistente per consentire il passaggio degli automezzi adibiti al trasporto dei componenti e delle attrezzature;
- realizzazione della nuova viabilità prevista in progetto;
- preparazione delle piazzole per l'alloggiamento degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori;
- realizzazione delle trincee per la posa dei cavi interrati interni all'impianto.

5.4.1 Attività di monitoraggio

Attività di monitoraggio *ante operam* (AO)

Il monitoraggio *ante operam* consiste nella caratterizzazione delle condizioni che vigono prima della strutturazione dell'opera, anche attraverso una trattazione delle potenziali criticità.

Attività di monitoraggio *in corso d'opera* (AO)

Le operazioni previste in questa fase sono:

- controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo durante le fasi di lavorazione salienti;
- previsione dello stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili, e verificare lo stoccaggio avvenga sulle stesse, inoltre verificare in fase di lavorazione che il materiale non sia depositato

in cumuli con altezze superiori a 1,5 m e con pendenze superiori all'angolo di attrito del terreno;

- verifica delle tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
- al termine delle lavorazioni verifica che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei fenomeni d'erosione, prediligendo interventi di ingegneria naturalistica;
- Verifica al termine dei lavori che eventuale materiale in esubero sia smaltito secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo predisposto ed alle variazioni di volta in volta apportate allo stesso.

Attività di monitoraggio *post operam* (PO)

Le operazioni previste in questa fase sono:

- Verifica dell'instaurarsi di fenomeni d'erosione annualmente e a seguito di forti eventi meteorici;
- verifica con cadenza annuale degli interventi di ingegneria naturalistica eventualmente realizzati per garantire la stabilità dei versanti e limitare i fenomeni di erosione, prevedere eventuali interventi di ripristino e manutenzione in caso di evidenti dissesti.

5.4.2 Parametri di controllo

- Piano di riutilizzo di terre e rocce da scavo;
- Ubicazione planimetrica delle aree di stoccaggio;
- Progetto delle aree da ripristinare;
- Verifica visiva dello stato di manutenzione.

5.4.4 Consumo di suolo

Al fine di valutare il consumo totale di suolo derivante dalla realizzazione dell'opera in oggetto sono state considerate:

- le aree occupate dalle piazzole;
- le aree interessate dalla realizzazione di strade e piste di accesso, passaggio cavidotti (interrati) *ex novo*.

Piazzole

Il progetto prevede la realizzazione di:

- piazzole di assemblaggio degli aerogeneratori di dimensioni variabili e mediamente pari a 30x40 m;
- area di stoccaggio pale di dimensione media pari a 15x50 m, antistante il sito di installazione e funzionale allo stoccaggio temporaneo delle carpenterie metalliche e delle componenti elettromeccaniche dell'aerogeneratore.

Entrambe le geometrie sono comunque variabili a seconda delle condizioni topografiche di sito. In ogni caso, nel *post operam*, la piazzola sarà mantenuta allo scopo di permettere lo svolgimento delle attività manutentive alle torri.

Pertanto, l'occupazione di superficie attribuibile alla strutturazione delle piazzole è stimata in 10.800 m² (1,08ha).

Aree interessate dalla realizzazione di strade e piste di accesso, passaggio cavidotti (interrati) ex novo

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 15-20 km di strade e piste di accesso necessarie per raggiungere gli aerogeneratori, in parte costituite da strade esistenti (in alcuni casi da adeguare) e in parte costituite da percorsi di nuova realizzazione;
- 15-20 km di cavidotto MT costituito da una o due linee in cavo a 30kV affiancato da una linea in fibra ottica di telecomunicazione per lo scambio di segnali tra le WTG e le WTG e la stazione di trasformazione.

Le strade già esistenti e interessate dalla posa cavo nel territorio di Borgia sono:

- Strada "CERASIA" per circa 260 metri lineari;
- Strada "MACCHINE" per circa 770 metri lineari;
- Strada "RIZZO" per circa 4235 metri lineari;
- Strada "SAN FANTINO" per circa 3825 metri lineari;
- Strada "SERRATORE" per circa 1871 metri lineari.

Le strade già esistenti e interessate dalla posa cavo nel territorio di Maida riguardano la sola Strada "VACCARI" per circa 430 metri lineari.

Per quanto riguarda le Strade Provinciali, invece, la posa cavi interessa:

- SP 49: dal km 0+0 al km 5+300;

- SP 57: dal km 2+850 al km 5+100;
- SP 172: dal km 12+600 al km 13+800.

La viabilità di progetto consiste in una serie di strade esistenti e di nuova realizzazione finalizzate al raggiungimento dei siti in cui sono costruiti gli aerogeneratori. Le strade di collegamento interne al sito coincideranno per la maggior parte con la viabilità esistente del Comune di Borgia, che si prevede di assoggettare a qualche circoscritto intervento di adeguamento delle curve o degli elementi interferenti per agevolare il passaggio dei costituenti costruttivi degli aerogeneratori. La viabilità di nuova realizzazione, invece, sarà realizzata nei territori collinari in quei tratti in cui occorre collegare appunto la viabilità esistente con il sito degli aerogeneratori. Essa si compone di strade sterrate da realizzare o in sterro, o in rilevato, o a mezza costa sfruttando e gestendo il terreno scavato in sito e apportando un idoneo pacchetto finale di fondo e sottofondo stradale.

Al fine di valutare il consumo di suolo in funzione della realizzazione di strade, piste e opere di sotterramento dei cavidotti si è distinta la viabilità esistente da quella *ex novo* e successivamente, quest'ultima, categorizzata rispetto alla cartografia CORINE Land Cover (CLC) 2000 IV livello al fine di ottenere una stima di superficie ad habitat naturale perso per la realizzazione dell'opera.

Con un approccio metodologico conservativo (ovvero di stima in eccesso rispetto alla reale superficie consumata) e valutando l'ampiezza delle carreggiate di nuova realizzazione si stima una perdita di superficie pari a 0,8 ha.

Consumo suolo totale

Per quanto fin ora esposto, il consumo di suolo totale dovuto alla realizzazione delle opere in oggetto in fase *post operam*, asseribile al compimento di piazzole e viabilità *ex novo*, è stimabile in 1,9 ha.

Gli ambienti interessati dal consumo di suolo sono riconducibili tutti alla categoria 2 del CLC rappresentate da Superfici Agricole Utilizzate (cod. 2111, 223, 241), ad esclusione di una piccola porzione presso la turbina A41 riconducibile alla categoria 3 del CLC rappresentata da Territori Boscati E Ambienti Semi-Naturali, ossia Macchia bassa e gariga (cod. 3232).

6. MISURE MITIGATIVE E COMPENSATIVE

Le opere di mitigazione e compensazione si fondano sul principio che ogni previsione o progetto di intervento deve perseguire il miglioramento della qualità paesaggistica complessiva dei luoghi, o, quanto meno, cercare di garantire che non vi sia una diminuzione delle sue qualità, pur nelle trasformazioni.

Per quanto concerne l'opera in oggetto si fornisce il piano relativo a:

- Opere compensative sulla componente faunistica;
- Controllo delle specie ruderali;
- Ripristino ambientale;

Indirizzi generali di riferimento

Di seguito si riportano gli indirizzi generali di riferimento:

- adeguata conoscenza degli elementi caratterizzanti il paesaggio

È indispensabile un'approfondita conoscenza e lettura del contesto e delle caratteristiche paesaggistiche specifiche dei luoghi interessati dall'intervento, attraverso le differenti componenti fisico-naturali, storico-culturali, umane, percettive; un'esaustiva interpretazione del paesaggio permette di individuare gli elementi di valore, vulnerabilità e rischio e di valutare in maniera corretta le trasformazioni conseguenti alla realizzazione dell'intervento.

- Interdisciplinarietà e transdisciplinarietà

Ogni intervento sul paesaggio necessita dell'apporto di figure professionali differenti che nella specificità delle rispettive competenze, permettano una visione e una lettura globale di fenomeni e contesto: l'interdisciplinarietà e la transdisciplinarietà discendono direttamente dalla forte complessità implicita nella definizione di paesaggio.

- Utilizzo sostenibile delle risorse disponibili

Nell'ottica di una politica di tutela che promuova uno sviluppo sostenibile è necessario contenerne il più possibile il consumo eccessivo e non giustificato, ad esempio limitando gli interventi sul territorio dal punto di vista dimensionale e promuovendo le operazioni di recupero di manufatti già esistenti, sfruttando al meglio le potenzialità abitative delle aree edificate.

- Rispetto delle caratteristiche orografiche e morfologiche

Ogni intervento sul paesaggio deve correlarsi ed integrarsi in maniera armonica con le caratteristiche orografiche e morfologiche dei luoghi.

- Compatibilità ecologica

Gli interventi dovrebbero essere realizzati in modo da non compromettere l'ambiente e l'equilibrio degli ecosistemi; bisognerà pertanto tener conto delle influenze dell'opera sui meccanismi di funzionamento di questi ultimi, salvaguardare le caratteristiche di naturalità esistenti, promuovere la conservazione della biodiversità e compensare situazioni di degrado; a tal fine si dovrà promuovere

l'introduzione di elementi di naturalità e privilegiare l'utilizzo di tecniche e materiali di basso impatto ambientale e paesaggistico.

- Compatibilità visuale

Le opere dovrebbero avere una bassa incidenza rispetto alle visuali apprezzabili dalle principali percorrenze e rispetto ai punti di osservazione più significativi e dovranno tener conto delle nuove visuali, che vengono a crearsi a seguito dell'intervento. In particolare, dovranno essere privilegiate soluzioni progettuali, che permettano di preservare e contribuiscano a valorizzare la percezione visiva degli elementi più significativi e connotanti il paesaggio.

- Rispetto di elementi, tecniche, materiali tradizionali

La progettazione deve rispettare criteri congruenti con il sito d'intervento, impiegando tipologie, tecnologie costruttive e materiali della tradizione o comunque di provenienza locale, nell'ottica della semplicità e linearità delle scelte.

- Integrazione nel contesto

Considerato che ogni intervento sul territorio può produrre una certa discontinuità con le immediate vicinanze, la progettazione deve prevedere opportuni accorgimenti ed interventi (rinaturalizzazione, mitigazione, compensazione, ecc.), affinché si realizzi l'integrazione dell'opera con il contesto.

6.1 FAUNA

Le misure compensative sulle componenti faunistiche saranno incentrate su:

- ripristino e creazione di habitat idonei;
- predisposizione di siti idonei alla nidificazione/riproduzione.

Per quanto concerne il primo punto si provvederà alla strutturazione *ex novo* (con superficie almeno pari a quella sottratta per le opere infrastrutturali e di connessione) di habitat idoneo, ovvero *patches* prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

Tali ambienti saranno particolarmente vocati per alcune specie caratteristiche dell'area di impianto o per specie potenzialmente presenti, ma non contattate o definite "scarse", spesso di valore conservazionistico come ad esempio: *Falco naumanni*, specie della famiglia degli Alaudidi, specie delle famiglie degli Emberizidi, *Anthus campestris*, *Lanius senator*, *Lanius collurio*, *Lanius minor*, *Burhinus oedicnemus*, *Coracias garrulus* etc.

Una trattazione più completa è riportata nel capitolo relativo al ripristino di suoli naturali con gli eventuali indicatori di risultato di monitoraggio.

Per quanto concerne la predisposizione di siti idonei alla nidificazione/riproduzione si intende realizzare delle opere di compensazione così sintetizzate:

- installazione di n. 200 manufatti ecocompatibili (*nest-box*) finalizzata ad aumentare la disponibilità di siti riproduttivi per specie di rilevante interesse naturalistico;
- installazione di 200 *bat-box* finalizzate all'aumento dei siti di rifugio/riproduzione e di n.3 *bat-house* per specie maggiormente coloniali.

Nest box

Tipologia e predisposizione

Dovranno essere di due diverse misure di fori di entrata:

- di 32 mm di diametro: misura universale che permette l'ingresso alla maggior parte delle specie di piccoli uccelli
- di 26 mm di diametro: misura che permette l'ingresso solo alle cince;
- misure speciali come ad es. di 45 mm per specie come storno, ma che all'occorrenza possono essere utilizzate anche da specie più piccole

Nelle aree boscate e nei giardini le cassette possono essere collocate ad altezza uomo (1,5 m / 2 m) in modo da poterle facilmente controllare e pulire. Nelle aree coltivate è consigliabile collocarle più in alto per ridurre il disturbo provocato dalle attività umane. In tali aree di solito le cassette vengono appese ad una altezza tra i 2,80 e 3,50 m in modo che possano essere raggiunte con una scala a pioli. Non è necessario mettere all'interno alcun materiale.

Numero e distribuzione

Il numero delle cassette dipende dal tipo di habitat. Relativamente a parchi non vi è una prescrizione relativa al numero in quanto determinate specie come ad esempio le cince possono nidificare tra loro in siti prossimi. Nei boschi, invece, secondo l'età e il tipo di alberi e la disponibilità minima di cibo si possono collocare da 1 a 40 cassette nido. Se non si hanno dati di rilievi precedenti si possono distribuire le cassette con il seguente criterio:

- 60% cassette con foro di entrata di 32 mm di diametro;
- 20% cassette con foro di entrata di 26/27 mm di diametro;
- 20% cassette di dimensioni particolari come su descritto.

Non ci si deve aspettare che tutte le cassette siano occupate per la nidificazione. Alcune di esse possono essere utilizzate come ricovero notturno o come deposito per il cibo. Quando il circa il 70% delle cassette è occupato si ritiene raggiunto un risultato ottimale.

Criteri

Orientamento: il foro di entrata dovrebbe essere rivolto a sud est. Tuttavia, se protetto dal vento, l'orientamento non è un fattore vincolante.

Pulizia: a partire da metà settembre si può iniziare a pulire i vecchi nidi. È sufficiente la loro rimozione senza l'uso di prodotti chimici. Solo se la cassetta è particolarmente sporca o infestata da parassiti è bene procedere con spazzola ed acqua con l'eventuale aiuto di un detergente biodegradabile.

Modalità di fissaggio: Per fissare le cassette agli alberi sarebbe bene usare speciali chiodi di alluminio. Contrariamente a quelli di ferro, questi non feriscono l'albero e soprattutto non costituiscono un pericolo per le lame delle seghe e motoseghe quando il legno verrà lavorato. La superficie liscia e non attaccata dalla ruggine ne permette la rimozione anche dopo anni lasciando solo un piccolo foro nel tronco. Le cassette possono essere sganciate e riappese ogni volta senza dover rimuovere il chiodo.

Occupanti indesiderati: talvolta le cassette possono essere occupate da ospiti non desiderati come bombi, vespe, api selvatiche, calabroni, ghiri o altri roditori. Richiamando l'attenzione ad aprire i nidi con la massima prudenza per evitare pericolose punture, ricordiamo che anche questi animali hanno bisogno di protezione e pertanto è bene lasciare la cassetta a loro disposizione senza disturbarli. Poiché nei nostri climi è frequente l'occupazione delle cassette nido da parte di colonie di imenotteri e opportuno richiamare l'attenzione sulla pericolosità di questo evento: subire un attacco al volto, magari in posizione instabile in cima ad una scala, da parte anche di pochi esemplari può avere conseguenze anche tragiche. È quindi bene accertarsi preventivamente a distanza della loro eventuale presenza e comunque aprire le cassette quando le temperature sono basse e gli insetti intorpiditi.

Cassette nuove: è bene collocarle in autunno per fornire riparo notturno agli uccelli durante i mesi invernali. La protezione dal vento e dal freddo nei mesi invernali è talvolta un fattore più importante del cibo per la loro sopravvivenza.

Bat box

Numero e distribuzione

Verranno posizionate 200 bat box in aree considerate vocate, di due tipologie diverse per materiale (legno o cemento-segatura), metodo costruttivo (cassetta o tronchetto) e dimensione dell'entrata in modo da adattarsi a più specie di chiroteri. Nella messa a dimora verranno considerate altezza dal suolo, altezza dal piano di calpestio, orientamento bussolare, ore di sole ricevute, distanza dall'acqua, distanza da alberi e aree verdi, substrato (albero, muro, altro).

Criteri

L'altezza dal suolo deve essere superiore ai 4 metri e, in generale, in un posto tranquillo (poco rumore e poco passaggio di persone o animali che possono favorire anche le installazioni ad altezze inferiori).

L'esposizione al sole, importante soprattutto nei mesi primaverili è fondamentale per favorire le colonie di femmine riproduttive. Oppure, in alternativa, i rifugi devono essere in ombra per favorire la colonizzazione da parte dei maschi. Nel caso che si possano installare due Bat Box nella stessa area è bene diversificare l'afferenza.

I rifugi installati su edifici danno maggior garanzia di sicurezza ai pipistrelli rispetto a quelli installati sugli alberi (per il più difficile accesso da parte di predatori come ghiri, ratti, faine, serpenti e corvidi) e offrono un maggiore volano termico al rifugio che può così beneficiare di un microclima più stabile. La protezione assicurata dalla falda del tetto può inoltre garantire una maggior durata nel tempo del rifugio.

Il *fattore tempo* è molto importante e possono occorrere da pochi mesi fino a tre anni perché i pipistrelli si stabiliscano nel nuovo rifugio.

Evitare le aree illuminate da forti luci durante la notte: confondono i pipistrelli sul momento più opportuno per uscire dal rifugio per andare a caccia di insetti.

Sotto la *bat box* potrebbe accumularsi un poco di guano. Si tratta di materiale secco (la chitina che costituisce l'esoscheletro degli insetti) che risulta inodore e si pulisce facilmente con una semplicità. Sciolto nell'acqua può essere utilizzato come ottimo concime per le piante in vaso.

6.2 PIANO GESTIONE SPECIE RUDERALI

Azioni quali il rimaneggiamento del substrato, la formazione di cumuli di terreno vegetale e/o di terre di scavo, etc., creano condizioni estremamente favorevoli all'ingresso di specie ruderali e generaliste, caratteri tipici delle alloctone invasive, nelle aree di cantiere e nel loro intorno.

Ai fini della tutela della biodiversità, dei processi ecologici e dei servizi ecosistemici dei territori interessati dalla realizzazione di opere come quella in oggetto, è necessario prevedere la gestione delle specie vegetali alloctone invasive.

Particolare attenzione dovrà essere posta successivamente al completamento dell'opera, durante la fase di esercizio, prevedendo la gestione delle specie alloctone nell'ambito del piano di manutenzione di tutte le opere a verde.

In linea generale le azioni per il controllo delle specie ruderali prevedono il controllo e gestione di specie e sottospecie alloctone, al fine di prevenire le alterazioni strutturali e di funzionalità degli ecosistemi, la conflittualità con specie, sottospecie o popolazioni autoctone presenti sul territorio regionale e i rischi di carattere sociosanitario. A tal fine si dovrà prevedere:

- il rilevamento precoce di eventuali colonie locali di specie invasive;
- il controllo demografico delle specie invasive presenti nell'ambito di progetto o insediate durante le fasi realizzative e di esercizio, applicando azioni letali o non letali che minimizzino la capacità invasiva, nel rispetto delle specie non destinatarie di tale misura, dei loro habitat e dei servizi ecosistemici associati;
- il contenimento delle specie invasive, da attuare già nelle fasi di cantiere utilizzando mezzi chimico-fisici o biologici che riducano i rischi di dispersione e diffusione;
- l'eliminazione completa e permanente, dall'ambito di progetto e di insediamento dell'opera, delle popolazioni di specie alloctone invasive;
- il divieto di introduzione di specie vegetali alloctone, anche nella realizzazione di interventi di compensazione ambientale.

Con riferimento alle definizioni riportate nel Regolamento EU 1143/2014, le modalità di intervento prevedono:

- eradicazione: eliminazione completa e permanente della popolazione di una specie esotica invasiva tramite mezzi letali o non letali;
- contenimento: qualsiasi azione volta a creare barriere che riducono al minimo il rischio che la popolazione di una specie esotica invasiva si disperda e si diffonda oltre la zona invasa;
- gestione: qualsiasi intervento letale o non letale volto all'eradicazione, al controllo demografico o al contenimento della popolazione di una specie esotica invasiva, che allo stesso tempo renda minimo l'impatto sulle specie non destinatarie di misure e sui loro habitat.

Il Piano per la gestione delle specie alloctone invasive si articola in tre fasi:

1. la fase preliminare di censimento, antecedente l'avvio dei lavori e focalizzata sull'analisi dello stato di fatto *ante operam* dei territori interferiti;

2. la fase di monitoraggio ante operam e intervento in corso d'opera, che accompagna l'intero percorso di realizzazione, dall'allestimento dei cantieri fino al suo completamento;
3. la fase di verifica post operam per verificare l'assenza di infestanti negli interventi a verde di ripristino e di mitigazione e/o compensazione.

6.2.1 Fase preliminare di censimento

Preliminarmente all'apertura di un nuovo cantiere occorre raccogliere tutte le informazioni necessarie a definire gli elementi di criticità/sensibilità della componente vegetazionale dell'area oggetto di intervento e del suo immediato intorno, in modo da ottenere una fotografia dello stato di fatto di tale componente.

La fase preliminare ha le seguenti finalità:

- Identificare le aree con formazioni vegetazionali o specie floristiche di interesse naturalistico e conservazionistico interferite in maniera diretta o indiretta dalle opere in progetto. Sono aree che necessitano di una particolare tutela rispetto al rischio di invasione da parte di specie alloctone e che di conseguenza dovranno essere costantemente monitorate durante il corso d'opera. Tra queste, rientrano sicuramente le aree oggetto di tutela ai sensi della normativa vigente in materia di aree protette e Siti delle Rete Natura 2000 (direttiva habitat 92/43/CEE) o gli elementi della rete ecologica regionale (RER) e provinciale (REP), ma anche eventuali aree ad elevato grado di naturalità e biodiversità non altrimenti tutelate;
- Censire le specie vegetali alloctone eventualmente presenti, a cura di un naturalista/botanico esperto, individuandone localizzazione e grado di diffusione;
- Raccogliere gli elementi conoscitivi ed operativi necessari per pianificare, prima dell'avvio degli scavi, interventi di contenimento e/o rimozione delle specie alloctone invasive eventualmente individuate;
- Definire i contenuti del programma di formazione destinato agli addetti del cantiere rispetto al riconoscimento delle specie alloctone invasive e alle modalità di segnalazione e gestione delle stesse.

6.2.2 Monitoraggio *ante operam*

La campagna di censimento floristico-vegetazionale condotta per il monitoraggio in fase *ante operam* deve evidenziare la presenza delle specie alloctone invasive nelle aree che saranno oggetto di cantierizzazione e nel relativo intorno, secondo le modalità di seguito specificate:

- Aree di indagine. Il monitoraggio delle specie alloctone deve riguardare tutte le aree di cantiere che saranno oggetto di disturbo, scotico, rimaneggiamento, transito, sosta, etc., comprese le piste, i campi base, le aree tecniche, le aree di deposito dei materiali e di deposito intermedio. Inoltre, è necessario considerare le aree attigue entro un buffer indicativo di 50 m, al fine di verificare da un lato l'eventuale espansione verso l'esterno di specie alloctone rilevate in corrispondenza delle aree di intervento o, dall'altro, evidenziare la presenza di eventuali individui o nuclei porta seme che potrebbero disseminare anche all'interno dell'area di intervento;

- Metodi: il metodo da adottare è quello del rilievo floristico speditivo, utilizzando specifiche schede di rilevamento da compilare in campo. Esse dovranno contenere, oltre ai dati stazionali di base, le seguenti informazioni minime relative alle specie alloctone: specie presenti ripartite negli strati di appartenenza (arboreo, arbustivo, erbaceo), copertura percentuale di ogni specie, altezza media, presenza di rinnovamento e stadio fenologico. Inoltre, in funzione della tipologia di opera e di cantiere (areale o lineare) e delle caratteristiche ambientali, è possibile integrare il monitoraggio con indagini più approfondite della vegetazione, quali rilievi fitosociologici e/o transetti lineari, finalizzate all'analisi della dinamica della vegetazione;
- Frequenza: una tantum prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera, nell'anno precedente all'avvio dei lavori. Nel caso in cui si verifichi un ritardo significativo rispetto al cronoprogramma è necessario prevedere una ulteriore annualità di monitoraggio a ridosso dell'avvio dei cantieri. I rilievi devono essere effettuati durante la stagione vegetativa, indicativamente nel periodo aprile-settembre. Occorre svolgere due campagne di monitoraggio nel corso dell'anno: una tardo-primaverile (maggio-giugno) ed una tardo-estiva (fine agosto-settembre), in modo da rilevare specie sia a sviluppo precoce che tardivo;
- Modalità di restituzione risultati. I risultati della campagna di rilievo su campo andranno inseriti in uno specifico report di monitoraggio. Il report dovrà sintetizzare ed analizzare i dati raccolti nelle schede di campo e riportare per ogni specie alloctona rinvenuta le caratteristiche, la diffusione e la cartografia delle aree interessate da popolamenti densi ed estesi; queste ultime andranno perimetrare su ortofoto georeferenziate o sulla carta di base del DB topografico regionale. Per ogni specie alloctona andranno inoltre proposte idonee modalità di gestione, specificando gli interventi di eradicazione o contenimento da realizzare durante la fase di allestimento dei cantieri. Il report dovrà essere trasmesso alla direzione lavori, che dovrà mettere in atto tali interventi.

6.2.3 Monitoraggio in fase di esercizio

La fase di esercizio è il momento più critico per l'insediamento e la diffusione di specie alloctone invasive. Le alterazioni dell'ambiente naturale indotte dalla realizzazione delle opere creano infatti condizioni ecologiche favorevoli all'attecchimento e alla diffusione di tali specie. I principali fattori predisponenti sono rappresentati dalla rimozione della vegetazione preesistente, con conseguente creazione di superfici di suolo nudo, peraltro oggetto di consistenti movimentazioni, sulle quali le specie alloctone invasive possono facilmente insediarsi (o re-insediarsi) e riprodursi fino a quando il suolo non verrà nuovamente occupato stabilmente da una vegetazione strutturata.

Il Piano di gestione delle alloctone deve prevedere un monitoraggio periodico, da svolgersi secondo le modalità di seguito specificate, del tutto analoghe a quelle previste per il monitoraggio in fase preliminare (cfr. par. 6.2.1), al fine di rendere confrontabili i risultati acquisite durante le diverse annualità.

Il monitoraggio delle specie alloctone invasive deve essere attivato a partire dalle primissime fasi di avvio del cantiere e deve proseguire in maniera periodica e costante fino alla conclusione di tutte le lavorazioni previste, inclusa la realizzazione delle opere accessorie e degli interventi di ripristino e di mitigazione e/o compensazione.

Il monitoraggio si affianca alla sorveglianza operativa, svolta dai lavoratori, che il Piano di gestione delle alloctone deve prevedere come buona pratica di cantiere (cfr. par. 6.2.3.1). Il suo obiettivo è il rilievo precoce di specie alloctone di nuovo impianto e la verifica dello stato delle specie alloctone eventualmente già presenti. Il confronto dei risultati di ogni annualità di monitoraggio e di questi con gli esiti dell'indagine preliminare consente di verificare le eventuali dinamiche di espansione delle specie alloctone già presenti, nonché l'ingresso di nuove specie.

Il monitoraggio in fase di esercizio ha inoltre lo scopo di verificare l'efficacia delle buone pratiche adottate nella fase di cantiere e la loro corretta applicazione. Pertanto, i risultati devono essere valutati anche da questo punto di vista, al fine di apportare, se necessario, eventuali modifiche od integrazioni alle pratiche adottate, ovvero prevedendo ulteriori momenti di formazione o aggiornamento dei lavoratori.

Il monitoraggio in corso d'opera deve avvenire secondo i criteri di seguito specificati:

- Area d'indagine. Il monitoraggio deve riguardare tutte le aree di cantiere che saranno oggetto di disturbo, scotico, rimaneggiamento, transito, sosta..., comprese le piste, i campi base, le aree tecniche, le aree di deposito dei materiali e di deposito intermedio. Inoltre, è necessario considerare le aree attigue all'opera e alle aree di cantiere entro un buffer indicativo di 50 m, al fine di verificare da un lato l'eventuale espansione verso l'esterno di specie alloctone rilevate in corrispondenza delle aree oggetto di intervento o, viceversa, di evidenziare la presenza di eventuali individui o nuclei porta seme che potrebbero disseminare anche all'interno dell'area di intervento;
- Metodi. Il metodo da adottare è quello del rilievo floristico speditivo, utilizzando specifiche schede di rilevamento da compilare in campo. Esse dovranno contenere, oltre ai dati stazionali di base, le seguenti informazioni minime relative alle specie alloctone: specie presenti ripartite negli strati di appartenenza (arboreo, arbustivo, erbaceo), copertura percentuale di ogni specie, altezza media, presenza di rinnovamento e stadio fenologico. Inoltre, in funzione della tipologia di opera e di cantiere (areale o lineare) e delle caratteristiche ambientali, è possibile integrare il monitoraggio con indagini più approfondite della vegetazione, quali rilievi fitosociologici e/o transetti lineari, finalizzate all'analisi della dinamica della vegetazione. I censimenti dovranno essere effettuati a cura di un naturalista/botanico esperto nelle metodiche di rilievo in campo e nel riconoscimento delle alloctone invasive;
- Frequenza. I rilievi andranno effettuati durante la stagione vegetativa, indicativamente nel periodo aprile-settembre, prevedendo di svolgere due campagne di monitoraggio all'anno: una tardo-primaverile (maggio-giugno) ed una tardo-estiva (fine agosto-settembre), in modo da rilevare specie sia a sviluppo precoce che tardivo;
- Modalità di restituzione risultati. I risultati della campagna di rilievo su campo andranno inseriti in uno specifico report di monitoraggio. Il report dovrà sintetizzare ed analizzare i dati raccolti nelle schede di campo e riportare per ogni specie alloctona rinvenuta le caratteristiche, la diffusione e la cartografia delle aree interessate da popolamenti densi ed estesi; queste ultime andranno perimetrate su ortofoto georeferenziate o sulla carta di base del DB topografico regionale.

6.2.3.1 Buone Pratiche

Si riporta di seguito una disamina delle buone pratiche finalizzate a prevenire l'insediamento ed eventualmente a controllare la diffusione delle specie alloctone invasive nelle aree di cantiere e in quelle limitrofe.

Si ricorda l'importanza dell'attuazione di un programma di formazione e coinvolgimento delle maestranze di cantiere a cui spetta l'applicazione delle buone pratiche di seguito descritte e, quindi, la loro efficacia.

Pulizia dei mezzi di cantiere. Spesso le specie alloctone vengono introdotte o trasportate dai mezzi utilizzati per i lavori di cantiere (ad esempio i mezzi utilizzati per le lavorazioni e per lo sfalcio dei margini delle strade, delle aree di cantiere, dei cumuli o in ambienti ripariali).

I semi o parti vitali di piante (es. radici) adese ai macchinari e trasportati dagli stessi possono rappresentare sorgenti di diffusione. Pertanto, è necessario che venga posta particolare cura alla pulizia delle macchine operatrici, in particolare delle parti a contatto con il terreno, come pneumatici, telai e organi lavoranti, sia in ingresso sia in uscita dai cantieri. La pulizia deve avvenire in aree dedicate, opportunamente impermeabilizzate e nelle quali sia prevista la raccolta e la filtrazione delle acque di lavaggio, in modo da evitare la dispersione dei semi e dei propaguli dilavati. Inoltre, occorre verificare che i mezzi provenienti da altri cantieri siano stati sanificati.

Movimentazione di materiali inerti e suoli. La movimentazione di materiali inerti e di terreno rappresenta una importante via di introduzione o di diffusione secondaria delle specie alloctone, in quanto semi o altre parti vitali possono essere trasportati insieme ad essi. Tale criticità assume particolare rilevanza in caso di cantieri localizzati all'interno o in prossimità di aree di rilevanza naturalistica. Si ricorda che è preferibile evitare l'introduzione di suoli provenienti dall'esterno che potrebbero essere contaminati da elementi vitali di specie alloctone.

Gestione dei materiali di scotico e delle superfici nude. Al fine di prevenire l'insediamento e la colonizzazione di specie alloctone sui cumuli di terreno stoccato, una buona pratica consiste nel provvedere al mantenimento o alla rapida ricostituzione di una copertura vegetale autoctona, mediante interventi di inerbimento con semina e/o idrosemina. Tali interventi dovrebbero riguardare non solo i cumuli ma più in generale tutte le superfici nude, compatibilmente con le attività di cantiere.

L'inerbimento deve prevedere l'uso di un miscuglio ad elevata biodiversità di specie autoctone (in particolare graminacee e leguminose), coerenti con le caratteristiche fisiche ed ecologiche del sito di intervento, che consenta di raggiungere la doppia finalità di realizzare una copertura densa ed efficace rispetto all'insediamento di eventuali specie alloctone e di favorire, con il successivo riutilizzo dello scotico, il ripristino della flora autoctona locale.

La tecnica migliore per l'inerbimento è l'utilizzo di fiorume raccolto in loco. L'intervento richiede una opportuna pianificazione in modo da consentire la preparazione dei quantitativi necessari (individuazione prati donatori e raccolta) nelle tempistiche richieste. Attualmente tutto il fiorume prodotto viene commercializzato ed impiegato entro un anno dalla raccolta, ma è possibile prevedere in caso di necessità (cantieri aperti) l'espansione della produzione.

Si può prevedere, in alternativa, una semina/idrosemina con specie a rapido insediamento (es. loglio e trifoglio), che garantiscono una immediata copertura della superficie e che, in un secondo tempo, vengono sostituite dalla colonizzazione spontanea delle specie autoctone. Tuttavia, in caso di inerbimento a lungo termine e in corrispondenza di contesti di pregio naturalistico è preferibile impiegare miscugli di sementi autoctone in quanto le varietà commerciali di loglio e trifoglio possono generare criticità ambientali, quali inquinamento genetico ed interferenze con successioni spontanee. Inoltre, i miscugli devono contenere principalmente graminacee e leguminose che hanno caratteristiche biotecniche complementari: le radici fascicolate delle graminacee formano un feltro vivo, mentre le leguminose presentano apparati fittonanti che lo fissano con “chiodi vivi”, oltre a garantire un buon apporto azotato al suolo.

La composizione della miscela e la quantità devono essere stabilite in funzione del contesto ambientale ossia delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione e dovranno essere certificate la provenienza delle sementi, la composizione della miscela, il grado di purezza ed il grado di germinabilità.

Nel caso in cui la germinazione risultasse carente, l'intervento dovrà essere ripetuto sino ad ottenere una copertura soddisfacente.

Indicazioni più dettagliate sugli interventi di inerbimento possono essere trovate nel documento elaborato da ISPRA “Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari 65.3/2010”.

Il ricorso alla tecnica di inerbimento deve essere valutato in funzione della permanenza dei cumuli e della stagione in cui avviene lo stoccaggio. Per superfici di suolo nudo relativamente piccole, in alternativa all'inerbimento, è possibile prevedere l'utilizzo di teli pacciamanti che proteggono efficacemente rispetto all'insediamento di specie alloctone. Questa tecnica mostra, inoltre, un'eccellente capacità nel determinare il disseccamento completo di molte specie erbacee e, in parte, anche arbustive. Può essere impiegata per la pulizia di piccole superfici colonizzate da specie alloctone.

Per quanto riguarda le modalità di stoccaggio del suolo, si raccomanda che gli accumuli temporanei di terreno vegetale non superino i 2-3 metri di altezza, onde evitare eccessiva compressione ed anossia degli strati più profondi (se l'altezza del cumulo dovesse superare i 3 metri predisporre opportuni terrazzamenti), e abbiano pendenze in grado di garantire la loro stabilità (30° o 40° al massimo) e di favorire il corretto inerbimento, evitando il dilavamento della semina. Per la loro manutenzione i cumuli dovrebbero essere dotati di strade di servizio perimetrali che ne garantiscano l'accesso.

Rimozione precoce. Nel caso in cui durante le attività di cantiere venga rilevata la presenza di nuovi individui o nuclei di specie alloctone è necessario provvedere alla loro immediata eliminazione. La rimozione tempestiva comporta i seguenti principali vantaggi:

- maggiore efficacia, in quanto intervenendo ai primi stadi di attecchimento e sviluppo la pianta non ha tempo e modo di crescere e di diffondersi nell'ambiente circostante;

- risparmio economico, in quanto è ovviamente più semplice e rapido asportare un singolo esemplare giovane rispetto ad un individuo adulto o ad un popolamento esteso, ed è più semplice la gestione dei residui vegetali;
- maggiore tutela delle cenosi naturali presenti nell'intorno delle aree di cantiere in quanto non si lascia il tempo alla specie invasiva di disperdere i semi/propaguli vitali ed espandersi.

Nel Piano di gestione delle alloctone deve essere contenuto un protocollo operativo per le operazioni di rimozione precoce, che definisca principalmente:

- le modalità di raccolta delle segnalazioni e attivazione delle operazioni di rimozione;
- il personale addetto all'esecuzione delle operazioni, che può essere interno se opportunamente formato sulla tematica delle specie alloctone, oppure esterno specializzato;
- le modalità di registrazione dell'intervento effettuato, possibilmente tramite una apposita scheda in cui vengano inserite la specie, la superficie interessata e la sua localizzazione, la tecnica di rimozione impiegata, le modalità di smaltimento dei residui vegetali;
- l'applicazione delle misure di contenimento previste per le specie alloctone con rischio sanitario.

In termini generali, il controllo meccanico (vedi capitolo misure contenimento seguente) è il metodo più immediato e idoneo per eliminare i primi focolai di alloctone e deve garantire, ove possibile, la rimozione di tutte le parti vitali, compreso l'apparato radicale (fondamentale per specie che si propagano anche per via vegetativa, quali per esempio *Ailanthus altissima*), al fine di limitare il rischio di ripopolamento del sito o una ulteriore diffusione. Ad esempio, per *Ailanthus altissima* l'estirpazione delle plantule effettuata ai primi stadi di invasività produce risultati soddisfacenti.

Gestione regolare. La gestione regolare della vegetazione (ad es. attraverso lo sfalcio, il taglio o l'estirpo periodico e regolare) di tutte o parte delle aree di cantiere, individuate in funzione delle lavorazioni, è uno dei possibili metodi di contenimento delle specie alloctone invasive. Il taglio frequente riduce progressivamente la capacità di accrescimento delle piante, impedendo il raggiungimento della maturità riproduttiva ed evitando così la possibilità di produrre semi e di diffonderli nelle aree adiacenti.

Il numero e la frequenza degli interventi devono essere valutati con i tecnici competenti in quanto dipendono da diversi fattori, tra cui principalmente:

- le caratteristiche microclimatiche locali e l'andamento meteorologico stagionale (in particolare precipitazioni e temperature);
- le caratteristiche delle specie alloctone presenti nelle aree di intervento (come da esiti dell'indagine preliminare), in quanto occorre verificare la loro fenologia e che non vi siano specie caratterizzate da una elevata capacità di riprodursi vegetativamente, per le quali il taglio favorisca la formazione di ricacci e polloni;
- la possibilità di accesso a tutte le aree di cantiere (es. in alcuni casi sono state osservate dune con collocazione e pendenze tali da impedire l'accesso dei mezzi per la manutenzione del verde);
- la possibilità di recuperare e distruggere tutti i propaguli prodotti dal taglio, altrimenti lo sfalcio può essere controproducente.

Aree esterne al cantiere. In caso di presenza di nuclei di specie alloctone invasive in aree esterne prossime al cantiere, è opportuno promuovere azioni di contenimento/eradicazione, fermo restando la possibilità di accesso a tali aree in termini sia logistici che amministrativi.

Questa modalità operativa è auspicabile anche nei casi in cui i rilievi eseguiti nel corso delle campagne di monitoraggio della vegetazione previste dal PMA rilevassero criticità nei punti di monitoraggio esterni alle aree di competenza dell'opera.

6.2.4 Monitoraggio *post operam* e ripristino delle aree di cantiere

Durante la fase di *post operam*, che dovrà avere una durata di almeno 24/48 mesi successivamente all'entrata in esercizio dell'opera, occorre proseguire il monitoraggio delle specie alloctone sia nelle aree oggetto di ripristino e di opere di mitigazione/compensazione sia nelle aree non oggetto di ripristino ma in cui è stato applicato il monitoraggio in corso d'opera. Le modalità di svolgimento del monitoraggio sono le medesime riportate al par. 6.2.3 (Monitoraggio in corso d'opera).

Nel caso dei ripristini, le opere a verde richiedono un lasso di tempo più o meno lungo (a seconda della tipologia) per potersi sviluppare e raggiungere quel grado di copertura e di struttura/complessità indispensabili a contrastare l'insediamento delle alloctone. Nei primi anni la manutenzione ordinaria dovrà quindi tenere conto degli esiti del monitoraggio *post operam* delle specie alloctone invasive, al fine di garantire l'efficacia dei ripristini e delle mitigazioni/compensazioni. In particolare, si dovrà verificare che le fallanze dovute al mancato attecchimento degli impianti, la mancata germinazione delle sementi o i ritardi di sviluppo, non lascino nicchie libere per l'insediamento di specie alloctone invasive.

6.3 RIPRISTINO AMBIENTALE

Il ripristino ambientale sarà garantito attraverso degli interventi di *restoration ecology* che hanno come obiettivo primario la restituzione di un ecosistema in grado di riacquisire in tempi più o meno rapidi l'integrità ecologica intesa come "la capacità di un ecosistema di sostenere e mantenere una comunità adattativa ed equilibrata di microrganismi aventi una composizione di specie, diversità e funzioni paragonabile a quella degli habitat naturali all'interno di una regione".

Il recupero naturale di habitat alterati a seguito dell'intervento da parte dell'uomo, avviene secondo dinamiche che possono richiedere tempi molto lunghi, superiori anche a diverse decine di anni, soprattutto se l'impronta dell'intervento ha causato il rimaneggiamento del substrato e di conseguenza la quasi scomparsa della banca seme e la rimozione degli apparati radicali. Per questi motivi gli interventi di *restoration ecology* sono volti ad accelerare intenzionalmente il processo di recupero, focalizzando l'attenzione sulle funzioni dell'ecosistema, con l'obiettivo di ottenere un sistema che sia in grado di proseguire nell'evoluzione senza ulteriori interventi da parte dell'uomo.

Al fine di ridurre gli impatti delle opere in oggetto sulle proprietà del suolo e sul ciclo idrologico, un approccio efficace è quello di implementare le buone pratiche di gestione del suolo durante le fasi di progettazione, costruzione e gestione delle superfici.

La mancata applicazione di buone pratiche di gestione per il mantenimento e/o il ripristino della qualità del suolo, può causarne alterazioni nelle caratteristiche fisiche, nella biologia e nel contenuto di sostanza organica, tali da rendere queste superfici difficilmente recuperabili, se non con ingenti investimenti di risorse. Diversamente l'utilizzo di opportune tecniche di gestione per il ripristino di suoli di buona qualità consente di ridurre il deflusso superficiale e i processi erosivi, creare substrati idonei alla crescita vegetale, con un successivo minore dispendio di acqua e risorse. I suoli di qualità rappresentano quindi un vantaggio non solo ambientale ma anche di natura economica in quanto richiedono minori costi di gestione. In definitiva, una corretta gestione del suolo rappresenta un elemento chiave nei programmi di ripristino ambientale.

Gli indicatori primari, nell'ottica di un ripristino sostenibile del suolo, in considerazione degli impatti che le opere in oggetto possono generare sono rappresentati da:

- qualità del suolo;
- capacità d'uso dei suoli;
- funzioni del suolo e servizi ecosistemici.

Qualità del suolo

Un suolo di qualità (in salute) è in grado di fornire in modo continuativo servizi essenziali per le attività umane e la sopravvivenza degli ecosistemi e di mantenere le sue funzioni specifiche anche in condizioni di perturbazione o in risposta a cambiamenti esterni. È in grado quindi, di garantire l'infiltrazione, la ritenzione idrica e la regolazione del ciclo degli elementi nutritivi al fine di sostenere in modo ottimale la crescita di specie erbacee ed arboree, le quali intercettando le precipitazioni, riducono la quantità d'acqua che arriva al suolo, contribuendo a ridurre il rischio di erosione. Diversamente un suolo di scarsa qualità, non in salute e degradato, non sarà in grado di funzionare correttamente e quindi non potrà espletare al meglio le sue funzioni.

La valutazione della qualità del suolo e della direzione del suo cambiamento nel tempo costituisce un fondamentale strumento di programmazione per il ripristino e la conservazione della fertilità, per la difesa dall'impatto di fattori antropici e non, per la programmazione nell'uso del suolo e del territorio secondo forme di gestione compatibili con l'utilizzo attuale e futuro.

La valutazione della qualità del suolo viene normalmente effettuata mediante l'impiego integrato di indicatori agroambientali, normalmente individuati tra le variabili fisiche, chimiche e biologiche del suolo, opportunamente selezionati in relazione alle specifiche problematiche ambientali di un territorio ed alle sue possibili forme d'uso.

L'utilizzo degli indicatori trova applicazione sia nelle indagini preliminari (al fine di valutare le condizioni del suolo *ante operam* per orientare e pianificare il ripristino) sia nella fase di monitoraggio *post operam* (per valutare la riuscita dell'intervento e pianificare eventuali interventi di correzione/manutenzione).

Di seguito vengono riportati alcuni esempi di indicatori per la valutazione della qualità del suolo.

Esempi di indicatori fisici:

- *Tessitura del suolo*: distribuzione per classi di grandezza delle particelle elementari del suolo (sabbia, limo, argilla) all'interno della terra fine (frazione < 2mm) (AA.VV. 2006). La tessitura è un parametro molto importante, in quanto influenza molteplici proprietà chimico-fisiche del suolo tra cui:
 - la struttura e la porosità, regolando quindi la circolazione dell'aria e dell'acqua, nonché la ritenzione idrica;
 - la coesione, la durezza, la plasticità e l'adesività del suolo (influenzando quindi la lavorabilità e la percorribilità);
 - la capacità di scambio cationico (CSC) e la quantità di ioni disponibili nella soluzione circolante del suolo per la nutrizione vegetale.

- *Densità apparente (bulk density)*: parametro fisico che rappresenta la massa per unità di volume di suolo (compresi i vuoti), espresso solitamente in t/m^3 , kg/dm^3 o g/cm^3 (MATTM 2018). Strettamente legata alla porosità e quindi al grado di compattamento del suolo, la densità apparente influenza molteplici proprietà tra cui:
 - disponibilità di aria e acqua;
 - struttura del suolo;
 - lavorabilità e percorribilità;
 - infiltrazione e ritenzione idrica;
 - ambiente di sviluppo degli apparati radicali;
 - nutrizione vegetale.

Esempi di indicatori chimici:

- *Carbonio organico*: contenuto di carbonio organico del suolo svolge molteplici e fondamentali funzioni nutrizionali e strutturali, influenzando significativamente le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo. Un basso contenuto di carbonio organico sono generalmente indica bassa fertilità e biodiversità, perdita di struttura del suolo che si traduce in una diminuzione della capacità di ritenzione idrica, e in un aumento della densità apparente e del grado di compattamento. Il contenuto di carbonio organico influenza profondamente molteplici fattori tra cui:
 - la struttura;
 - la densità apparente;
 - la ritenzione idrica;
 - il colore e la capacità termica;
 - l'attività microbica;
 - la dinamica degli elementi nutritivi del suolo;
 - la CSC e il pH.

- *Reazione del suolo (pH)*: espressa dal valore del pH (logaritmo negativo in base 10 della concentrazione in moli L⁻¹ di ioni H⁺ presenti nella fase liquida ottenuta dall'agitazione del suolo in acqua o soluzione salina) il quale generalmente varia nei suoli tra 4,0 e 8,5. Il pH è quindi un indicatore di acidità o alcalinità in grado di influenzare molteplici proprietà del suolo tra cui:
 - disponibilità dei nutrienti;
 - crescita e selezione delle specie vegetale;
 - attività microbica;
 - solubilità dei minerali;
 - solubilità e biodisponibilità di ioni tossici;
 - stabilità degli aggregati, grado di compattamento, ecc.

- *Calcare totale e calcare attivo*:

Il calcare totale rappresenta la componente minerale del suolo costituita prevalentemente da carbonati di calcio, magnesio e sodio. Considerando che il carbonato di calcio (CaCO₃) è dominante rispetto agli altri carbonati, normalmente il calcare totale fa riferimento soprattutto al contenuto di CaCO₃.

Il calcare attivo rappresenta invece il carbonato di calcio presente nel suolo che per le sue caratteristiche (natura chimica, cristallinità, ecc..) risulta essere maggiormente reattivo. In generale la presenza di carbonati nel suolo, ed in particolare del carbonato di calcio attivo, influisce su alcune proprietà tra cui:

- formazione degli aggregati e della struttura;
 - disponibilità dei nutrienti;
 - reazione del suolo.
- *Capacità di Scambio Cationico (CSC)*: capacità che hanno le superfici organiche e minerali del suolo di trattenere, attraverso forze elettrostatiche, i cationi (carichi positivamente) e di renderli successivamente disponibili per la nutrizione vegetale; misura la quantità di siti aventi carica negativa delle superfici degli scambiatori del suolo, le quali sono in grado di ritenere (e rilasciare) alcuni elementi fondamentali per la nutrizione vegetale, quali calcio, magnesio e potassio. Un suolo avente elevata CSC ha una maggiore capacità di reintegrare nella fase liquida i cationi assorbiti dalle radici o persi per lisciviazione.

Esempi di indicatori biologici

- *Indice QBS-ar*: è un indice basato sul grado di adattamento di più gruppi di artropodi (Isopodi, Acari, Collemboli, Sinfili, ecc.) alle condizioni ambientali. Questo comporta l'introduzione del concetto di "forme biologiche", ovvero un insieme di organismi che presentano determinate modificazioni delle strutture morfologiche finalizzate a adattarsi all'ambiente in cui vivono. Ad ogni gruppo, quale parametro di misura del valore ecologico, è attribuito un punteggio, l'indice ecomorfologico (EMI), che può variare da un minimo di 1, attribuito alle forme poco o nulla adattate alla vita edafica, ad un massimo di 20 per le forme che presentano il massimo adattamento alla vita edafica. Maggiore è il grado di adattamento dei microartropodi al suolo

e minore è la loro capacità di abbandonare il suolo in condizioni sfavorevoli. La presenza/assenza degli organismi adattati diventa un buon indicatore del livello di disturbo del suolo;

- *Respirazione del suolo*: è uno dei parametri più utilizzati per quantificare l'attività microbica del suolo. Essa stima l'attività metabolica della popolazione microbica del suolo attraverso la misurazione della CO² prodotta dall'ossidazione della sostanza organica. La respirazione del suolo permette quindi di valutare la variazione nella popolazione microbica, la quale è influenzata da molteplici fattori quali l'umidità, la temperatura, la struttura del suolo, il contenuto di sostanza organica, etc. La respirazione del suolo viene utilizzata per valutare gli effetti dei trattamenti e delle tecniche colturali (es. l'apporto di pesticidi);
- *Conta dei lombrichi*: test semplice da utilizzare in campo, ma che fornisce una valutazione preliminare dello stato di salute di un suolo, consentendo di avere indicazioni sulla struttura e sulla dotazione di carbonio. L'attività dei lombrichi, infatti, garantisce una buona aerazione e circolazione dell'acqua, facilitando inoltre la penetrazione delle radici nel suolo. La valutazione si basa sul conteggio degli individui osservabili, il cui numero è influenzato dalle condizioni stagionali, dall'umidità e dalla reazione del suolo.

Capacità d'uso dei suoli (CSC)

La CSC è la capacità che hanno le superfici organiche e minerali del suolo di trattenere, attraverso forze elettrostatiche, i cationi (carichi positivamente) e di renderli successivamente disponibili per la nutrizione vegetale (Celi e Bonifacio 2016).

Funzioni del suolo e Servizi Ecosistemici

La qualità del suolo fa riferimento alla sua capacità di fornire e supportare una serie di servizi ecosistemici e funzioni d'interesse per l'uomo e per il mantenimento della salute dell'ecosistema. La fornitura di questi servizi e funzioni dipende anche dall'uso del suolo (e.g. agrario, zootecnico, urbano, forestale, ricreativo). A causa della significativa interconnessione, le pratiche gestionali atte a valorizzare alcuni servizi ecosistemici possono metterne a repentaglio altri o causare processi degradativi (e.g. erosione accelerata, inquinamento dei corpi idrici, perdita di biodiversità). Il *Millennium Ecosystem Assessment* del 2005 definisce i servizi ecosistemici come i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano, tra questi:

- supporto alla vita (es. formazione del suolo);
- approvvigionamento (es. produzione di cibo);
- regolazione (es. regolazione del clima);
- valori culturali (es. paesaggio).

6.3.1 Superfici individuate per le azioni di compensazione

Sulla base di quanto riportato nel paragrafo 5.4.4, considerando la realizzazione delle piazzole e dei tratti *ex novo* di viabilità interna al parco, si stima un consumo di suolo è pari a circa 1,9 ha; tali superfici sono riconducibili alla categoria 2 del CLC “Superfici Agricole Utilizzate” (cod. 2.1.1.1, 2.2.3 e 2.4.1), ad esclusione di una piccola porzione presso la turbina A41 riconducibile alla categoria 3 del CLC “Territori Boscati E Ambienti Semi-Naturali, ossia Macchia bassa e gariga” (cod. 3.2.3.2).



Figura 6.3.1.A – Aree destinate agli interventi di compensazione

Al fine di espletare l'azione di *restoration ecology* è stata individuata un'area di circa 2 ha, localizzata nei pressi della sottostazione elettrica, ricadente nelle particelle n.190, n.191, n.192 e n.193 del Foglio n.49 del comune di Maida (Fig. 6.3.1.A, Tab. 6.3.1.a). Tale area è categorizzata secondo il CLC come “Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti” (cod. 2.4.3; Fig. 6.3.1.B).

Tabella 6.3.1.a – Categorizzazione particelle

Comune	Foglio	Particelle	Superficie (ha)	Codice CLC
Maida (E834) (CZ)	n. 49	n. 190	0,48	2.4.3.
Maida (E834) (CZ)	n. 49	n. 191	0,52	2.4.3.
Maida (E834) (CZ)	n. 49	n. 192	0,96	2.4.3.
Maida (E834) (CZ)	n. 49	n. 193	0,03	2.4.3.



Figura 6.3.1.B – Corine Land Cover delle aree destinate agli interventi di compensazione

6.3.2 Caratterizzazione e gestione del suolo in fase *ante-operam*

In fase preliminare, tramite sopralluoghi in loco e ricerca documentale, vanno raccolte tutte le informazioni utili a definire adeguatamente le caratteristiche del sito. Nelle fasi preliminari della progettazione, laddove sia realizzabile, è utile un'analisi storica dell'area con l'obiettivo di conoscere le caratteristiche e il tipo di utilizzazione effettuata precedentemente. Un'accurata indagine preliminare permette di avere una conoscenza globale delle aree interessate dal cantiere e delle eventuali problematiche presenti, consentendo non solo di orientare al meglio le scelte in fase progettuale, ma anche di migliorare la gestione dell'intervento in corso d'opera, valutare la riuscita del ripristino e indirizzare gli interventi di correzione/manutenzione in fase di monitoraggio. Di seguito si riportano le indagini preliminari necessarie alla pianificazione dell'intervento di ripristino.

Rilevamento piano altimetrico e rappresentazione cartografica dell'area

Indagine preliminare delle cartografie e successivi rilievi in campo volti all'individuazione delle seguenti informazioni relative all'area:

- esposizione;
- pendenza;
- dimensioni area;
- opere di contenimento e copertura del suolo presenti (es. muri di sostegno, vegetazione arborea/arbustiva/erbacea).

Indagini geologiche e geotecniche

Una conoscenza preliminare della geologia e dei litotipi è fondamentale, in quanto tali aspetti assumono grande importanza nelle fasi di ricostituzione del suolo. Le lavorazioni in corso d'opera possono talvolta interessare gli orizzonti profondi del suolo, che sono generalmente più ricchi di scheletro (frazione grossolana del suolo di dimensioni superiori ai 2 mm) che deriva in massima parte dalla degradazione fisica della roccia madre. La successiva alterazione dei minerali di questa frazione granulometrica è alla base della pedogenesi; pertanto, le proprietà dei litotipi sono fondamentali per la conoscenza dei suoli e della loro evoluzione. In particolare, la maggiore o minore velocità di alterazione dei minerali e dunque la loro stabilità, dovuta non solamente alla struttura cristallina di molti di essi, ma anche all'ambiente di alterazione, influenza la neogenesi dei minerali argillosi, argille fillosilicatiche e ossidrossidi di ferro e alluminio, che sono una delle fasi fondamentali per la funzionalità/fertilità del suolo. Inoltre, come è noto, la natura della roccia madre può condizionare anche la tipologia delle associazioni vegetali che possono insediarsi sul suolo che vi si origina.

Indagini idrogeologiche e climatiche

Nelle fasi di ricostituzione del suolo l'irrigazione può rivelarsi fondamentale soprattutto nelle fasi immediatamente successive alla semina per permettere ai semi di attecchire più rapidamente al substrato ed eventualmente sostenere la vegetazione nascente in caso di stress idrico. Studi specifici relativi alla climatologia delle aree di intervento, integrati da valutazioni della capacità di ritenzione idrica del suolo, possono fornire importanti indicazioni circa l'opportunità o meno di realizzare

impianti irrigui e/o irrigazioni di soccorso. La stima del contenuto d'acqua disponibile nel suolo, in particolare, può fornire indicazioni per la gestione del miglioramento e per la scelta delle specie da utilizzare negli interventi per il ripristino della componente vegetale.

Indagini pedologiche

Se il progetto di ripristino prevede, per tutta o almeno per parte dell'area interessata dai lavori necessari alla realizzazione dell'infrastruttura, la ricostituzione di un suolo simile a quello esistente prima degli interventi, è evidente che è necessario conoscere i tipi di suoli preesistenti e la loro distribuzione sul territorio. Il processo più lineare per avere tale informazione prevede la disponibilità di una cartografia dei suoli dell'area di dettaglio adeguato (1:50.000 – 1:10.000).

Qualora tale cartografia non fosse disponibile occorre effettuare una specifica indagine pedologica, differente in funzione delle caratteristiche delle diverse aree d'intervento:

- cantieri industriali fissi (es. impianti betonaggio): per ciascuna delle aree potrà essere realizzata la cartografia dei suoli in scala 1:10.000, al fine di caratterizzare con precisione la consistenza e le caratteristiche della copertura pedologica esistente;
- infrastruttura in via di realizzazione: per ciascuna area potrà essere realizzata la cartografia dei suoli in scala 1:25.000 per un'ampiezza variabile in funzione del tipo di opera (es. 200 m);
- aree di elevato valore naturalistico: l'indagine sul suolo può accompagnarsi ad indagini di altre componenti ambientali (es. vegetazione), applicando eventualmente indici specifici quali ad esempio le forme di humus.

6.3.3 Caratterizzazione e gestione del suolo *in corso d'opera*

Nel corso dei sopralluoghi le aree devono essere esaminate per quanto riguarda la congruità dei lavori eseguiti rispetto alle esigenze di conservazione dei suoli sia all'interno che all'esterno delle aree stesse, in riferimento alla fase di esercizio e al futuro ripristino.

Al fine di raggiungere gli standard qualitativi del suolo obiettivo nella fase *post operam*, le buone pratiche di gestione possono essere applicate in modo selettivo nelle diverse aree dello stesso cantiere. Ad esempio, se un suolo è stato adeguatamente protetto dai disturbi e dal compattamento durante i lavori, potrebbe verosimilmente già raggiungere gli standard qualitativi minimi previsti e non necessitare pertanto di restauro, consentendo quindi un abbassamento dei costi. In sede preliminare è opportuno quindi individuare le aree ove non vi sia la necessità di asportare il suolo, valutando altresì l'eventuale presenza di vegetazione arborea ed arbustiva, la quale dovrà essere adeguatamente protetta durante l'esecuzione dei lavori.

Durante la pianificazione del cantiere sarà quindi opportuno individuare diverse aree all'interno delle quali valutare l'applicazione selettiva delle pratiche di gestione del suolo. Di seguito si riportano le procedure per una corretta gestione del suolo in corso d'opera.

Protezione del suolo e delle piante *in situ*

Proteggere dal compattamento e dall'erosione il suolo esistente delimitando le aree con barriere geotessili, provvedendo alla posa di materiale protettivo (geotessile) e realizzando opere di regimazione delle acque;

- realizzare aree di protezione per la vegetazione arborea esistente: per il dimensionamento dell'area si consiglia di applicare una distanza di almeno 6 cm dal tronco per ogni cm di diametro del fusto (City of Toronto 2010);
- se il suolo dell'area di protezione della pianta è compattato eseguire una scarificazione per aumentare la permeabilità;
- nell'area di protezione della pianta deve essere presente uno strato di almeno 5-10 cm di lettiera (strato costituito da foglie e residui vegetali a diverso grado di decomposizione), in caso di assenza apportare 2-3 cm di compost seguito da uno strato di 5 cm di pacciamatura;
- in casi particolari (es. piante di grandi dimensioni o di particolare pregio o importanza), ove possibile sarebbe opportuno limitare il transito dei macchinari ad 1 metro di distanza dal limite della chioma.

Asportazione e conservazione del *topsoil*

- Valutare le condizioni di umidità del suolo per non degradarne la struttura e quindi alterarne, in senso negativo, le caratteristiche idrologiche (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti, inidonei allo sviluppo degli apparati radicali;
- separare gli orizzonti superficiali (orizzonti A generalmente corrispondenti ai primi 20-30 cm), dagli orizzonti minerali sottostanti (orizzonti B e/o C a profondità > di 30 cm);
- eseguire una vagliatura prima del deposito al fine di separare il pietrame più grossolano da utilizzare come fondo del cumulo per favorire lo sgrondo dell'acqua.

Gli orizzonti più superficiali del suolo presentano le condizioni ottimali per l'insediamento delle specie autoctone nel caso di riutilizzo di materiale vegetale locale, ma anche per la germinazione delle specie commerciali. Essi possono contenere, inoltre, una banca seme molto ricca e materiale per la propagazione per via vegetativa, presupposto essenziale ad un inerbimento spontaneo con specie native, solitamente assenti nei miscugli commerciali.

Stoccaggio provvisorio

- Separare gli orizzonti superficiali da quelli profondi; eventualmente, se presenti, separare anche i materiali vegetali superficiali più o meno decomposti (lettiera) dal *topsoil*. I materiali vegetali con diametro > di 30 cm vanno anch'essi separati;
- selezionare la superficie sulla quale s'intende realizzare il deposito, in modo che abbia una buona permeabilità e non sia sensibile al costipamento; eventuale posa a terra di uno strato protettivo;

- realizzare cumuli distinti (in funzione del materiale, ovvero lettiera, *topsoil*, strati minerali, materiale vegetale di grosse dimensioni) di forma trapezoidale di altezza non superiore ai 1,5-2,5 m d'altezza, rispettando l'angolo di deposito naturale del materiale e tenendo conto della granulometria e del rischio di compattamento;
- impedire l'erosione attraverso corrette opere di regimazione delle acque e proteggendo lo strato organico superficiale;
- impedire il compattamento del suolo senza ripassare sullo strato depositato;
- preservare la fertilità del suolo seminando specie leguminose con possibilità di effettuare inerbimento in caso di interventi di lunga durata;
- monitorare ed eliminare eventuali sversamenti.

6.3.4 Caratterizzazione e gestione del suolo in fase *post operam*

Nella fase *post operam* il monitoraggio dovrà verificare che il ripristino delle aree temporaneamente occupate sia stato realizzato correttamente. La capacità di utilizzo delle aree e la loro funzionalità dovranno corrispondere alla situazione *ante operam*. Sarà altresì necessaria la verifica di un eventuale peggioramento delle proprietà fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità, consistenza) a seguito di non corrette modalità di ripristino. Di seguito si riportano le procedure per una corretta gestione del suolo al termine dell'opera:

- eliminazione dei residui di lavorazione, del materiale protettivo eventualmente posato (*tout venant*) sulla superficie degli orizzonti minerali;
- dissodamento del suolo attraverso uno scasso fino a 60 – 80 cm. L' Obiettivo è favorire la creazione di una macroporosità in grado di permettere una buona circolazione dell'aria e dell'acqua per un corretto sviluppo delle radici (Rivella et al. 2006). Si sottolinea l'importanza di effettuare tali operazioni quando il suolo è in "tempera" ovvero quando l'acqua in eccesso dovuta alle precipitazioni è defluita per gravità in profondità (Rivella et al. 2006);
- se il suolo è stato molto compattato è necessario procedere anche ad un decompattamento, con l'aiuto di un *ripper* montato su trattore di almeno 150 HP di potenza;
- posa del suolo opportunamente accantonato: il riporto degli orizzonti superficiali di suolo, asportati durante i lavori di scavo, deve essere eseguito con molta attenzione: è importante ridistribuire gli orizzonti nel giusto ordine per non stravolgere le caratteristiche pedologiche del suolo e compromettere l'insediamento della copertura vegetale. In particolare, occorre seguire gli accorgimenti di seguito riportati:
 - creazione di uno strato drenante di base utilizzando la frazione più grossolana, eventualmente utilizzando lo scheletro;
 - distribuzione della frazione minerale più fine o superficiale con eventuale interrimento dei sassi o utilizzo della frantumatrice. Se il riporto del suolo avviene su substrati particolarmente grossolani, al fine di evitare il deposito del terreno vegetale nella macroporosità degli strati sottostanti, è opportuna la posa di uno strato di fibra organica/geotessuto;
 - distribuzione del topsoil: eventuale posa di «terreno vegetale alloctono», le cui caratteristiche devono essere opportunamente verificate (assenza di scheletro grossolano, tessitura franca, pH compreso tra 5,5 e 7, sostanza organica >1,5%,

- 8<C/N<15, assenza di elementi tossici). La quantità di *topsoil* (accantonato o alloctono) da distribuire sulla superficie è un parametro cruciale per il ripristino della funzionalità del suolo e della vegetazione. Il suolo è una risorsa non rinnovabile (e costosa) e come tale deve essere utilizzata in modo oculato. A tal proposito alcuni studi hanno dimostrato come l'apporto di 30 o 10 cm di suolo produca risultati del tutto simili in termini di ricchezza di specie e composizione floristica, mentre altri studi hanno
- evidenziato un incremento della copertura vegetale e una diminuzione della ricchezza di specie all'aumentare del quantitativo utilizzato. Nel caso di semina di specie erbacee annuali su scarpata, gli studi di Rivera et al. hanno evidenziato come l'apporto di 10 cm di *topsoil* rappresenti il giusto compromesso tra costi e benefici. Diversamente le specie erbacee perenni e quelle arboree/arbustive sembrerebbero trarre vantaggio dall'impiego di una maggiore quantità di suolo. Alla luce di tali considerazioni è evidente che la quantità di *topsoil* da apportare è funzione di molteplici aspetti tra cui:
 - a) condizioni stagionali,
 - b) qualità del materiale apportato,
 - c) specie utilizzate per il ripristino della copertura vegetale
 - d) corretta applicazione delle buone pratiche, ecc..
 - letamazione auspicabile o comunque preferibile all'impiego di concimi minerali, i quali devono essere somministrati negli anni successivi e causano in generale uno sviluppo superficiale degli apparati radicali;
 - concimazione minerale localizzata nelle eventuali buche d'impianto delle specie arboree.

Nelle situazioni più complesse può risultare utile la distribuzione di altri ammendanti quali compost e zeolite. La quantità da distribuire è funzione delle caratteristiche del suolo obiettivo.

In natura il suolo è frutto di una lunga e complessa evoluzione, che vede l'interazione di diversi fattori (clima, substrato, morfologia, vegetazione, uomo e tempo), nel caso di ripristino l'obiettivo è quello di predisporre un suolo in una sua fase iniziale, ma che abbia poi i presupposti per evolvere mantenendo caratteristiche ritenute idonee (ISPRA 2010, suolo).

6.3.5 Inerbimenti tecnici

Importanza dell'inerbimento nei ripristini ambientali

L'inerbimento consiste nella realizzazione di una copertura erbacea seminata con funzione di protezione superficiale del terreno, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di erosione del suolo e di ruscellamento superficiale dell'acqua che potrebbero pregiudicare la riuscita degli interventi di ripristino ambientale.

L'azione antierosiva di una cotica erbacea stabile si esplica sia a livello di apparato epigeo, sia ipogeo. Una copertura erbacea chiusa protegge il terreno dagli effetti dannosi derivanti da forze meccaniche

(pioggia battente, grandine, erosione idrica, erosione eolica, ecc.), in seguito all'assorbimento di parte dell'energia cinetica sotto forma di lavoro di deformazione degli organi epigei. Inoltre, all'aumentare della superficie fogliare (quantificabile ad es. come *Leaf Area Index* - LAI, ossia l'area fogliare rapportata all'unità di superficie di suolo, espressa in m² di superficie fogliare per m² di superficie di suolo), viene facilitata la restituzione in atmosfera, sotto forma di vapore, di parte delle precipitazioni intercettate (si parla propriamente di perdita di intercettazione).

A livello ipogeo le piante assolvono una importante funzione meccanica, sia trattenendo le particelle del suolo ed evitando un loro dilavamento, sia favorendo l'infiltrazione dell'acqua lungo vie preferenziali di percolazione e riducendo quindi il ruscellamento superficiale. Inoltre, l'apporto di sostanza organica, tramite organi morti ed essudati radicali, e la stimolazione nei confronti della microflora e microfauna tellurica accelerano i processi di umificazione con miglioramento delle caratteristiche strutturali e delle proprietà di coesione del terreno stesso.

L'azione antierosiva di una cotica erbacea è fortemente condizionata, oltre che dalla percentuale di copertura del suolo, anche dalla struttura verticale dello strato vegetale erbaceo, che anche con altezze limitate (30-90 cm) può presentare un notevole grado di complessità, in relazione alle forme biologiche presenti (specie a portamento eretto, a rosetta, reptanti, ecc.). In particolare, è possibile distinguere all'interno della struttura verticale di una cotica erbacea due componenti (NSW Department of Primary Industries 2005) (Figura 6.3.5.A):

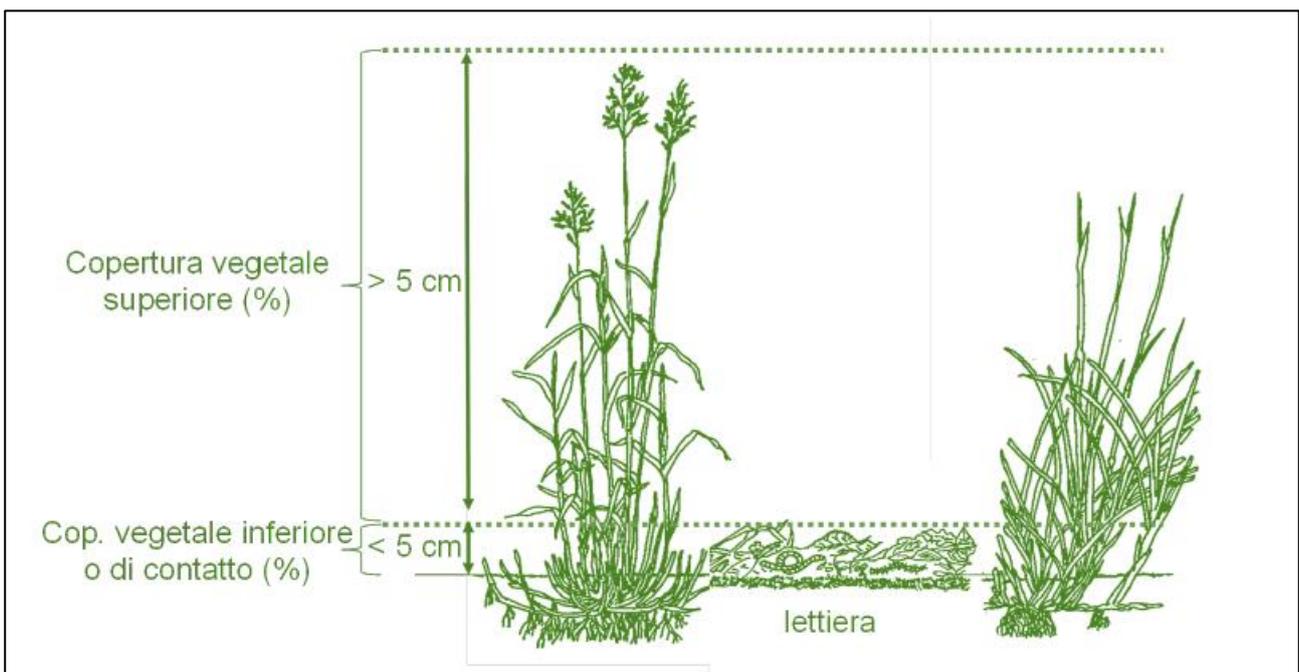


Figura 6.3.5.A- Stratificazione verticale osservabile all'interno di una cotica erbacea, con evidenziazione della copertura vegetale superiore e della copertura di contatto (Pignatti 1985, modificato)

- copertura vegetale superiore, al di sopra dei 5 cm di altezza dalla superficie del suolo, che svolge un ruolo fondamentale nell'intercettare la pioggia battente e ridurre l'impatto di questa sulla superficie del suolo;
- copertura di contatto, ovvero la copertura del materiale vegetale a contatto con il terreno (al di sotto dei 5 cm di altezza), che oltre a svolgere un ruolo di protezione nei confronti dell'effetto della pioggia battente, permette di ridurre il ruscellamento superficiale e favorisce

la deposizione degli eventuali sedimenti trasportati dall'acqua; la copertura di contatto include fusti vegetali prostrati, rosette basali, aree basimetriche delle piante e lettiera, quest'ultima però meno efficace nel controllo del ruscellamento superficiale se non ancorata al suolo.

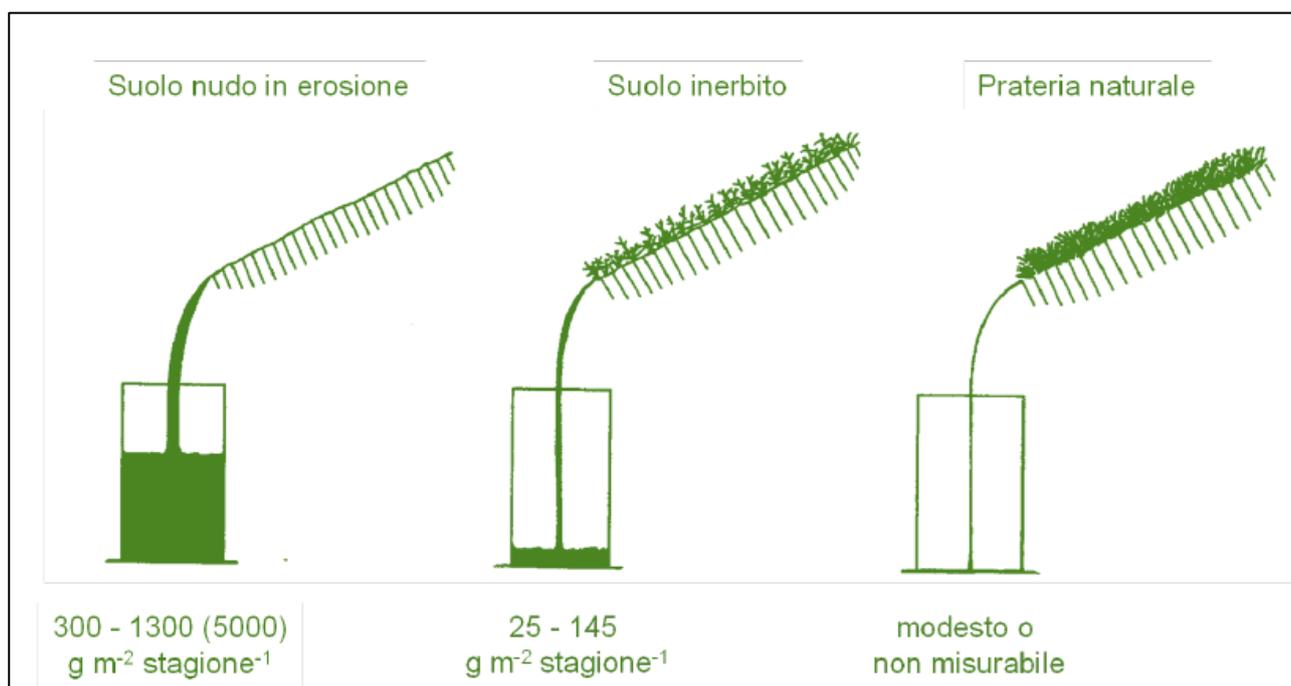


Figura 6.3.5.B- Misure sperimentali dell'erosione durante la stagione vegetativa in condizioni di copertura vegetale del suolo differenti (fonte dati Florineth, 1994).

Tre le importanti funzioni svolte da un manto erboso, si citano:

- trattenuta degli elementi nutritivi accumulati durante l'evoluzione pedogenetica, nell'ambito del profilo del suolo biologicamente attivo, con riduzione delle perdite per lisciviazione a valori comparabili a soprassuoli forestali;
- miglioramento del bilancio idrico e termico; in una giornata calda e soleggiata si calcola che gli strati di aria sovrastanti un prato, per effetto dell'evapotraspirazione fogliare, abbiano una temperatura inferiore di 5°C rispetto ad un terreno nudo e di 15°C rispetto ad una copertura d'asfalto (Noè 1994);
- mantenimento di condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo biologico nel suolo e nello strato aereo prossimo al terreno stesso;
- capacità di filtrare e di decomporre, grazie all'ambiente umido e ricco di flora microbica, inquinanti atmosferici di vario genere depositati per gravità o tramite le piogge;
- migliore inserimento nel contesto ambientale delle aree rimaneggiate e mitigazione di impatti di tipo paesaggistico;
- mantenimento di una elevata biodiversità, sia vegetale, sia animale, e ricostituzione di habitat di interesse naturalistico.

Si sottolinea che la biodiversità della cotica erbacea risultante dalla semina agisce direttamente e indirettamente su tutti gli altri servizi ecosistemici; ad es. la presenza di specie differenziate per distribuzione verticale degli organi epigei e radicali consente di occupare meglio lo spazio aereo e sotterraneo, massimizzando l'effetto protettivo nei confronti di pioggia battente, ruscellamento, erosione e lisciviazione di nutrienti. La semplice consociazione di specie appartenenti alla famiglia

delle Gramineae, caratterizzate da apparato radicale omorizzico con numerose radici fini che esplorano gli orizzonti superficiali del suolo, e Leguminosae, caratterizzate da apparato radicale a fittone che si approfonda negli orizzonti sottostanti, permette un efficace utilizzo dello spazio da parte degli apparati radicali di un inerbimento. Queste considerazioni supportano l'evidenza scientifica che miscugli caratterizzati da una elevata diversità specifica danno origine a coperture vegetali in grado controllare efficacemente l'erosione superficiale (Lepš et al 2007; Kirmer et al. 2012).

Valutazione della riuscita dell'inerbimento

La verifica della riuscita di un inerbimento tecnico è una tappa molto importante nella fase di valutazione di un ripristino ambientale. Tale verifica è articolata in più fasi, che nell'ordine prevedono:

- Rilievo della vegetazione insediata:

La vegetazione può essere descritta all'interno di aree di saggio omogenee e rappresentative dell'inerbimento. Indipendentemente dal metodo utilizzato (*intercept point quadrat method*, transetto lineare, rilievo fitosociologico, ecc.), il rilievo vegetazionale dovrà permettere una quantificazione della copertura vegetale del suolo e una lista esaustiva delle specie vegetali presenti (nel caso di transetti lineari delimitando una porzione rettangolare che includa il transetto), attribuendo a ciascuna specie rilevata la propria percentuale di copertura (stima visiva o come proporzione dei contatti per gli altri metodi di rilievo).

- Valutazione dei parametri vegetazionali connessi alla riuscita dell'inerbimento, in particolare andranno valutati:
 - la copertura vegetale della cotica erbosa (totale e delle specie perennanti): l'area di insidenza della cotica erbosa proiettata al terreno. È un parametro importante per la valutazione della protezione antierosiva dell'inerbimento. In particolare, varie fonti bibliografiche individuano nel 70% di copertura del suolo la soglia al di sopra della quale sia l'erosione superficiale del suolo e sia i fenomeni di ruscellamento superficiale si riducono sensibilmente
 - la presenza di specie esotiche: Sebbene in particolari circostanze le specie esotiche possano essere considerate utili nel contesto dei ripristini ambientali (D'Antonio e Meyerson 2002), in generale la loro presenza viene considerata negativamente, in quanto competendo con le specie autoctone possono alterare profondamente le funzioni ecosistemiche e le dinamiche vegetazionali, vanificando gli obiettivi del ripristino (Vitousek et al. 1997; Nsikani et al. 2018).
 - la biodiversità della vegetazione insediata: Gli indici di biodiversità più frequentemente utilizzati in biologia (ricchezza specifica, indice di Shannon, equitabilità) possono essere facilmente calcolati per i singoli rilievi vegetazionali, in particolare se il rilievo prevede la compilazione di una lista esaustiva delle specie presenti (per il calcolo della ricchezza specifica, ovvero del numero totale di specie presenti) e la quantificazione delle percentuali di copertura (dalle cui proporzioni saranno calcolati l'indice di Shannon e l'equitabilità; Pignatti 1985).
 - la naturalità della vegetazione: Il concetto di naturalità della vegetazione si basa sulla lettura di una serie di vegetazione che dopo un evento di disturbo (ad es. movimento terra) vede il susseguirsi di cenosi dinamicamente collegate tra di loro. Nei ripristini

ambientali a bassa altitudine la dinamica inizia sempre da cenosi dominate da specie ruderali annuali, che solitamente si instaurano sul terreno nudo a partire dai propaguli che costituiscono la banca seme del terreno, fino ad arrivare, passando attraverso altre cenosi erbacee e arbustive e con tempi più o meno lunghi a seconda delle condizioni ambientali (in alcuni casi anche alcuni decenni di anni), a formazioni forestali caratterizzate da specie arboree.

7. BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2006. Appendice: specifiche delle proprietà e qualità dei suoli. In: Costantini, E.A.C. (Ed.), *Metodi di valutazione dei suoli e delle terre*, Cantagalli, Siena, pp. 912.

Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M., Theurillat J.P., 2004. *Flora Alpina*. Zanichelli, Bologna.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2011. *Environmental Stewardship Practices, Procedures and Policies for Highway Construction and Maintenance*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Project 25- 25 (04). Chapter 4 Construction Practices for Environmental Stewardship. Section 4.11 Soil Management in Construction. http://environment.transportation.org/environmental_issues/construct_maint_prac/compendium/manual/.

ARPA Lombardia, 2022. *Linee guida per il contrasto alla diffusione delle specie alloctone vegetali invasive negli ambienti disturbati da cantieri*. - ARPA Lombardia – 2022.

Bianchetto E.; Albertosi A.; Targetti S.; Aceto P.; Cavallero A.; Lonati M.; Paoletti R.; Locatelli C.; Rossini F.; Cereti C.F.; Domizi L.; Ubertini G.; Scotton M.; Ziliotto U.; Piccinin L.; Porqueddu C.; Nieddu S.; Maltoni S., 2004. *Scelta delle specie e delle tecniche di inerbimento delle aree manomesse in differenti contesti ambientali*. Quaderni di divulgazione scientifica, ISCF, Lodi.

Bignami M., Facciotto P.M., Mancini A., 1986- *Cave e territorio*. Edizioni l'Arciere, Cuneo.

Cavallero A., Aceto P., Gorlier A., Lombardi G., Lonati M., Martinasso B., Tagliatori C., 2007. *I tipi pastorali delle Alpi piemontesi*. Alberto Perdisa Editore, Bologna.

Celi L., Bonifacio E., 2016. *Fertilità del suolo e disponibilità dei nutrienti*. In: Grignani, C., *Fertilizzazione Sostenibile. Principi, tecnologie ed esempi operativi*. Edagricole, Bologna, pp. 121-164. ISBN: 978- 88-506-5445-1

D'Antonio C., Meyerson L.A., 2002. *Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis*. *Restoration Ecology* 10 (4): 703-713.

Delaney J.T., Baack E.J., 2012. *Intraspecific chromosome number variation and prairie restoration – a case study in Northeast Iowa, U.S.A.* *Restoration Ecology* 20: 576 – 583.

Florineth' D., Froitzheim N., 1994. *Transition from continental to oceanic basement in the Tasna nappe (Engadine window, Graubünden, Switzerland): evidence for Early Cretaceous opening of the Valais ocean*. *SCHWEIZ MINERAL PETROGR MITT* 74, 437-448, 1994.

Hufford K.M., Mazer S.J., 2003. *Plant ecotypes: genetic differentiation in the age of ecological restoration*. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 147 – 155.

ISPRA, 2010. *Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari*. Manuali e linee guida 65.3/2010

ISPRA, 2010. *Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture*. <http://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.2-suoli.pdf>.

- ISPRA, 2010. Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. <http://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.2-suoli.pdf>.
- Kirmer A., Baasch A., Tischew S., 2012. Sowing of low and high diversity seed mixtures in ecological restoration of surface mined-land. *Applied Vegetation Science* 15: 198 – 207.
- Lepš J., Doležal J., Bezemer T.M., Brown V.K., Hedlund K., Arroyo M.I., Jørgensen H.B., Lawson C.S., Mortimer S.R., Geldart A. p., Barrueco C.R., Regina I.S., Šmilauer P., van der Putten W.H., 2007. Long-term effectiveness of sowing high and low diversity seed mixtures to enhance plant community development on ex-arable fields. *Applied Vegetation Science* 10: 97 – 110.
- Linee Guida per il controllo e il monitoraggio acustico ai fini delle verifiche di ottemperanza delle prescrizioni VIA- Delibera del Consiglio Federale, Seduta del 20 ottobre 2012 – DOC. N 25/12. – Manuali e Linee Guida 100/2013
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali.
- MATTM, 2018. Manuale di autovalutazione del suolo. http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/life/LifeCarbOnFarm_Manuale_auto_valutazione_suolo.pdf.
- Nsikani M.M., van Wilgen B.W., Gaertner M., 2018. Barriers to ecosystem restoration presented by soil legacy effects of invasive alien N₂-fixing woody species: implications for ecological restoration. *Restoration Ecology* 26 (2): 235 – 244.
- NSW Department of Primary Industries, 2005. Maintaining groundcover to reduce erosion and sustain production. AGFACTS P2.1.14, New South Wales, NSW Department of Primary Industries.
- Pignatti S., 1985- *Ecologia vegetale*. UTET. Torino.
- Pignatti S., Menegoni P., Pietrosanti S., 2005. Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d’Italia. *Braun-Blanquetia* 39: 1 – 97.
- Rapporti 39/2004 Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici. Gli habitat secondo la nomenclatura EUNIS: manuale di classificazione per la realtà italiana.
- Scotton M., Kirmer A., Krautzer B., 2012. Manuale pratico per la raccolta di seme e il restauro ecologico delle praterie ricche di specie. CLUEP, Padova.
- Staub M., Benz R., Bischoff W., Bosshard A., Burri J., Violler S., Bischofberger Y., 2016. Inerbimento diretto di prati ricchi di specie in agricoltura. Agridea, Lausanne.
- Vitousek P.M., D’Antonio C.M., Loope L.L., Rejmanek M., Westbrooks R., 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21: 1 – 16.