

REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA
CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE
COMUNE DI FIRENZUOLA



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 4 AEROGENERATORI DA 6,0 MW CIASCUNO PER UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 24 MW DENOMINATO "BORDIGAIE" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI FIRENZUOLA (FI) IN LOCALITÀ CONFIENTI E DELLE OPERE CONNESSE E INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALL'ESERCIZIO DELLE STESSE SITE NEL COMUNE DI FIRENZUOLA (FI)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PROPONENTE



TITOLO

SIA - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Giocchino Ruisi Ing. Francesco Lipari Dott. Andrea Licata
Ing. Giuseppina Brucato Dott. Haritiana Ratsimba Barbara Gorgone
Arch. Eugenio Azzarello Dott. Agr. e For. Michele Virzi
Arch. Irene Romano Dott. Agr. e For. Martina Affronti

CODICE ELABORATO

SKF_R_01_A_S_A_1_2

SCALA

n° Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. | | | | | | | | | |

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Indice

1	Quadro di riferimento progettuale.....	3
2	Inquadramento generale dell'intervento	5
3	Criteri di configurazione e localizzazione	8
3.1	Alternative di localizzazione.....	9
3.1.1	Alternative di layout nell'area prescelta.....	11
3.2	Alternative tecnologiche.....	11
3.3	Alternativa zero	14
4	Caratteristiche dell'impianto	15
4.1	Tipologia di aerogeneratori	15
4.2	Distribuzione degli aerogeneratori	18
4.3	Viabilità di impianto.....	19
4.4	Piazzali di esercizio	21
4.5	Opere di ingegneria naturalistica	22
4.6	Attraversamenti idraulici	24
4.7	Regimazione delle acque superficiali.....	26
4.8	Opere di fondazione	27
4.9	Cavidotto interrato MT	28
4.10	Sottostazione elettrica (SSE) utente di trasformazione e connessione	30
4.10.1	Cabine	30
4.10.2	Recinzione	31
4.10.3	Trattamento delle acque meteoriche	32
4.11	Cavidotto interrato AT.....	32
4.12	Impianto di rete di connessione	33
4.13	Impianto di messa a terra	33
4.14	Sistema di controllo e monitoraggio.....	33
4.15	Norme generali e prescrizioni di riferimento per le opere elettromeccaniche	34
4.16	Life Cycle Assessment	34



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

5	Opere di mitigazione e compensazione	36
6	Attività di cantierizzazione.....	40
6.1	Programma dei lavori e PAC	40
6.2	Principali lavorazioni.....	41
6.3	Predisposizione delle aree di lavoro	41
6.3.1	Cantieri degli aerogeneratori.....	42
6.3.2	Cantieri viari.....	43
6.3.3	Cantieri di posa dei cavidotti interrati	44
6.3.4	Cantiere della SSE utente.....	45
6.4	Scavi e rinterri	45
6.5	Mezzi ed attrezzature di cantiere	47
7	Recupero e ripristino ambientale.....	49
8	Attività di manutenzione ordinaria dell'impianto.....	52
9	Dismissione dell'impianto.....	53



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

1 Quadro di riferimento progettuale

La presente relazione costituisce il Quadro di riferimento progettuale dello Studio di Impatto Ambientale finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla realizzazione ed esercizio di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva di 24 MW. Ogni aerogeneratore, servito da un piazzale di sosta e manovra, è collegato agli altri mediante piste di accesso (in parte su tracciati viari già esistenti) necessarie tanto all'attività di realizzazione che di successiva manutenzione dell'impianto. Un cavidotto interrato in media tensione collegherà le turbine alla SSE Utente di Trasformazione 30/132 kV, da quest'ultima tramite la nuova SE a 132 KV denominata "La Futa" già in fase di autorizzazione un cavidotto interrato AT collegherà la SSE Utente di Trasformazione alla nuova Stazione Elettrica (SE) e quindi alla RTN.

L'area interessata dal parco eolico ricade nella Città Metropolitana di Firenze e più specificatamente nel territorio comunale di Firenzuola (FI), il cavidotto di connessione in media tensione ricade interamente nel comune di Firenzuola (FI). La SSE utente di trasformazione, il cavidotto AT e la nuova stazione di connessione alla RTN denominata "La Futa" ricadono nel territorio comunale di Firenzuola (FI).

Il Progetto rientra nella tipologia descritta alla lettera c-bis dell'Allegato III alla Parte Seconda del D.lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i.: "Impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 1 MW". Per questa tipologia di progetti la procedura autorizzativa è l'Autorizzazione Unica (AU) mentre la procedura ambientale è la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è in capo alle Regioni o alle Province da esse delegate. Il procedimento autorizzativo è dunque definito all'articolo 27-bis del D.lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i. (cd. PAUR, Provvedimento autorizzatorio unico regionale).

L'azienda proponente l'iniziativa fa parte del gruppo **Statkraft**, società internazionale leader nel settore idroelettrico e il più grande produttore di energia rinnovabile in Europa. Il Gruppo produce energia idroelettrica, eolica, solare, da gas e fornisce teleriscaldamento. Statkraft è un'azienda globale nella gestione dei mercati elettrici e conta oltre 6000 dipendenti in più di 20 paesi tra cui l'Italia.

Il Quadro progettuale contiene:

1. La descrizione delle caratteristiche tecniche del progetto
2. La descrizione delle modalità del suo inserimento territoriale;



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

2. La descrizione delle fasi di realizzazione del progetto, dei tempi di costruzione e delle tecniche e mezzi impiegati per l'esecuzione ed esercizio dell'impianto;
3. La descrizione dei criteri di localizzazione dell'intervento e dei possibili scenari alternativi, inclusa l'alternativa zero.

Le informazioni contenute in questo Quadro saranno propedeutiche all'identificazione e quantificazione degli impatti potenziali (positivi e negativi) che originano dalle diverse fasi di vita del progetto, trattati nel successivo Quadro di riferimento ambientale.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

2 Inquadramento generale dell'intervento

Il parco eolico in progetto e le infrastrutture indispensabili all'esercizio dello stesso ricadono nel territorio comunale di Firenzuola (FI), il cavidotto di connessione in media tensione ricade nella Città Metropolitana di Firenze (ex Provincia di Firenze). La SSE utente di trasformazione, il cavidotto AT e la nuova stazione di connessione alla RTN denominata "La Futa" ricadono nel territorio comunale di Firenzuola (FI).

Con riferimento alla cartografia della serie IGM 25V in scala 1:25000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le relative opere di trasformazione e connessione alla RTN ricadono nel Foglio 098 II-NO.

In relazione alla Carta Tecnica Regionale della Toscana in scala 1:10000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le opere di trasformazione e connessione ricadono nei Fogli 252030, 252040, 252070, 252080 e 252120.

Il sito del parco eolico, si colloca a circa 10 km a nord-ovest del centro abitato di Firenzuola (FI) e a circa 1,5 km a Nord da Bruscoli, frazione del comune di Firenzuola (FI), esso è facilmente raggiungibile percorrendo l'autostrada A1 uscendo in corrispondenza di via Ginestrella e continuando su SP59 in direzione Bruscoli, infine proseguendo per tratti di viabilità locale che portano all'accesso degli aerogeneratori.

Il sito di impianto è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare-montuosa; le quote altimetriche sono comprese tra i 955 m s.l.m. della WTG03 ed i 1050 m s.l.m. della WTG02. Le aree destinate al collocamento delle postazioni macchina sono principalmente adibite a prati stabili (foraggiere permanenti).

A livello geografico il sito si localizza alle coordinate (identificate da un punto mediano di impianto) come da seguente tabella.

Tabella 1 - coordinate mediane d'impianto

WGS84	
N	44° 9'16.40"N
E	11°15'9.40"E

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva che permette di identificare; modello, denominazione e posizione geografica degli aerogeneratori che compongono il Parco eolico di progetto.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Tabella 2 - Inquadramento geografico-catastale del parco eolico

INQUADRAMENTO TERRITORIALE						
	PARCO EOLICO				PUNTO DI CONNESSIONE	
Località impianto	Confienti (FI)				SS della Futa (FI)	
Comuni interessati	Firenzuola (FI)				Firenzuola (FI)	
Inquadramento CTR	252030 252040 252070 252080 252120				252080 252120	
Inquadramento IGM	098 II-NO				098 II-NO	
CARATTERISTICHE DELLE TURBINE						
Modello	Vestas V162 o similare/equivalente					
Potenza nominale	6,0 MW					
Dimensioni	Altezza del mozzo dal piano di campagna: fino a 119 m					
	Diametro del rotore fino a 162 m					
	Altezza totale dell'aerogeneratore: fino a 200 m					
NUMERO E LOCALIZZAZIONE DELLE TURBINE						
Codice turbina	Comune	Foglio	Particella	Coordinate WGS84 (Lat. - Long.)		Quota (m s.l.m.)
FI 01	Firenzuola (FI)	94	10	44° 9'24.08"N	11°14'41.42"E	988
FI 02	Firenzuola (FI)	94	3	44° 9'25.28"N	11°15'12.73"E	1050
FI 03	Firenzuola (FI)	94	13	44° 9'7.86"N	11°15'4.60"E	955
FI 04	Firenzuola (FI)	95	6	44° 9'3.57"N	11°15'34.43"E	1047

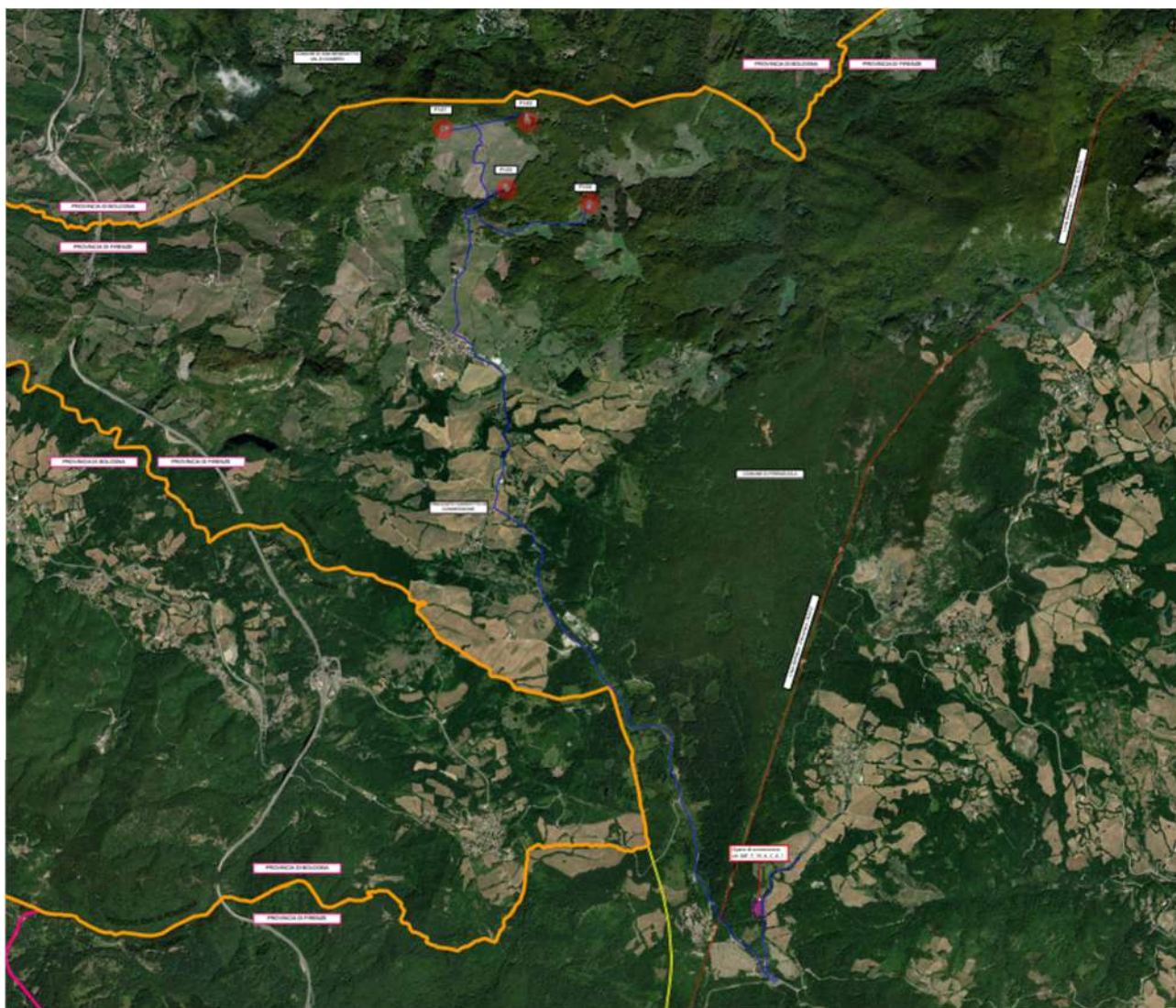
Nella successiva fase di progettazione esecutiva le specifiche tecniche delle turbine eoliche potranno variare sulla base di valutazioni tecniche, ottimizzazioni progettuali, disponibilità di mercato ed evoluzione dell'offerta commerciale al momento dell'approvvigionamento. Tali possibili variazioni, tuttavia, non inficeranno le caratteristiche progettuali di base (e.g. caratteristiche dimensionali) e le relative valutazioni ambientali presentate in questa fase.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Tabella 3 - Riepilogo delle opere accessorie

OPERE ACCESSORIE	
Piste di impianto	930 m (piste di nuova realizzazione)
Piazzale di impianto (Permanente)	7.360 m ²
Piazzale SSE utente e area condivisa	5.595,50 m ²
Cavidotto MT interrato di connessione	12 km circa
Cavidotto AT interrato di connessione	0.6 km circa

*Figura 1 Inquadramento dell'intervento su ortofoto*



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

3 Criteri di configurazione e localizzazione

La scelta del sito di installazione, del numero e della distribuzione degli aerogeneratori risponde a molteplici criteri, primariamente legati alla disponibilità e qualità della risorsa eolica (si veda la relazione anemologica allegata) ed alla disponibilità giuridica delle aree senza la quale l'intervento non potrebbe concretizzarsi. Concorrono alla scelta della localizzazione la compatibilità dell'intervento in termini ambientali, geotecnici, geomorfologici e paesaggistico-vincolistici. Inoltre, rivestono notevole importanza la vicinanza alla rete elettrica nazionale e la presenza di collegamenti viari adeguati al trasporto delle componenti. Di seguito si elencano i principali fattori considerati nella scelta delle aree:

- Ventosità;
- Compatibilità geomorfologica;
- Disponibilità giuridica;
- Compatibilità col regime dei vincoli e dei rispetti;
- Uso del suolo;
- Adeguata distanza da recettori sensibili e hotspot naturalistici;
- Prossimità del punto di connessione;
- Accessibilità carrabile;
- Inserimento nel paesaggio e grado di intervisibilità;
- Adeguata distanza da altri impianti FER.

Alcuni tra questi fattori di scelta, come la ventosità o la compatibilità con fattori geomorfologici e vincolistici possono definirsi "primari", poiché costituiscono requisito imprescindibile affinché l'intervento venga concepito e proposto. Altri fattori invece assumono maggiore o minore importanza anche a seconda delle scelte progettuali compiute.

L'analisi svolta nel Quadro di riferimento programmatico mostra una buona compatibilità tra il sito prescelto ed il regime vincolistico vigente. Anche in termini di uso del suolo, al netto di marginali interferenze con soprassuoli boscati nella fase di cantierizzazione, le opere permanenti coinvolgono esclusivamente aree agricole già dotate di una viabilità di servizio che necessiterà soltanto di adeguamenti nella sezione e nel sottofondo, pur mantenendo il carattere di strada bianca rurale.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

3.1 Alternative di localizzazione

Lo studio delle possibili alternative di progetto ha riguardato gli elementi di maggiore impatto sul paesaggio: le postazioni macchina e la viabilità di accesso. Nel corso della fase di progettazione sono state anche indagate diverse opzioni di localizzazione della SSE utente e varie alternative per il tracciato del cavidotto interrato MT.

Al di là delle motivazioni tecniche (ventosità, disponibilità giuridica delle aree), l'area prescelta per la localizzazione del parco eolico presenta i seguenti indubbi vantaggi:

- Non ricade in aree non idonee PAER;
- Presenta pendenze contenute;
- È spoglia di vegetazione boschiva;
- Si colloca a elevata distanza (ben oltre i 5 km) da altri impianti eolici realizzati o in iter di approvazione (questo dato è particolarmente importante per evitare un "effetto barriera" ed un "effetto *displacement*" cumulativi tra più impianti eolici che potrebbero interessare le popolazioni di uccelli);
- Presenta una certa accessibilità a mezzo di piste esistenti che potranno essere convertite in piste di impianto, senza ulteriore occupazione territoriale;
- Non ricade lungo crinali principali o secondari della Regione Toscana;
- Ricade in aree poco sensibili in termini di vulnerabilità degli acquiferi.

Questi parametri di preferibilità non sono facilmente rinvenibili altrove, nella regione del Mugello. Come si può osservare sovrapponendo alle informazioni della Tavola del Piano Strutturale Intercomunale QC.C04.1 – Sistema dei vincoli eolico i dati sulla copertura forestale, i beni culturali e le aree Natura 2000 (anche appena oltre il confine regionale), e considerando anche l'ubicazione degli impianti eolici esistenti e di quelli in iter di approvazione, emerge che proprio la zona intorno alla frazione di Bruscoli presenta le più ampie aree "libere".

Tra queste aree, tuttavia, quelle più a valle, che potrebbero essere valutate per opzioni localizzative alternative, presentano una minore ventosità. In definitiva, l'ubicazione prescelta presenta scarsi margini di "migliorabilità" nel contesto territoriale in esame.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 10

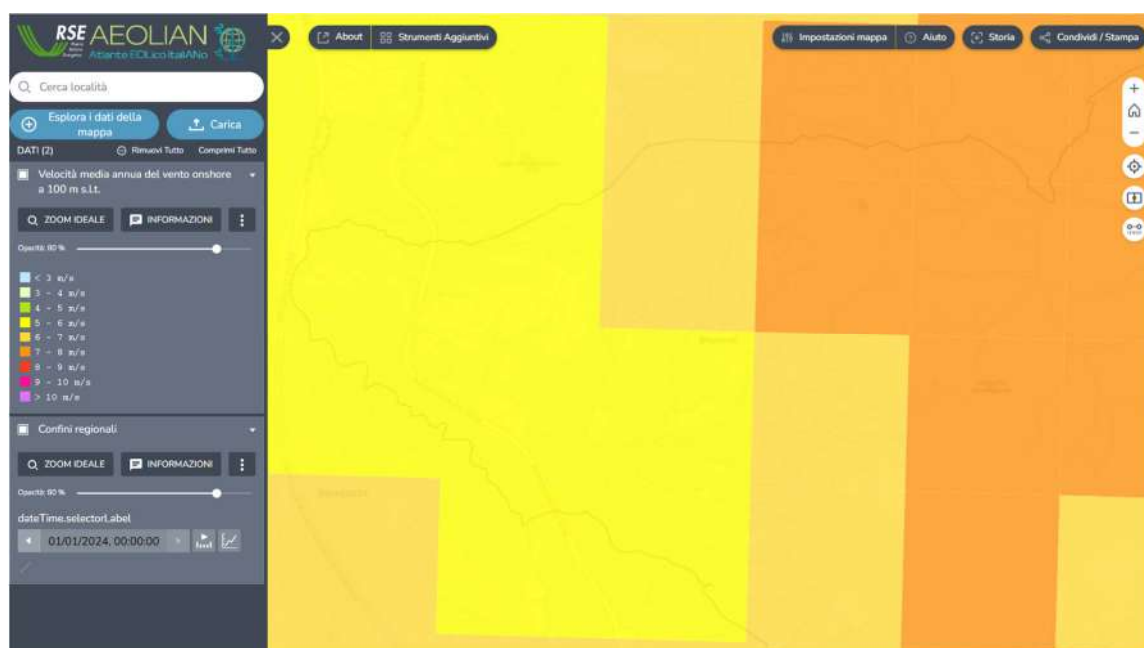
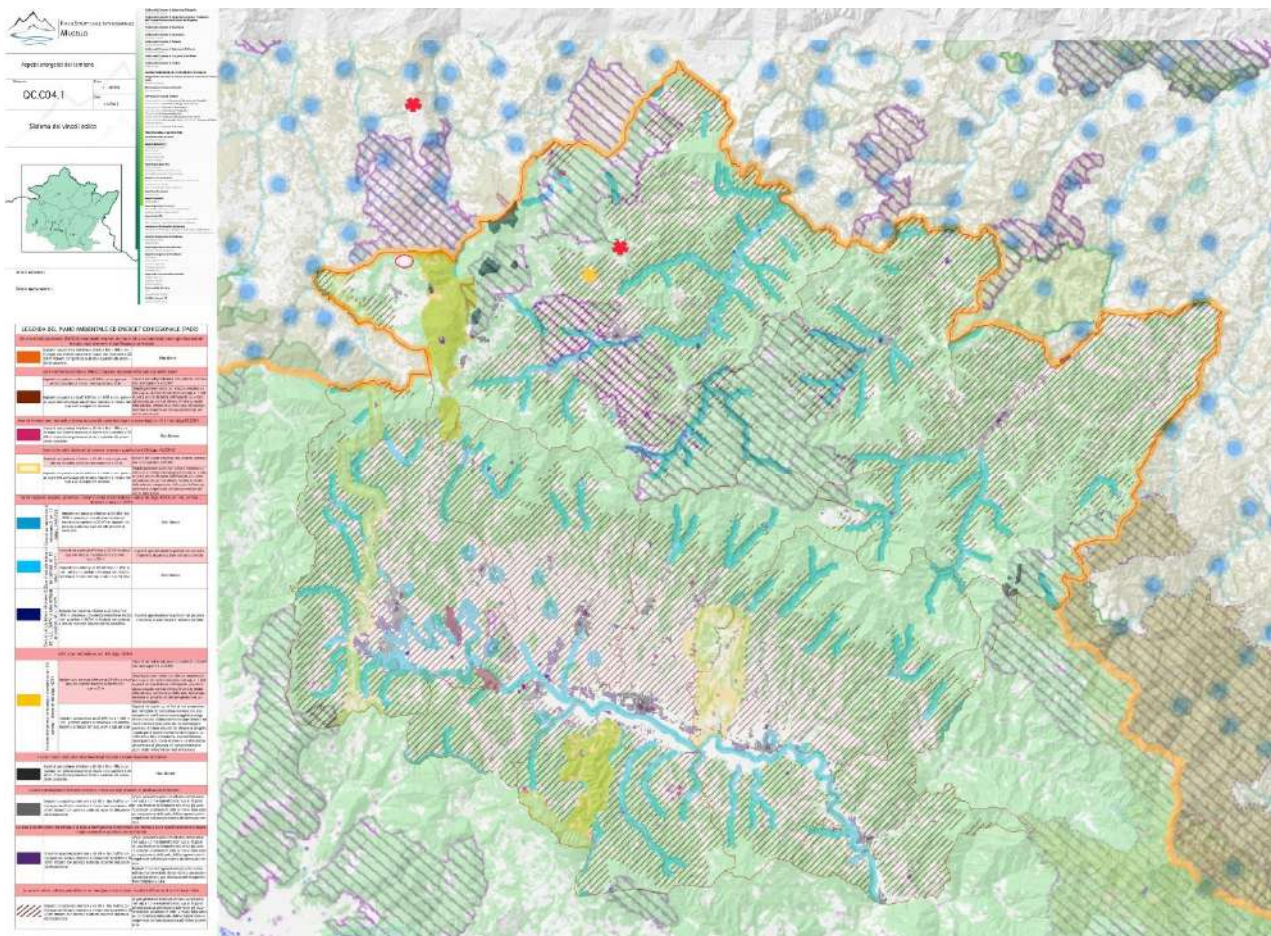


Figura 2 - Sopra: elaborato PSI QC.C04.1 con ulteriori contenuti informativi; gli asterischi indicano impianti eolici esistenti (rosso) o in iter (giallo); il cerchio rosso indica l'area prescelta per la localizzazione dell'impianto. Sotto: estratto dell'atlante eolico italiano RSE



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

3.1.1 *Alternative di layout nell'area prescelta*

Una volta selezionato l'ambito territoriale, si è proceduto a "testare" possibili ubicazioni degli aerogeneratori tenendo in conto:

- La distanza tra gli aerogeneratori, affinché questa rispondesse alla duplice esigenza di:
 - Evitare interferenze in termini di generazione di turbolenze;
 - Garantire uno spazio libero fruibile almeno "sufficiente" per l'avifauna.
- L'uso del suolo praticato, ottimizzando posizione e orientamento dei piazzali di esercizio e temporanei di cantiere al fine di non coinvolgere vegetazione arborea;
- Le caratteristiche geomorfologiche, evitando le aree a maggiore pendenza per contenere al massimo i movimenti terra;
- L'effettiva possibilità di accesso alle turbine attraverso piste già esistenti, al fine di minimizzare l'occupazione di suolo complessiva dell'intervento;
- La presenza di fattori limitanti o vincoli (come l'area di interesse archeologico immediatamente ad Est dell'impianto),
- La distanza da potenziali recettori.

3.2 **Alternative tecnologiche**

Trattandosi di un impianto di produzione energetica da fonte eolica, le alternative tecnologiche che possono essere prese in considerazione sono di due tipi:

1. Realizzazione di un impianto energetico da FER di diverso tipo, quale un impianto agro-fotovoltaico di potenza analoga, con coltivazioni foraggere tra e sotto i moduli;
2. Realizzazione di un impianto eolico di diverse caratteristiche.

Confronto con impianto FV di pari potenza

La tabella che segue confronta il parco eolico con l'alternativa costituita da un agro-fotovoltaico con moduli bifacciali montati su tracker monoassiali, le cui file sono poste ad una distanza tale da consentire la coltivazione di foraggere tra e sotto i moduli (tra i 9 e i 10 metri).

Ponderando le differenze più significative tra le due tipologie di impianto, si ritiene la realizzazione di un parco eolico maggiormente integrabile nel contesto ambientale e paesaggistico e negli usi correnti del territorio.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Tabella 4 - Comparazione tra eolico e fotovoltaico di pari potenza

Fattore in esame	Impianto eolico	Impianto agro-FV
Occupazione territoriale in fase di esercizio (esclusa la SSE utente, che sarebbe comune ai due tipi di impianto)	1,2 ha circa (coinvolgimento territoriale in fase di esercizio, cfr. Quadro di riferimento ambientale dello SIA)	35 ha circa (superficie dell'area di impianto comprensiva di piste, piazzali e fascia di mitigazione). L'occupazione territoriale sarebbe ancora maggiore se l'impianto venisse dotato di area per l'accumulo di energia, o se si ricorresse all'agrivoltaico avanzato.
Cantierizzazione	Un impianto eolico presenta una cantierizzazione più complessa in relazione alla grandezza delle turbine e alla necessità di trasporti speciali. Le aree di cantiere sono distribuite nel territorio e sono di minori dimensioni.	La tecnologia fotovoltaica consente una cantierizzazione più semplice. Inoltre, non sono necessarie opere di fondazione profonde in calcestruzzo; tuttavia, l'area di cantiere è vasta quanto l'impianto. L'impianto FV potrebbe richiedere minori movimenti terra.
Impatto sul sistema agricolo	Modesto/trascurabile	Modesto/trascurabile; tuttavia, vista la frammentazione dei campi, spesso circondati da lembi di vegetazione boschiva, la realizzazione di un impianto unico e territorialmente continuo coinvolgerebbe con ogni probabilità anche zone forestali; l'alternativa sarebbe distribuire l'impianto su aree discontinue.
Impatto sul paesaggio e la fruizione del territorio	L'impatto di un impianto eolico sul paesaggio è maggiormente legato alle ampie visuali. A terra, l'impianto presenta esigenze infrastrutturali minime: non sono necessari recinzioni, sistemi di illuminazione o sorveglianza o cabine elettriche. Inoltre, tutte le aree di impianto sono aperte al pubblico e fruibili fin al di sotto degli aerogeneratori.	L'impatto paesaggistico di un impianto fotovoltaico di queste dimensioni è legato anche alla presenza fisica a livello suolo: l'impianto FV richiede infatti una recinzione perimetrale, cabine elettriche e cabine di campo, sistemi di illuminazione di emergenza e di videosorveglianza. L'intera area di impianto sarebbe preclusa all'attraversamento.
Impatto sull'avifauna	L'impatto potenziale sull'avifauna è legato al rischio di collisione tra volatili e pale eoliche; si tratta di un rischio ridotto dalla distanza reciproca tra le turbine, dalla distanza di hotspot naturalistici, e soggetto a monitoraggio durante la fase di esercizio.	Sia pure supportata ancora da poche evidenze scientifiche, è stata avanzata l'ipotesi che vaste distese di moduli fotovoltaici possano determinare, per riflessione della luce solare incidente, un "effetto lago" capace di ingannare gli uccelli acquatici con conseguente rischio di collisione.
Efficienza energetica	L'efficienza delle turbine è maggiore rispetto a quella dei moduli fotovoltaici.	
Manutenzione	La manutenzione di un impianto FV è più semplice di quella di un impianto eolico; tuttavia, un impianto FV richiede interventi molto più frequenti rispetto a un parco eolico; inoltre, la tecnologia integrata nelle turbine consente un alto livello di programmabilità degli interventi. Ciò comporta tra l'altro la generazione di minor traffico in accesso all'impianto.	
Rumore	L'impatto acustico di un impianto FV è del tutto trascurabile; il progetto di impianto eolico è accompagnato da valutazione previsionale di impatto acustico. Con vento >5m/s le rilevazioni fonometriche sono compromesse dal rumore del vento stesso.	



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 13

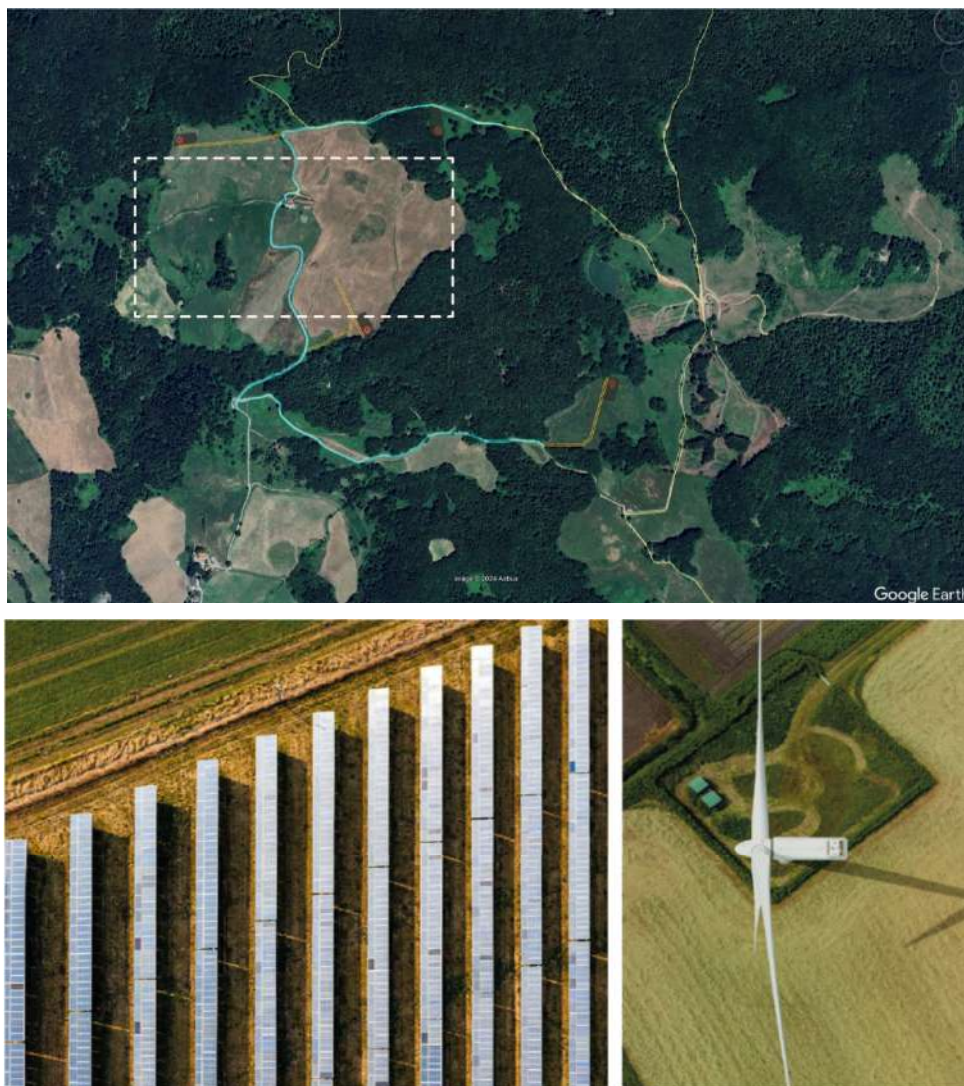


Figura 3 Sopra: Areale del parco eolico con indicazione (bianco tratteggiato) di un'area di circa 35 ettari, indicativa dell'ingombro di un ipotetico impianto fotovoltaico a terra di pari potenza; sotto: immagine tratta da GSE Rapporto Statistico 2021

In relazione all'opzione di realizzare un impianto eolico di pari potenza ma con diverse caratteristiche, ciò sarebbe possibile solo adoperando turbine più piccole e in maggior numero. Una tale soluzione non farebbe altro che moltiplicare l'impatto visivo delle stesse producendo nel paesaggio uno sgradevole "effetto selva" e moltiplicando il numero di piazzali di servizio e l'estensione delle piste di accesso. L'unico fattore di impatto che si ridurrebbe sarebbe il bacino di visibilità delle torri eoliche (in quanto queste sarebbero più basse) ma, come si può verificare consultando la Relazione paesaggistica, ciò non si tradurrebbe in un fattore di preferenza dirimente a fronte di un incremento certo degli impatti negativi al suolo, dipendenti dall'altezza delle turbine in misura poco significativa.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

3.3 Alternativa zero

L'alternativa zero consiste nella mancata realizzazione del progetto proposto. Il vantaggio associato all'alternativa zero risiede naturalmente nell'azzeramento degli impatti negativi dell'opera sull'ambiente e dell'impatto delle torri eoliche sul paesaggio. Perseguire l'alternativa zero equivale tuttavia a rinunciare all'impatto ambientale positivo che un impianto eolico genera nel corso della sua vita utile in termini di riduzione delle emissioni di gas serra (e, dunque, di contributo al contrasto degli effetti della crisi climatica) e di promozione dell'indipendenza e sicurezza energetica dell'Italia e dell'Unione Europea, nonché ai benefici per il territorio derivanti dalla realizzazione delle opere ambientali associate all'impianto.

Come illustrato in questo Studio, la significatività degli impatti negativi derivanti dalla realizzazione del progetto appare ampiamente compensata dai benefici per l'ambiente ed il territorio.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

4 Caratteristiche dell'impianto

4.1 Tipologia di aerogeneratori

Per il parco eolico Bordigaie si utilizzeranno macchine di *grande taglia* che, rispetto a turbine di taglia inferiore sono molto più performanti dal punto di vista dell'efficienza e della produzione energetica.

Ciascun aerogeneratore si compone di una **torre tubolare** ancorata al suolo alla cui sommità è fissata una **navicella** (o gondola) costituita da un basamento e da un involucro esterno. All'interno della navicella si trovano:

- L'albero di trasmissione lento (o albero principale);
- Il moltiplicatore di giri;
- L'albero veloce;
- Il generatore elettrico;
- Il trasformatore e i dispositivi ausiliari.

All'esterno della navicella, all'estremità dell'albero lento è montato il **rotore**, costituito da un mozzo in acciaio su cui sono montate le tre pale in vetroresina. La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento (imbardata). Cavi elettrici convogliano l'energia elettrica generata dalla rotazione del rotore al trasformatore posto nella navicella stessa per l'innalzamento di tensione della corrente. La corrente in uscita dal trasformatore è quindi trasferita alla sottostazione elettrica di trasformazione e connessione, ove avviene la conversione ad alta tensione ai fini dell'immissione in rete.

Gli aerogeneratori del realizzando parco eolico presentano le seguenti caratteristiche dimensionali e prestazionali:

- Altezza totale: fino a 200 m;
- Altezza del mozzo dal p.c.: fino a 119 m;
- Diametro rotore: fino a 162 m;
- Potenza nominale: 6 MW.

In questa fase della progettazione si fa riferimento al modello Vestas V162 o similare/equivalente; in fase di progettazione esecutiva potrà essere scelta una macchina similare/equivalente.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 16

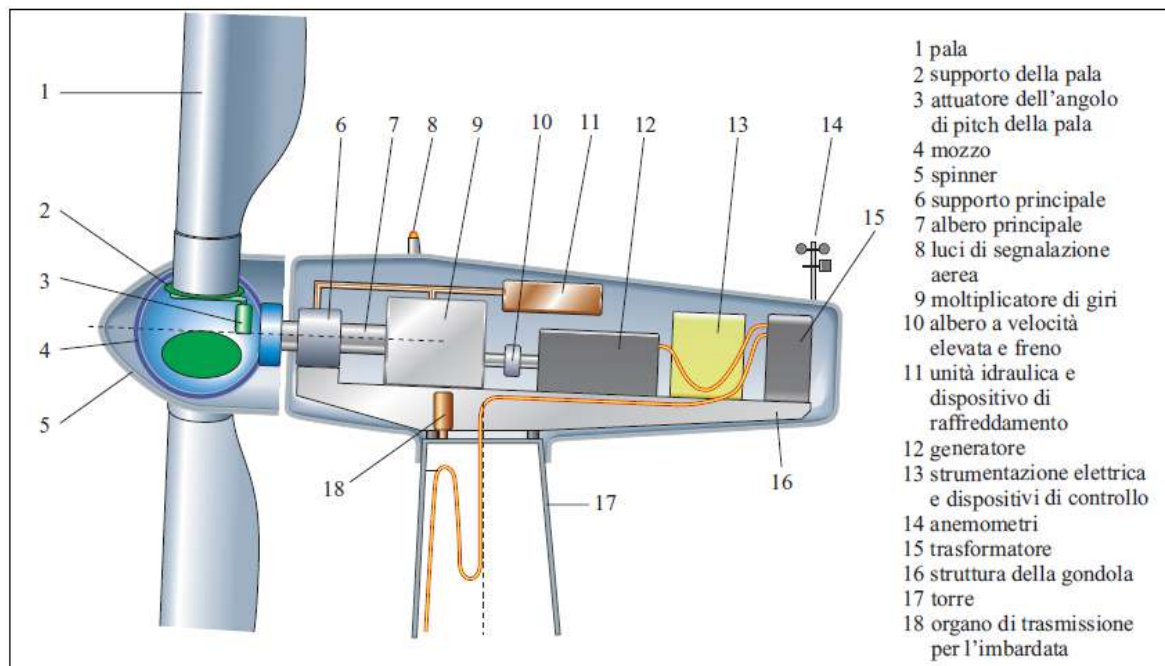


Figura 4 Schema tipo di funzionamento di un aerogeneratore, fonte www.e-nsight.com



Figura 5 Vista del rotore e della navicella di una turbina Vestas V162



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 17

L'interno della torre è accessibile attraverso una porta di ingresso posta a circa 3 metri dal livello del suolo, servita da una scaletta metallica. Attraverso un sistema di scale a pioli e pianerottoli di sosta posti all'interno della torre è possibile arrivare alla navicella per le operazioni di ispezione e manutenzione. Per ulteriori dettagli sull'aerogeneratore si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo.

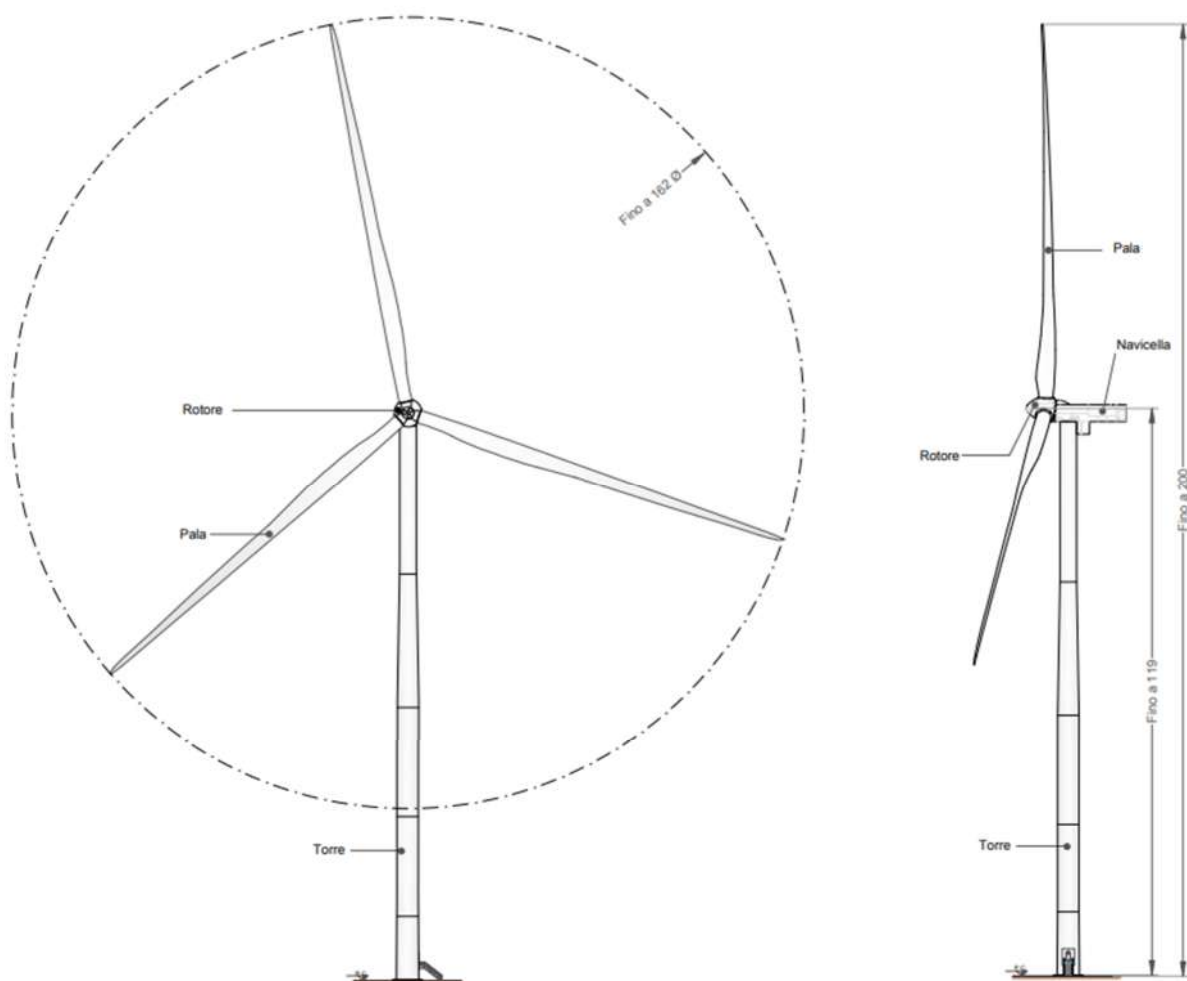


Figura 6 Vista frontale e laterale di un aerogeneratore tipo



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

4.2 Distribuzione degli aerogeneratori

Gli aerogeneratori di un parco eolico possono essere disposti nel territorio secondo diversi criteri, così riassumibili:

1. Disposizione su reticolo quadrato o romboidale;
2. Disposizione su fila unica;
3. Disposizione su file parallele;
4. Disposizione a croce;
5. Varie combinazioni delle disposizioni precedenti;
6. Disposizione imposta da vincoli sito-specifici.

L'impianto proposto si distribuisce su un reticolo *romboidale*. La distanza minima tra turbine (567 metri, misurati tra le WTG 02 e 03) è 3,5 volte il diametro massimo del rotore, distanza sufficiente ad annullare gli effetti di mutua interferenza aerodinamica e a garantire uno spazio libero fruibile sufficiente per il passaggio degli uccelli.

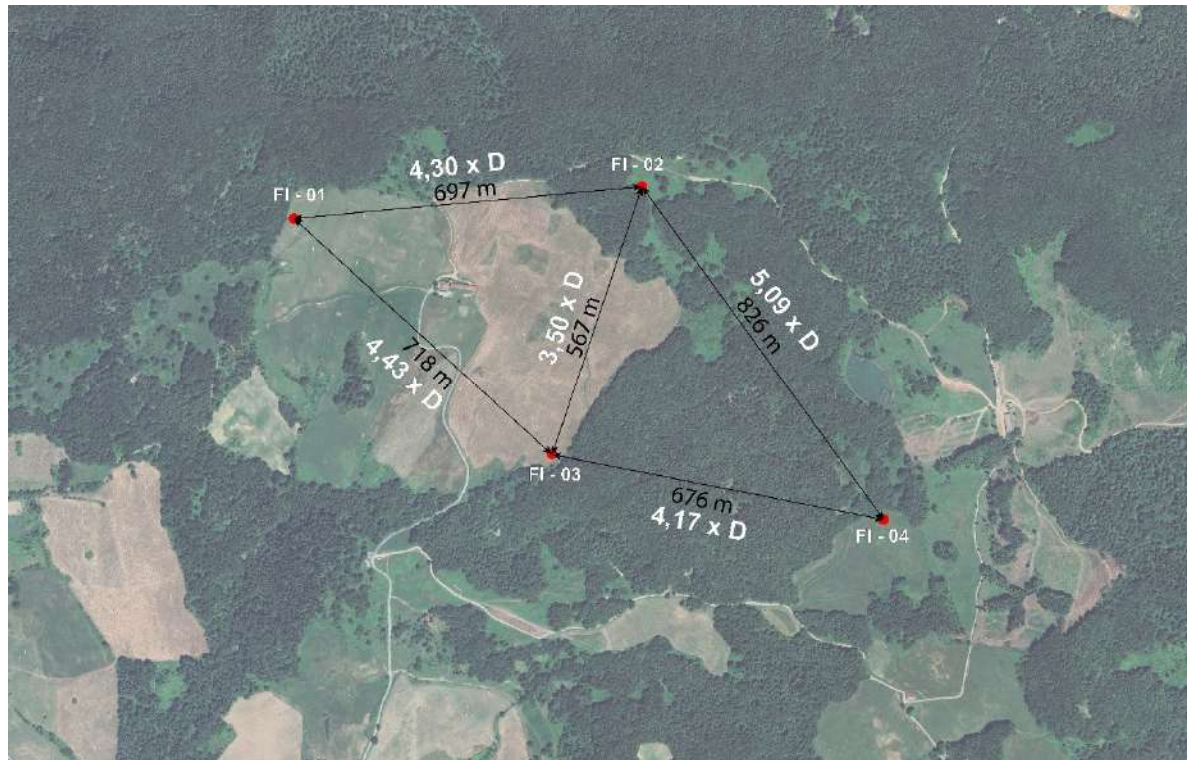


Figura 7 Schema di distribuzione degli aerogeneratori del Parco eolico






Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

4.3 Viabilità di impianto

Per l'accesso all'impianto (sia in fase di realizzazione che di esercizio e dismissione) si utilizzerà prevalentemente la rete viaria esistente con i necessari adeguamenti di sezione e sottofondo. Sarà necessario aggiungere solo brevi tratti di nuove piste bianche per il collegamento tra le strade esistenti e i piazzali di progetto. La tabella e lo schema che seguono illustrano la composizione viaria per tipologia.

Tabella 5 Tipologia ed estensione della viabilità di impianto

Tipologia di strada		Lunghezza
	Strade esistenti	6,85 km
	Strade sterrate esistenti da adeguare	2,50 km
	Piste bianche di progetto	0,94 km
TOTALE		10,29 km

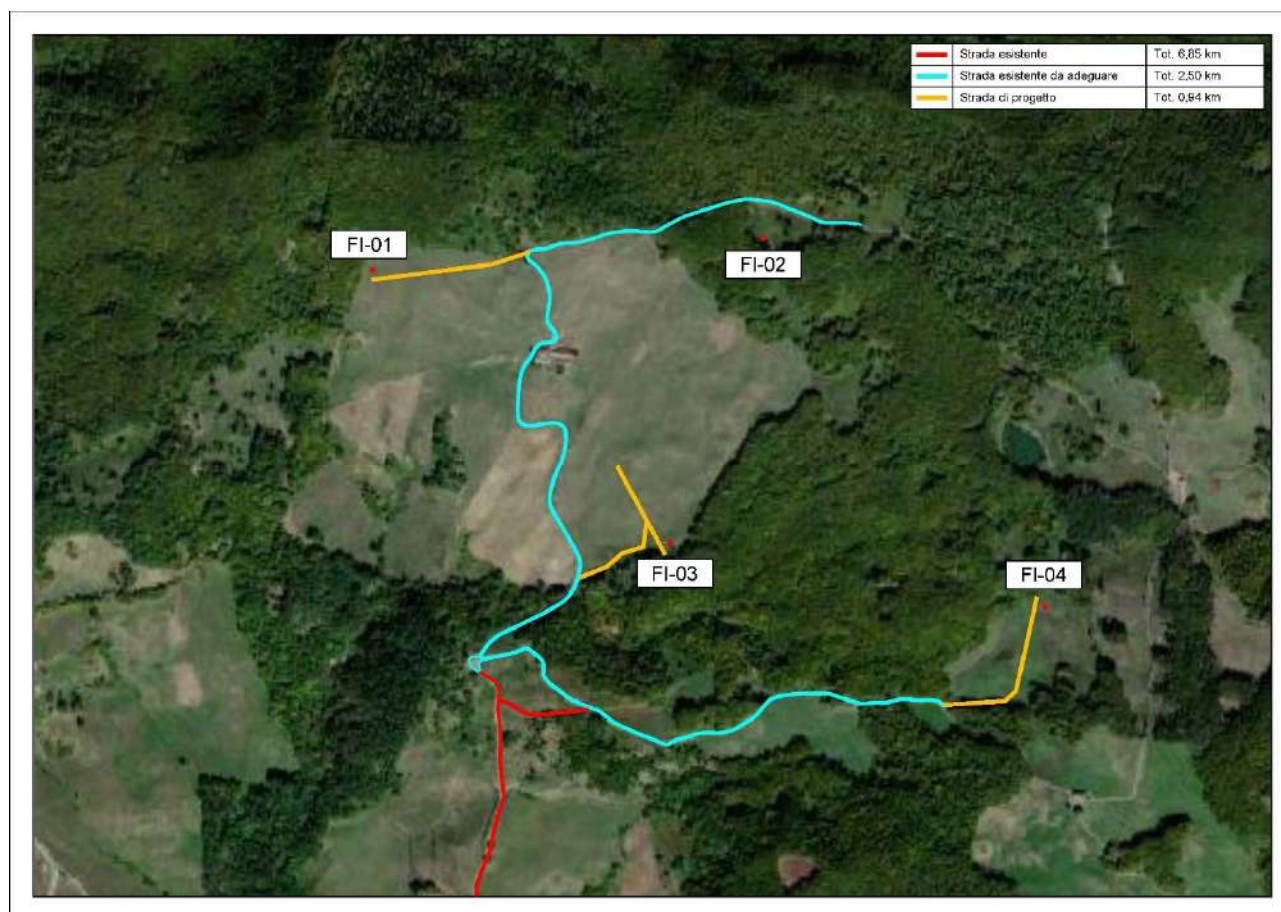


Figura 8 Viabilità di collegamento tra aerogeneratori



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 20

Le strade sterrate esistenti, previa valutazione delle loro condizioni in fase esecutiva verranno adeguate agli standard di progetto sia in termini geometrici (adeguamenti plano-altimetrici e della sezione) che strutturali (adeguamento del sottofondo stradale, inserimento di drenaggi) mantenendone pur tuttavia il carattere e la finitura propria delle strade bianche rurali.

Le strade di nuova realizzazione, aventi le caratteristiche di strada bianca con finitura superficiale in misto stabilizzato di cava, avranno una larghezza di 4÷4,5 m (con l'accortezza di lasciare libere da ostacoli due fasce contigue dell'ampiezza di almeno 0,5 m).

La sezione stradale si comporrà di uno strato di fondazione di 30 cm di misto frantumato e detriti di cava rullati e da uno strato di finitura di 10 cm di misto granulare stabilizzato rullato. A fianco della strada potranno correre una o due canalette per la raccolta delle acque meteoriche. Le piste verranno realizzate secondo la seguente procedura:

- Asportazione dello strato superficiale del terreno vegetale, per uno spessore di 30 cm (o del manto stradale esistente in caso di adeguamenti);
- Compattazione a rullo del fondo di scavo;
- Posa di geotessile TNT da 200 g/m²;
- Formazione della fondazione stradale in misto frantumato di cava per 30 cm e rullatura;
- Posa della finitura di superficie in misto granulare stabilizzato per uno spessore di 10 cm;
- Formazione di una cunetta laterale in terra per la regimazione delle acque meteoriche. Le cunette drenanti, a sezione trapezoidale potranno avere un fondo in pietrame e/o una protezione in geotessile a seconda delle esigenze sito-specifiche. Drenaggi trasversali in legno potranno essere previsti ove necessario.

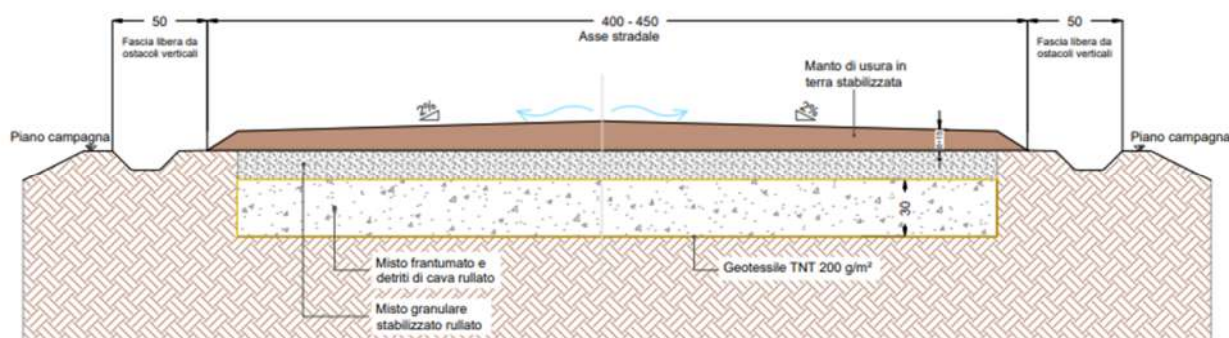


Figura 9 Sezione tipo pista di impianto a livello; misure in centimetri



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

La risoluzione di dislivelli lungo il tracciato viario avverrà preferibilmente attraverso la modellazione di pendii in terra rinverditi. Per le opzioni di stabilizzazione dei pendii si rimanda al paragrafo 4.5 e agli elaborati di progetto definitivo.

Sia le piste che i piazzali di esercizio saranno di libero accesso, fatte salve le eventuali limitazioni alla circolazione stabilite dagli enti preposti.

4.4 Piazzali di esercizio

Il piazzale di esercizio costituisce una porzione del piazzale di cantiere delle dimensioni massime di 60m x 32m (dimensioni e forma possono variare per favorire l'inserimento ambientale dell'opera). La sezione strutturale del piazzale sarà analoga a quella delle piste di impianto, mantenendo la finitura in misto stabilizzato di cava.

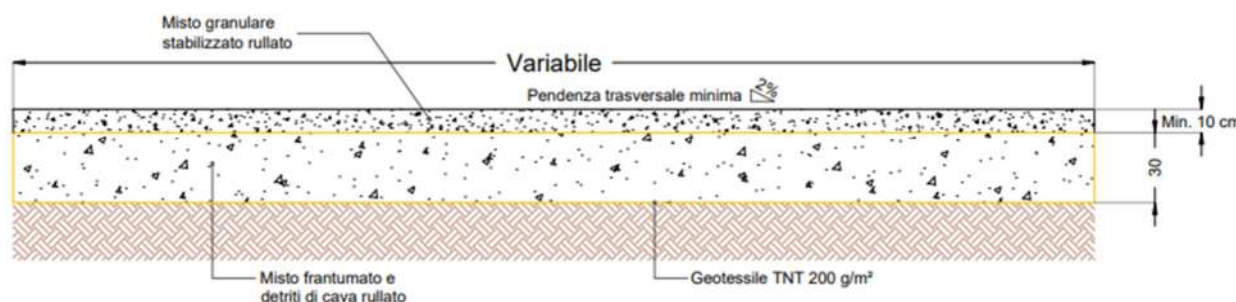


Figura 10 Sezione tipo del piazzale di esercizio

Dal momento che i trasformatori sono allocati all'interno della navicella di ogni aerogeneratore, non sarà necessario installare a terra cabine di trasformazione. Non si prevede altresì la realizzazione di alcuna Cabina di Raccolta (CdR) nei pressi delle turbine. I piazzali pertanto saranno liberi da recinzioni e da impianti e strutture di alcun tipo.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 22

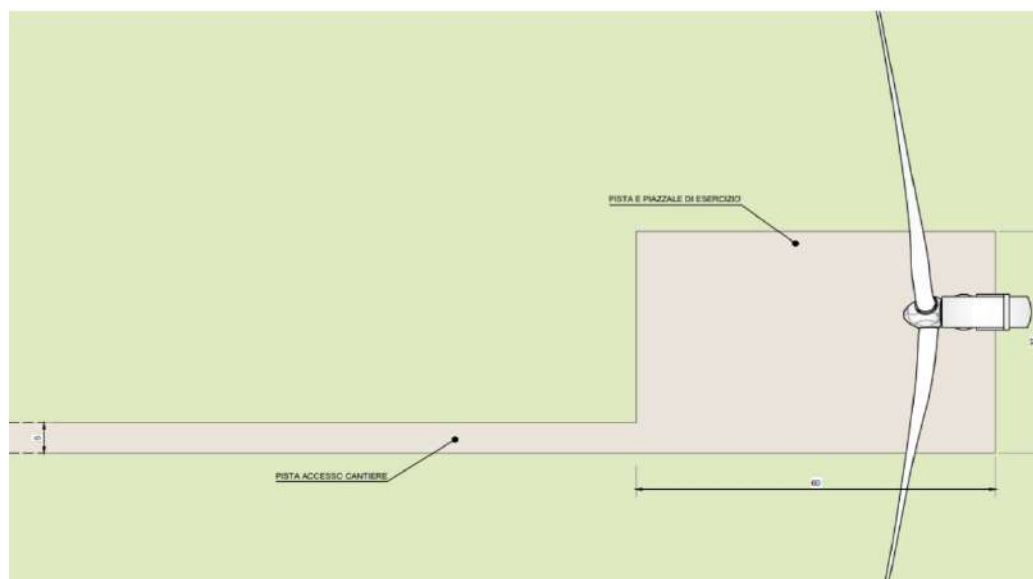


Figura 11 Planimetria tipo di pista e piazzale di esercizio di una turbina (misure in metri).
Forma e dimensioni del piazzale possono cambiare per meglio adattarsi ad esigenze sito-specifiche

4.5 Opere di ingegneria naturalistica

Il contesto di montagna e alta collina nel quale l'intervento si inserisce costringe a confrontarsi con le esigenze di inserimento piano altimetrico delle piste e dei piazzali di esercizio in termini di scavi e rinterri, di superfici di raccordo o di piccole opere civili di contenimento e, allo stesso tempo, con la necessità di mitigare l'impatto sul paesaggio di tali opere (va da sé che l'approccio progettuale tende primariamente alla minimizzazione dei movimenti terra).

Per garantire al contempo la stabilità dei pendii ed il loro armonico inserimento nel paesaggio si farà ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica la cui "intensità" sarà proporzionale alle effettive esigenze tecniche. Ove possibile verranno privilegiate soluzioni che impiegano esclusivamente materiale vivo o comunque di origine naturale e di provenienza locale. L'elaborato SKF_T_51_C_D_A_1 costituisce un abaco delle possibili soluzioni da adottare nelle diverse circostanze. Le tecniche di sistemazione di pendii che prevedono esclusivamente l'impiego di materiale vivo e legno sono:

- Idrosemina;
- Piantumazione semplice di specie arboree o arbustive;
- Cordonata viva;
- Gradonate vive;
- Fascinata viva;
- Viminata viva;



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

- Grata viva;
- Palizzate e palificate con talee/piantine.

Le tecniche che prevedono anche l'utilizzo di materiali inerti (pietra, metallo) sono:

- Scogliera in pietra naturale rinverdita;
- Muro in pietra naturale rinverdito;
- Gabbionata di pietrame con talee;
- Materassi in rete metallica con geostuoia e inerbimento.

Il materiale vegetale vivo andrà preferibilmente reperito in luoghi prossimi al sito di intervento e posto in opera nel più breve tempo possibile. Ove ciò non fosse realizzabile, verranno prese tutte le precauzioni possibili per mantenerlo in condizioni ottimali.

Le pietre (blocchi o pietrame sciolto) saranno preferibilmente reperite in cave autorizzate locali e in ogni caso dovranno avere composizione e colorazione simile a quella delle rocce naturali esposte presenti in situ.

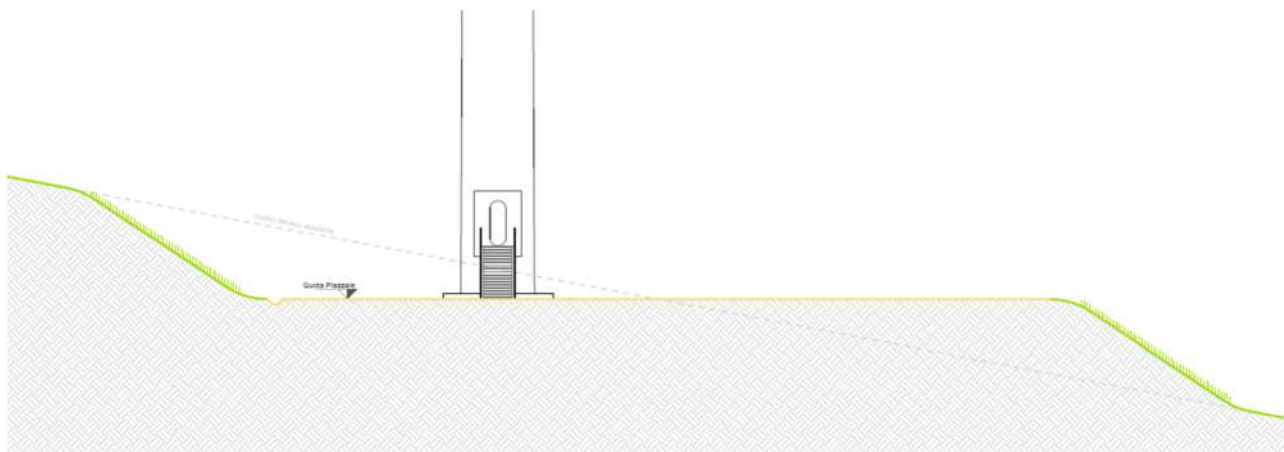


Figura 12 Sezione tipo di piazzale a mezzacosta con sistemazione naturale dei pendii



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).



Figura 13 Esempi realizzati di tecniche di ingegneria naturalistica: da sinistra in senso orario: cordonata viva ben attecchita (Foto di R. Ferrari per Regione Lazio), palificata semplice post e pre-inverdimento, palificata alla base del pendio, muretto a secco rinverdito, gabbioni di pietrame

4.6 Attraversamenti idraulici

In caso di attraversamento di un piccolo canale o corso d'acqua da parte di una pista di impianto si adotterà, se necessario, la tipologia di tombino di cui all'elaborato SKF_T_46_A_D_A_1, del quale si riporta uno stralcio. In particolare, si prevede la posa di una condotta corrugata opportunamente dimensionata passante al di sotto del piano stradale. Il rilevato sarà protetto a monte da un'opera muraria rivestita in pietra locale e, a valle, da una piccola scogliera in pietrame sciolto delle stesse caratteristiche del rivestimento murario. Eventuali parapetti verranno realizzati in legno naturale. La condotta, le cui estremità sono esposte, dovrà essere di un colore scuro che ne faciliti la mimetizzazione con l'intorno. Con gli opportuni adattamenti, la medesima soluzione di attraversamento potrà essere applicata ai piazzali di esercizio qualora una porzione di essi intercetti il reticolo idrografico minore. In nessun caso la realizzazione di piste e piazzali interferirà, modificandolo, con il naturale deflusso delle acque meteoriche. Il dimensionamento delle opere sopra descritte verrà effettuato in sede di progettazione esecutiva per un tempo di ritorno di 50 anni o comunque non inferiore alla vita utile dell'impianto.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 25

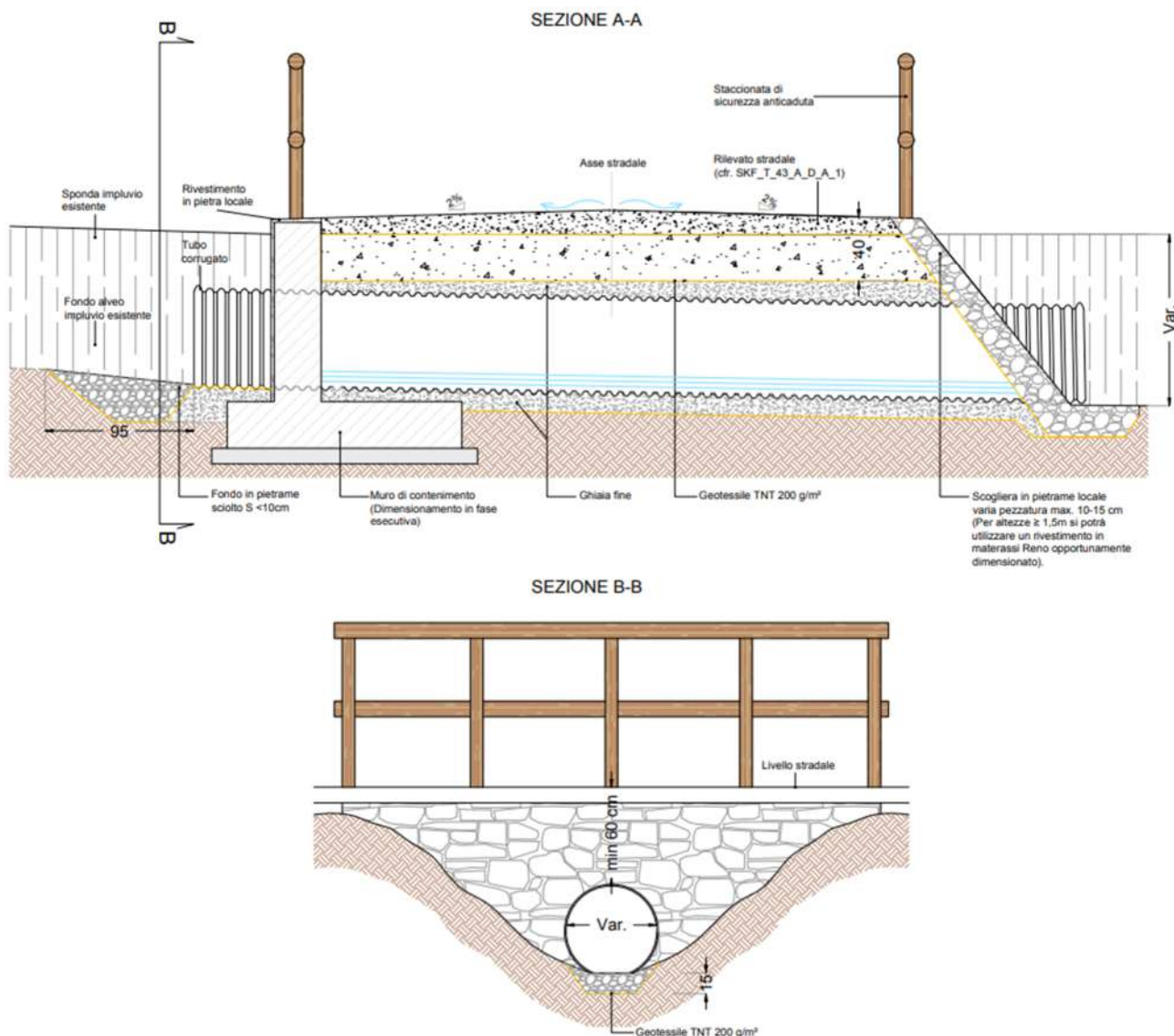


Figura 14 Opera di attraversamento idraulico, sezione trasversale e vista frontale lato monte (misure in cm)

Qualora fosse necessario realizzare attraversamenti idraulici temporanei per piste o porzioni dei piazzali di cantiere destinati a dismissione post-operam si applicherà il dettaglio sopra descritto ove tuttavia, previa verifica idraulica, l'opera muraria di monte sarà sostituita da una scogliera in pietrame sciolto opportunamente dimensionata a vantaggio della reversibilità dell'intervento.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 26

4.7 Regimazione delle acque superficiali

Allo scopo di smaltire le acque superficiali prevenendo fenomeni erosivi concentrati o diffusi ovvero per abbassare il livello della falda di superficie ove troppo elevato si ricorrerà all'uso di drenaggi superficiali costituiti da fossi di guardia o trincee drenanti, sviluppati generalmente in direzione monte-valle e scaricanti direttamente in compluvi naturali od in altre opere di raccolta esistenti. I sistemi di drenaggio sono illustrati negli elaborati SKF_T_47_A_D_A_1 e SKF_T_51_C_D_A_1 a seconda della tecnica realizzativa. Il loro dimensionamento avverrà in fase esecutiva. L'abaco di soluzioni tecniche comprende:

- Argini e fossi di guardia in terra;
- Trincee drenanti (con o senza fosso di guardia);
- Fascinate drenanti;
- Fossi di guardia in legno e pietrame;
- Canalette in embrici per scarpate;
- Canalette trasversali in legno per piste in stabilizzato di cava.

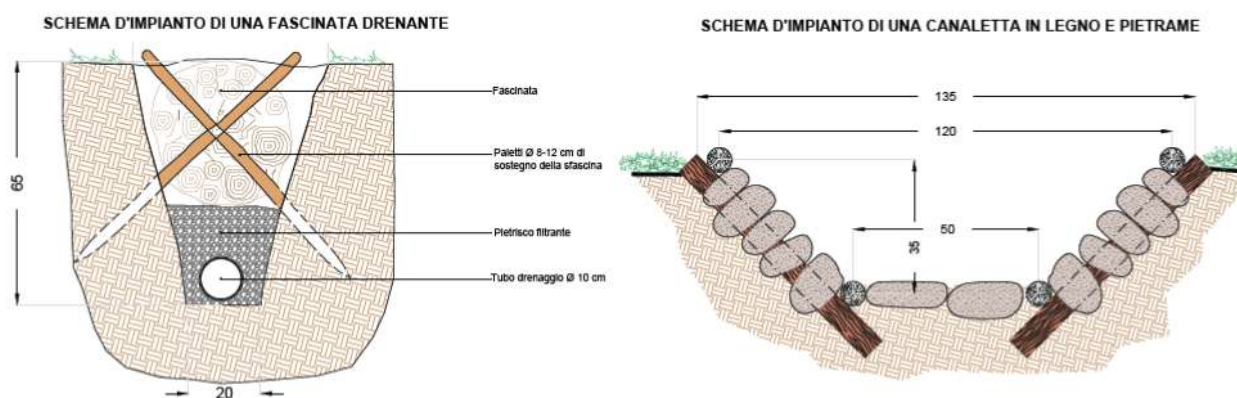


Figura 15 Opere di drenaggio superficiale con tecniche di ingegneria naturalistica
(da SKF_T_51_C_D_A_1, misure in centimetri)

In nessun caso le opere di progetto altereranno il deflusso superficiale delle acque meteoriche; al contrario, esse verranno utilizzate anche allo scopo di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 27



*Figura 16 Tipica canaletta in larice per strade bianche
(fonte: Consorzio Forestale Alta Valtellina)*

4.8 Opere di fondazione

Le caratteristiche dei terreni di fondazione dovranno essere accertate in ognuno dei siti di installazione degli aerogeneratori mediante le opportune prove penetrometriche fino alla quota del piano di fondazione. I dettagli relativi agli aspetti geologici e geotecnici sono trattati negli elaborati specialistici allegati.

A seconda dei risultati delle indagini geognostiche si valuterà se le fondazioni in calcestruzzo armato potranno essere a plinto diretto o su pali. Nel caso si ricorra a fondazione su pali, la loro profondità di infissione potrà essere determinata solo a valle delle opportune indagini geotecniche.

Tutte le opere in c.a. saranno realizzate in accordo alle prescrizioni contenute nella Legge n. 1086 del 5/11/1971 e susseguenti D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP, e nella Legge 64/1974 e successivi D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 28

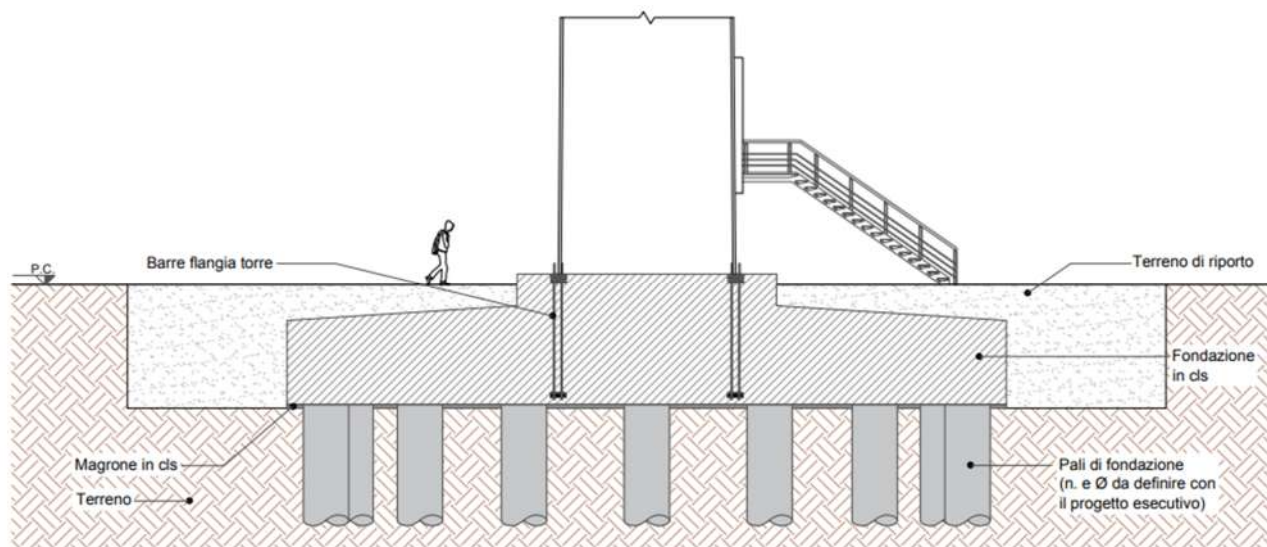


Figura 17 Sezione tipo di piastra di fondazione su pali

4.9 Cavidotto interrato MT

I cavidotti 30 kV che originano dalle turbine saranno interrati per tutta la loro estensione lungo viabilità esistente o di progetto, o, eccezionalmente, al di sotto di terreno agricolo. Il tracciato del cavidotto è stato ottimizzato per contenere al massimo le escavazioni e le possibilità di interferenza con altri manufatti o elementi del territorio e, allo stesso tempo, per minimizzare l'impatto della sua cantierizzazione. Esso si articola come dettagliato in tabella.

Di seguito si riportano, a titolo di esempio, la sezioni tipo di cavidotto MT a quattro terne interrato su strada sterrata e su terreno agricolo tratte dall'elaborato SKF_T_41_A_D_A_1 cui si rimanda per ulteriori dettagli e la casistica completa.

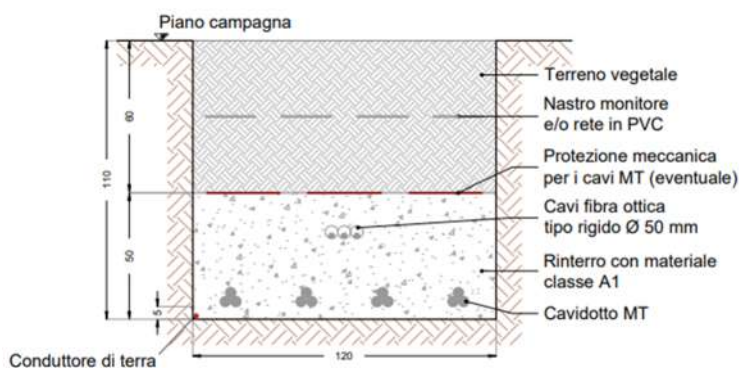


Figura 18 Sezioni tipo di cavidotto a 4 terne su strada sterrata (misure in cm)



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

L'elaborato SKF_T_48_A_D_A_1 illustra invece le modalità di aggiramento di ostacoli e di risoluzione delle interferenze tra il cavidotto ed altri manufatti o elementi del territorio (quali fiumi o corsi d'acqua). Tutti gli ostacoli (sottoservizi, canali e corpi idrici, altri tipi di strutture interrato) verranno oltrepassati mantenendo il cavidotto in sotterraneo. Laddove la sezione stradale non ne consenta l'alloggiamento, l'ostacolo verrà aggirato mediante perforazione teleguidata (TOC) o spingitubo. Queste tecniche, quando utilizzate per superare corsi d'acqua, assicurano che non si eserciti alcuna azione di disturbo temporanea o permanente sull'alveo. Per l'attraversamento di fossi e torrenti potrà anche valutarsi, in fase esecutiva, il fissaggio del cavo su strutture di superamento esistenti quali ponti o viadotti.

Tabella 6 Tracciato del cavidotto interrato MT

TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE				
Comune	Strada percorsa	Tipologia di sedime	Distanza [m]	Tensione
Firenzuola (FI)	nuova strada	piazzale/pista	67,62	MT
	via Bruscoli Chiesa	sterrato	422,40	
	nuova strada	piazzale/pista	276,75	
	via Bruscoli Chiesa	sterrato	235,77	
	via Bruscoli Chiesa	asfalto	508,55	
	nuova strada	piazzale/pista	214,24	
	via Bruscoli Chiesa	asfalto	200,59	
	n.r.	sterrato	928,57	
	nuova strada	piazzale/pista	271,36	
	via Bruscoli Chiesa	asfalto	476,86	
	n.r.	terreno agricolo	102,00	
	n.r.	asfalto	451,19	
	via Bruscoli Casenuove	asfalto	278,63	
	SP 59	asfalto	922,72	
	via Bruscoli Cerdello	asfalto	523,70	
	n.r.	terreno agricolo	376,52	
	SP 59	asfalto	4504,95	
	SS 55	asfalto	1195,46	
	n.r.	piazzale/pista	58,56	
	n.r.	pista	61,04	AT
	SS 55	asfalto	555,10	
Lunghezza totale cavidotto MT: 12.016,44 m - Lunghezza totale cavidotto AT: 616,14 m				



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 30

4.10 Sottostazione elettrica (SSE) utente di trasformazione e connessione

La SSE utente di trasformazione e connessione verrà realizzata in prossimità del Passo della Futa lungo la SS 65 in un lotto destinato attualmente a colture erbacee. Il lotto produttore della SSE utente consisterà di un piazzale recintato di 34,6 m x 32,35 m prevalentemente asfaltato. Lungo il perimetro verranno alloggiare le cabine elettriche e, centralmente, il trasformatore 30/132 kV. Dalla SSE partirà il cavo 132 kV interrato diretto all'impianto di rete per la connessione.

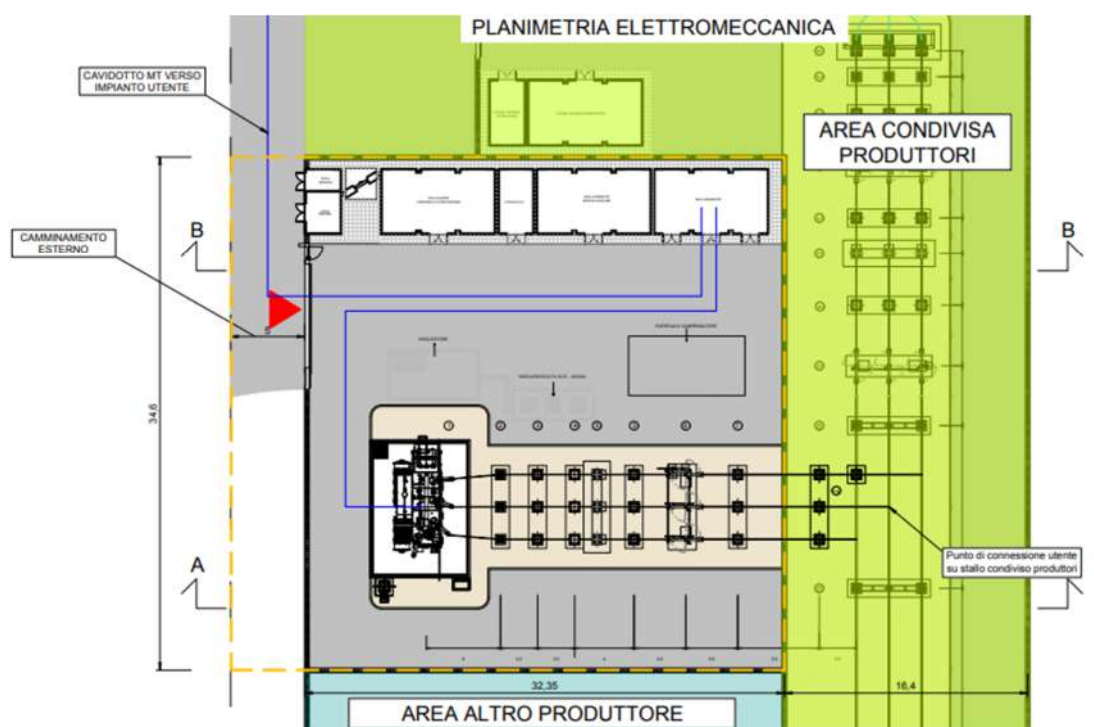


Figura 19 Planimetria della SSE utente di trasformazione e connessione da SKF_T_57_A_D_A_1

4.10.1 Cabine

La SSE ospita cabine di varia dimensione adibite a:

- Sala server e sala misure (accessibili direttamente dall'esterno);
- Sala quadri, controllo e protezione;
- Locale G.E.;
- Sala quadri BT e servizi ausiliari;
- Sala quadri MT;
- Magazzino.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 31

A seguire si riporta la vista frontale dei locali tecnici dall'interno della SSE. Gli edifici, omologati ENEL, sono costituiti da pannelli in cemento prefabbricato e sono dotati di vasca di fondazione prefabbricata a tenuta stagna.

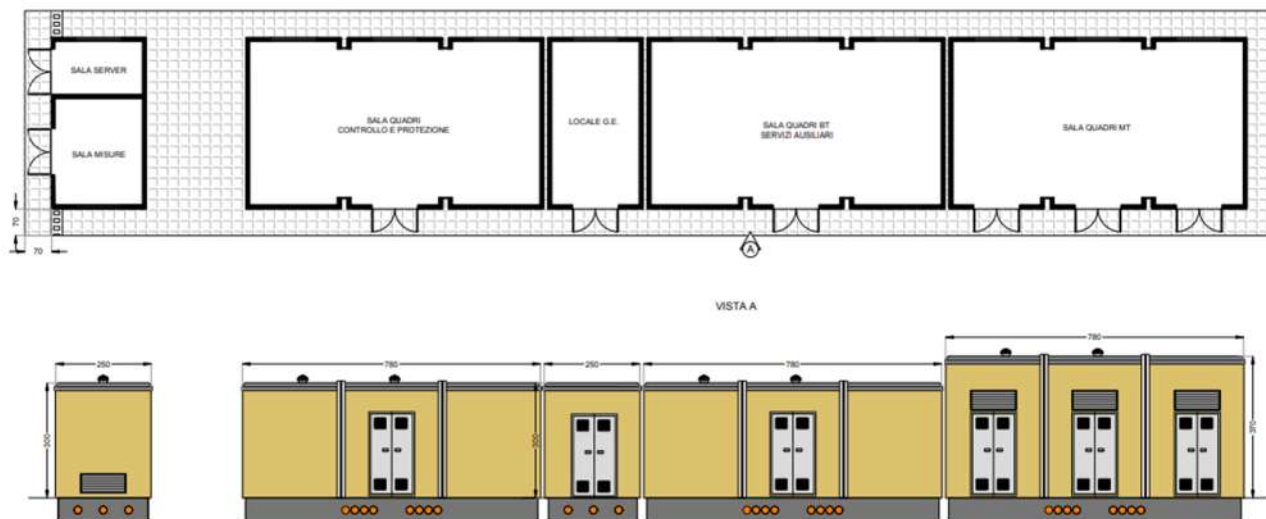


Figura 20 Planimetria e vista frontale delle cabine della SSE

4.10.2 Recinzione

La recinzione perimetrale è costituita da un muretto ribassato in c.a. sul quale sono infisse, a distanza regolare e tale da prevenire la possibilità di intrusione, sbarre in acciaio zincato.

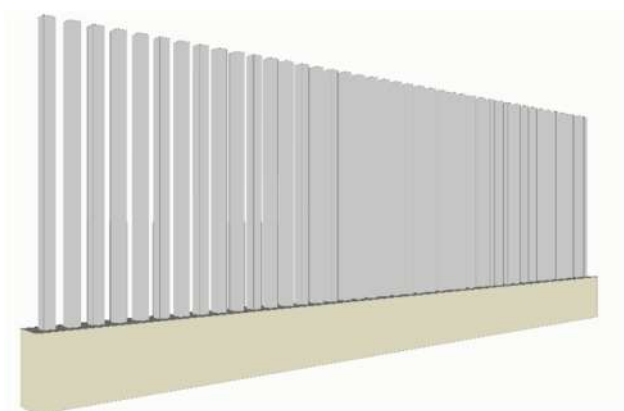


Figura 21 Vista prospettica della recinzione della SSE utente di trasformazione



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 32

4.10.3 Trattamento delle acque meteoriche

All'interno della SSE utente di trasformazione e connessione è realizzato un piazzale in asfalto che richiede un opportuno sistema di raccolta e depurazione delle acque di prima pioggia prima del conferimento nel corpo ricettore. Per lo smaltimento delle acque meteoriche dilavate dalle pavimentazioni in asfalto si prevedono in questa fase due ipotesi che saranno definite in sede di progettazione esecutiva. La prima prevede lo smaltimento nel recettore naturale più prossimo previo trattamento con vasca di disoleazione. La seconda, da adottarsi nell'impossibilità tecnica della prima, prevede che il deflusso delle acque meteoriche venga garantito da sistemi di subirrigazione dotati di opportuni sistemi di accumulo e depurazione. Tali sistemi, dotati di un pozzetto scolmatore, di un serbatoio di accumulo e di un sistema di depurazione consentono un alto livello di depurazione delle acque di dilavamento, contribuendo inoltre alla prevenzione degli allagamenti mediante lo stoccaggio temporaneo dell'acqua piovana. A valle della scelta della soluzione tecnica migliore verranno richieste le necessarie autorizzazioni allo scavo (art. 124 del D.lgs. 152/2006) e l'Autorizzazione Unica Ambientale (AUA). Per ulteriori dettagli sulla SSE si rimanda alla relazione specialistica.

4.11 Cavidotto interrato AT

Il cavidotto 132 kV che origina dalla SSE utente raggiungerà la nuova stazione elettrica "La Futa" di connessione alla RTN (sita 500 metri più a Sud lungo la SS 65) interrato sotto il sedime della strada statale. Così come per il cavidotto MT, nello stesso scavo, a distanza di almeno 30 centimetri dai cavi elettrici, saranno posati cavi in fibra ottica per la trasmissione di dati, protetti e segnalati superiormente da un nastro monitor o rete in PVC. Gli attraversamenti delle eventuali opere interferenti verranno eseguiti con le stesse modalità illustrate per i cavidotti MT. Il dettaglio del tracciato del cavidotto AT è riportato al precedente paragrafo 4.9.

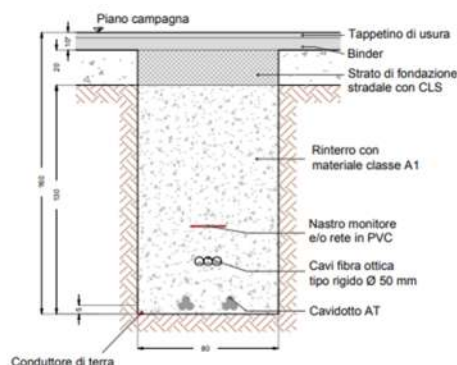


Figura 22 Sezione tipo di posa del cavidotto AT sotto strada in asfalto (misure in cm)



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 33

4.12 Impianto di rete di connessione

L'impianto di rete per la connessione alla rete elettrica nazionale sarà costituito da un nuovo stallo linea AT 132 kV con arrivo della linea produttore in cavo interrato, inserito sulla futura stazione elettrica "La Futa".

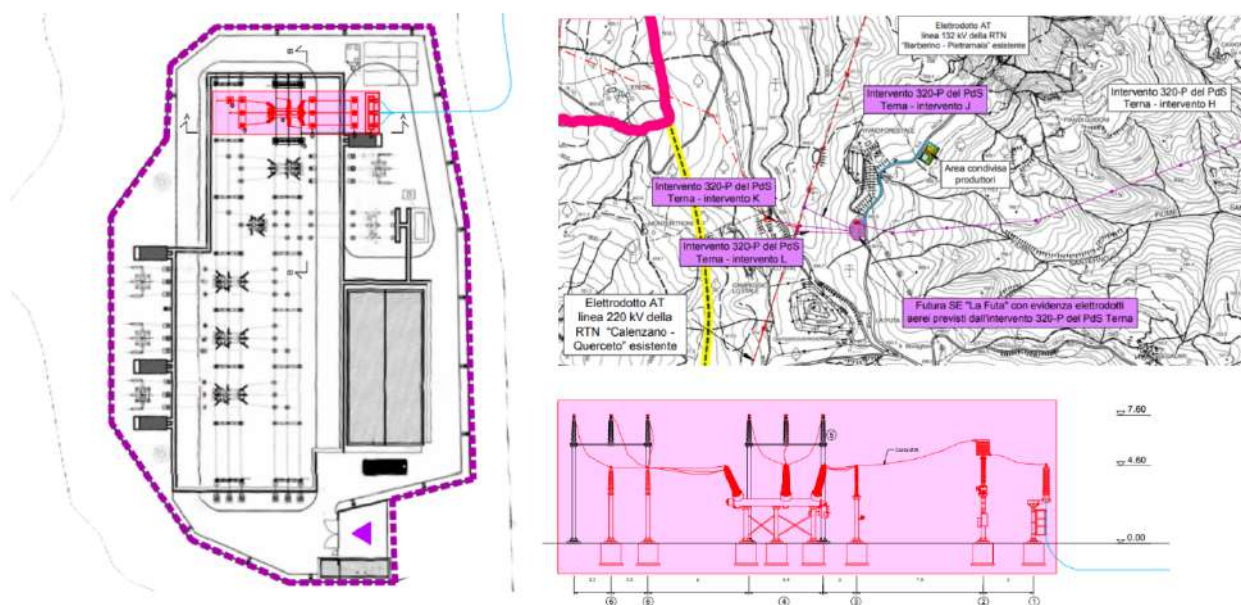


Figura 23 Layout delle opere di rete per la connessione alla nuova SE "La Futa"; in rosso il nuovo stallo linea AT

4.13 Impianto di messa a terra

Tutti gli aerogeneratori e le strutture metalliche in generale (ivi comprese le armature delle fondazioni) sono dotati di impianto di terra opportunamente dimensionato costituito da un anello in corda nuda di rame, con dispersori a picchetto in acciaio zincato e collegamenti di messa a terra. Tutto l'impianto sarà realizzato in conformità alle più aggiornate Norme CEI in materia di impianti elettrici.

4.14 Sistema di controllo e monitoraggio

Il sistema di gestione, controllo e monitoraggio del parco eolico è provvisto di un'interfaccia uomo-macchina controllata da remoto e collegata, attraverso una rete di comunicazione dedicata, ai singoli aerogeneratori nonché alle eventuali stazioni anemometriche permanenti già realizzate e gestite dal Proponente.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Il sistema informatico consente principalmente di avere uno strumento di supervisione e controllo su tutte le apparecchiature elettriche e meccaniche componenti la centrale e di prevenire ogni loro malfunzionamento garantendo funzionalità ed efficienza all'impianto. Di seguito si elencano solo alcune delle numerose azioni e verifiche che il sistema di supervisione e controllo può effettuare:

- Ottenimento dei valori istantanei e dei valori statistici su breve periodo dell'unità controllata al fine di monitorarne il funzionamento;
- Avvio e fermo delle unità sulla base degli eventi analizzati;
- Estrazione di dati statistici avanzati su lungo periodo.

Per la misura ed il monitoraggio dei dati di vento si utilizza un sistema di acquisizione dati opportunamente interfacciato a sensori di velocità e di direzione collocati sulla navicella degli aerogeneratori.

4.15 Norme generali e prescrizioni di riferimento per le opere elettromeccaniche

L'impianto sarà realizzato secondo tutte le regole dell'arte, in conformità agli standard I.E.C. (International Electrotechnical Commission) e alla norma CEI EN IEC 61400-1 (CEI 88-1) "Sistemi di generazione da fonte eolica – Parte 1: Prescrizioni di progettazione" (o norme più aggiornate vigenti al momento della realizzazione).

4.16 Life Cycle Assessment

L'analisi del ciclo di vita (LCA nell'acronimo inglese) è un metodo strutturato e standardizzato a livello internazionale che permette di quantificare i potenziali impatti sull'ambiente e sulla salute umana associati a un bene o servizio, a partire dal rispettivo consumo di risorse e dalle emissioni. Nella sua concezione tradizionale, considera l'intero ciclo di vita del sistema oggetto di analisi a partire dall'acquisizione delle materie prime sino alla gestione al termine della vita utile includendo le fasi di fabbricazione, distribuzione e utilizzo (approccio definito "dalla culla alla tomba"). Nel caso di un impianto eolico, due aspetti fondamentali dell'LCA sono la quantità di CO₂ prodotta nel corso del ciclo di vita della turbina (per una turbina da 2 MW, ANEV stima 1920 tonnellate di CO₂) ed il cosiddetto *Energy pay-back time*, ovvero l'intervallo di tempo necessario affinché le emissioni di CO₂ evitate grazie all'impiego della turbina compensino quelle emesse per la produzione, l'installazione e lo smaltimento della turbina stessa. Si stima (ANEV 2023) che in appena 9 mesi di utilizzo produttivo una turbina eolica da 2 MW abbia compensato la CO₂ emessa nell'LCA. Va sottolineato anche l'alto grado di riutilizzabilità delle componenti di una



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

turbina eolica: l'acciaio, infatti, che costituisce il materiale preponderante in una turbina, è riutilizzabile al 90%.



Figura 24 Grado di riutilizzabilità dei componenti di una turbina (ANEV 2024)



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

5 Opere di mitigazione e compensazione

I criteri di progettazione del parco eolico Bordigaie sono improntati alla minimizzazione del suo impatto nel territorio. Vista l'importante presenza di aree boscate nelle quali i coltivi si aprono come vaste radure, tuttavia, l'inserimento territoriale del progetto intaccherà inevitabilmente porzioni di vegetazione naturale. Per questo, è prevista la realizzazione contestuale all'intervento di opere di mitigazione e compensazione ambientale che, accanto alle tecniche di ingegneria naturalistica illustrate, concorreranno ad attenuare ulteriormente la significatività degli impatti negativi residui.

Tali opere, descritte agli elaborati SKF_T_51_A_D_A_1, SKF_T_51_B_D_A_1, SKF_T_51_C_D_A_1 si possono dividere in:

1. Opere di forestazione;
2. Opere di servizio al selviturismo;
3. Opere di ingegneria naturalistica;

Opere di forestazione

Nelle aree (di piccola estensione) che potrebbero essere interessate da rimozione della vegetazione arborea per esigenze temporanee di cantiere verranno predisposti, nell'ambito del progetto di ripristino ambientale, anche interventi di riforestazione (cfr. elaborato SKF_T_51_B_D_A_1). Vengono di seguito riportate una planimetria con l'identificazione preliminare delle aree potenzialmente suscettibili di questo tipo di intervento, e l'abaco della vegetazione impiegata per i rimboschimenti.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).



Quercus cerris



Acer campestre



Fagus sylvatica



Pyrus pyraeaster



Abies alba



Abies picea



Acer pseudoplatanus



Carpinus betulus



Corylus avellana



Crataegus monogyna



Fraxinus excelsior



Fraxinus ornus



Ostrya carpinifolia



Prunus avium



Sorbus aria

Figura 25 Abaco della vegetazione per le opere di forestazione

La forestazione potrà avvenire secondo uno dei seguenti sesti di impianto:

- In rettangolo;
- A quinconce;
- Secondo l'andamento del terreno.

Nel sesto rettangolare e in quello a quinconce la distanza tra gli alberi sarà di circa 7 metri. Laddove il sesto segua l'andamento del terreno vi sarà maggiore irregolarità nella distribuzione delle piante. Di tutti gli interventi di forestazione verrà in ogni caso verificata la compatibilità con i regolamenti e gli strumenti di pianificazione e gestione forestale in vigore alla data della messa in opera.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

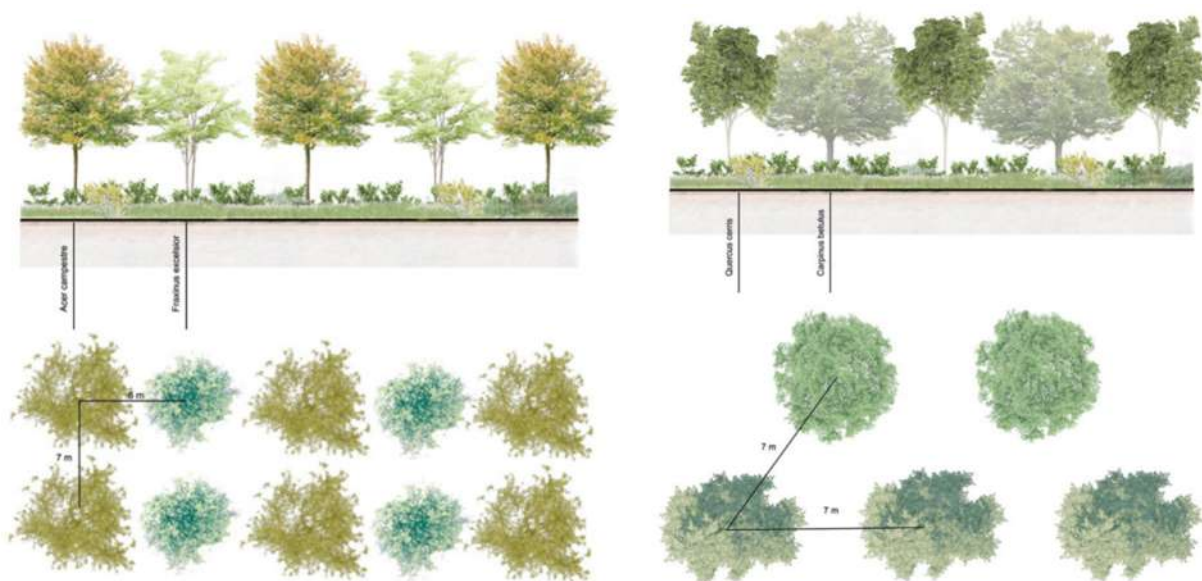
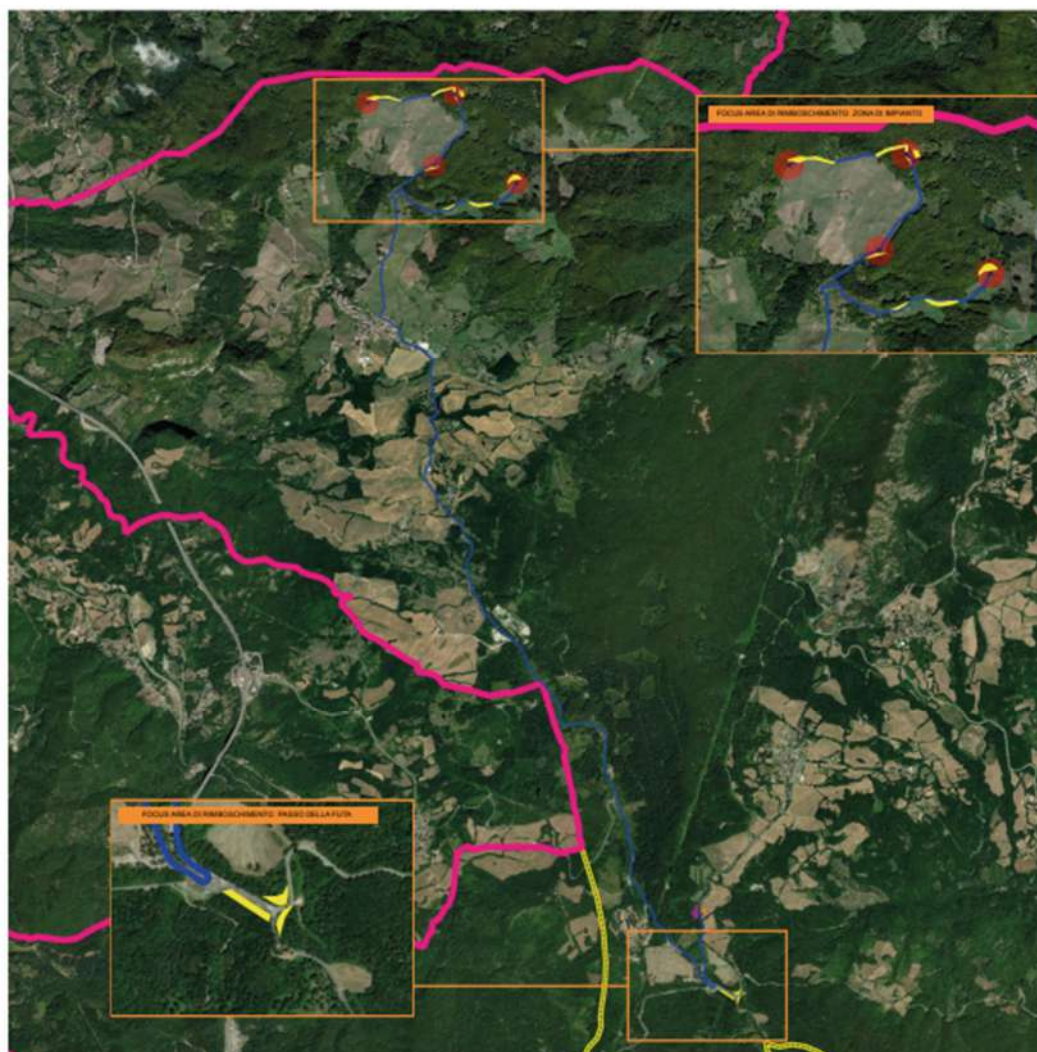


Figura 26 Sopra: prima ricognizione delle aree di intervento;
Sotto: esempi dei sesti di piantumazione a rettangolo (sinistra) e a quinconce



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Opere di servizio al selviturismo

Queste opere di compensazione potranno essere realizzate, in collaborazione con le amministrazioni coinvolte, le realtà associative ed altri *stakeholders*, sia per attrezzare piste e piazzali di impianto anche per finalità selvituristiche, sia lungo sentieri e percorsi non coinvolti direttamente dal progetto che necessitino di migliorie, protezioni o cartellonistica. Il materiale principe per questa classe di opere è il legno (potrà essere utilizzato anche quello proveniente dai tagli di vegetazione in corso d'opera). Tra le opere previste si annoverano:

- Pannelli informativi e segnaletica;
- Staccionate e parapetti;
- Panchine e rastrelliere per biciclette;
- Mangiatoie e rifugi per uccelli.

Nell'ambito dell'adeguamento delle piste forestali interessate dal progetto potranno inoltre essere inseriti sistemi di drenaggio trasversale (canalette in legno di larice) che contribuiranno a preservare le piste da fenomeni di erosione localizzata determinati dalla canalizzazione incontrollata delle acque meteoriche.

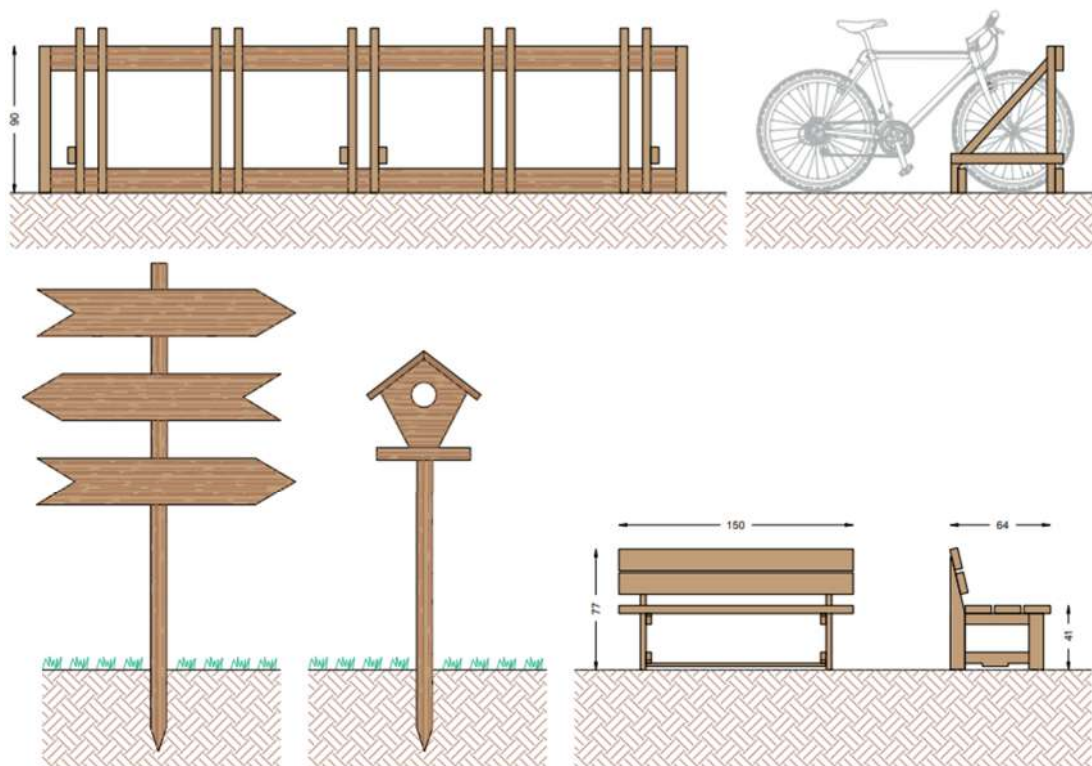


Figura 27 Esempi di opere di servizio al selviturismo tratti dalla tavola SKF_T_51_A_D_A_1



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

6 Attività di cantierizzazione

6.1 Programma dei lavori e PAC

Prima dell'inizio dei lavori sarà predisposto un dettagliato programma di svolgimento dei medesimi, compreso entro i termini contrattuali e coerente con le priorità indicate dalla D.L. Prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro, l'Appaltatore chiederà ed otterrà esplicito benestare dalla D.L., impegnandosi ad eseguire i lavori entro le aree autorizzate, e divenendo economicamente e penalmente responsabile dei danni eventualmente arrecati a colture e cose nei terreni limitrofi.

Inoltre, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà predisporre un Piano ambientale di cantierizzazione (PAC), da inviare agli Enti interessati, nel quale siano riportate per quanto attinente allo specifico progetto:

- attraverso una o più planimetrie le informazioni sottoelencate riferite al contesto ambientale locale:
 - distribuzione interna dell'area di cantiere;
 - localizzazione e la dimensione degli impianti fissi di lavoro;
 - localizzazione e la dimensione degli impianti di abbattimento degli inquinanti;
 - localizzazione e la dimensione dei luoghi di deposito delle materie prime e rifiuti;
 - localizzazione delle reti di raccolta delle acque meteoriche e di lavorazione;
- attraverso apposita e dettagliata relazione:
 - la descrizione precisa per dimensionamento e modalità di gestione degli impianti fissi di lavoro;
 - la descrizione precisa per dimensionamento e modalità di gestione degli impianti di trattamento e smaltimento controllato degli inquinanti provenienti dalle diverse lavorazioni;
 - la tipologia dei rifiuti prodotti e la loro gestione (deposito e/o stoccaggio, recupero e/o smaltimento);
 - una valutazione tecnica finalizzata a garantire la verifica di capacità di trattamento di tali impianti e la loro efficacia nel tempo, con indicazione delle attività di manutenzione previste;
 - una valutazione tecnica che sviluppi soluzioni, da attuare a cura dell'Impresa, atte a minimizzare l'impatto associato alle attività di cantiere (comprese eventuali limitazioni delle attività) in particolare per quanto riguarda le emissioni di polveri, l'inquinamento acustico e l'inquinamento delle risorse idriche e del suolo.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

6.2 Principali lavorazioni

La realizzazione del parco eolico, la cui durata si stima in questa fase in 65 settimane, comporta l'esecuzione delle seguenti principali attività secondo la sequenza e i tempi descritti nel Cronoprogramma SKF_E_03_A_D_A_1:

- Adattamento della viabilità esistente e delle eventuali opere d'arte in essa presenti qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto al sito eolico dei componenti e delle attrezzature;
- Allestimento dei cantieri per la rete viaria di accesso agli aerogeneratori;
- Realizzazione o adeguamento della viabilità di collegamento tra gli aerogeneratori ed esecuzione delle relative opere minori;
- Formazione dei piazzali per lo stoccaggio, la movimentazione ed il montaggio delle componenti degli aerogeneratori, con le relative opere civili necessarie alla loro realizzazione; posa dei supporti per lo stoccaggio delle pale.
- Scavo e posa in opera delle fondazioni degli aerogeneratori;
- Scavo delle trincee per l'alloggiamento dei cavidotti;
- Montaggio degli aerogeneratori;
- Installazioni elettriche e messa in servizio dell'impianto;
- Recupero e/o ripristini ambientali, opere di mitigazione ambientale;
- Smobilizzo del cantiere.

6.3 Predisposizione delle aree di lavoro

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà procedere all'individuazione mediante picchetti di tracciamento delle aree interessate da:

- Adeguamenti della viabilità esistente al fine di consentire il transito e la manovra del trasporto speciale (cfr. elaborato SKF_R_22_A_D_A_1 Relazione di analisi e progetto della viabilità di accesso al parco eolico);
- Nuova viabilità per l'accesso alle aree di installazione degli aerogeneratori; tale viabilità, al netto dei ripristini ambientali, costituirà anche la viabilità di esercizio dell'impianto;
- Aree di cantiere per l'installazione degli aerogeneratori; al netto del recupero ambientale, comprende anche il futuro piazzale di esercizio dell'aerogeneratore.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

L'Appaltatore dovrà inoltre indicare i limiti degli scavi e degli eventuali rilevati. Si procederà quindi all'apertura della pista di accesso ed alla predisposizione di ciascuna area di cantiere alle successive lavorazioni mediante:

- Ripulitura e rimozione dei ceppi dal terreno;
- Allontanamento di eventuali massi erratici;
- Regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere, l'Appaltatore provvederà al rispetto di quanto disposto dalla Normativa nazionale, regionale e da eventuali Regolamenti Comunali in materia sicurezza e di inquinamento acustico dell'ambiente. Qualora si verificassero danneggiamenti accidentali alle sedi viarie durante la realizzazione dell'opera si procederà ai necessari ripristini. Resta inteso inoltre che qualsiasi opera provvisoria che modifichi anche solo in parte la situazione esistente in loco all'inizio dei lavori, deve essere preventivamente autorizzata dal Committente, ed ove occorra dall'Amministrazione, qualora le opere incidano sui dati posti alla base delle relative autorizzazioni.

Nel caso vi fossero ostacoli naturali di rilevanti dimensioni difficili da rimuovere, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignorava l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'Appaltatore dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla D.L.

Ferma restando l'applicazione della normativa vigente in materia di terre e rocce da scavo, lo strato di suolo fertile rimosso per la realizzazione delle opere di cantiere sarà preferibilmente accantonato per poter essere riutilizzato in sede di recupero ambientale nella stessa area di prelievo.

6.3.1 Cantieri degli aerogeneratori

I piazzali di cantiere per l'installazione delle turbine saranno in numero di quattro; intorno al sito di ciascuna torre, infatti, è realizzato un piazzale (parzialmente coincidente con la futura piazzola di esercizio) utilizzato tanto per lo stoccaggio di alcune componenti quanto per le operazioni di movimentazione e montaggio. In particolare, in una parte del piazzale opportunamente rinforzata verrà collocata la gru di sollevamento dei conci della torre tubolare, della navicella, del rotore e delle pale.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Pagina | 43

Si riporta di seguito il layout tipico del cantiere di un aerogeneratore con le relative caratteristiche dimensionali e le funzioni ospitate nelle diverse aree. Tale layout potrà variare da un sito all'altro in base alla morfologia del terreno o altri fattori ambientali.

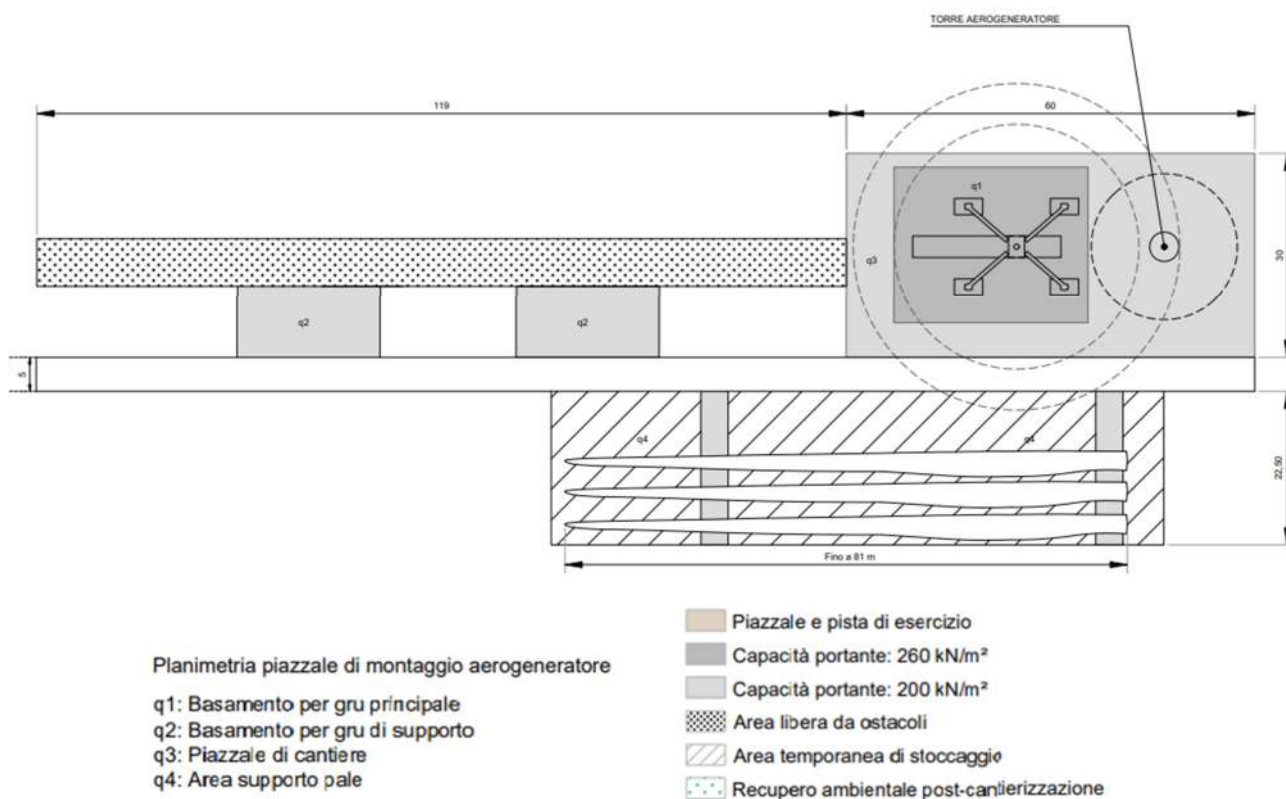


Figura 28 Layout tipico di cantiere per un aerogeneratore, tutte le misure in metri. Le aree q2 e q4 saranno soggette a recupero ambientale a costruzione ultimata (cfr. SKF_T_26_A_D_A_1)

Si sottolinea che tanto le pale quanto il braccio della gru prima del montaggio non poggiano al suolo ma sono sorrette in due punti da appositi sostegni rialzati: ciò permette di ridurre sensibilmente l'impatto al suolo delle aree di stoccaggio, la cui proiezione a terra potrebbe apparire particolarmente estesa.

6.3.2 Cantieri viari

Si predisporranno cantieri viari allo scopo di:

1. Realizzare i necessari adeguamenti alla viabilità esistente;
2. Realizzare nuova viabilità ove necessario;
3. Installare il cavidotto interrato di connessione.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

In fase di elaborazione del progetto esecutivo verrà definito in dettaglio l'itinerario di accesso al cantiere da parte dei mezzi speciali addetti al trasporto delle componenti degli aerogeneratori. In questa fase, per maggiori informazioni circa il percorso del trasporto eccezionale e sui necessari adeguamenti alla viabilità esistente si rimanda alla già citata SKF_R_22_A_D_A_1.

Dal momento che le piste di accesso ai cantieri delle turbine coincidono con la futura viabilità di esercizio del parco eolico, queste avranno le stesse caratteristiche geometriche e strutturali illustrate al paragrafo 4.3. La viabilità di cantiere, tuttavia, richiederà ampliamenti localizzati destinati alla dismissione post-operam al fine di garantire il transito e la manovrabilità dei mezzi di trasporto speciali. Occorrerà infatti assicurare temporaneamente adeguati raggi di curvatura, aree di manovra e aree libere da ostacoli verticali che al contrario, in fase di esercizio, non saranno più necessarie.

6.3.3 Cantieri di posa dei cavidotti interrati

La posa del cavidotto interrato avverrà per tratte di circa 100 metri, precedute e seguite dall'opportuna segnaletica di cantiere e da semafori temporanei qualora fosse necessario organizzare una percorrenza a senso unico alternato. I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali e alla quota del piano campagna, saranno posati negli scavi alla profondità definita negli elaborati di progetto o secondo indicazioni impartite in loco dalla D.L. Eventuali interferenze saranno risolte secondo i tipologici illustrati nel già citato elaborato SKF_T_48_A_D_A_1.

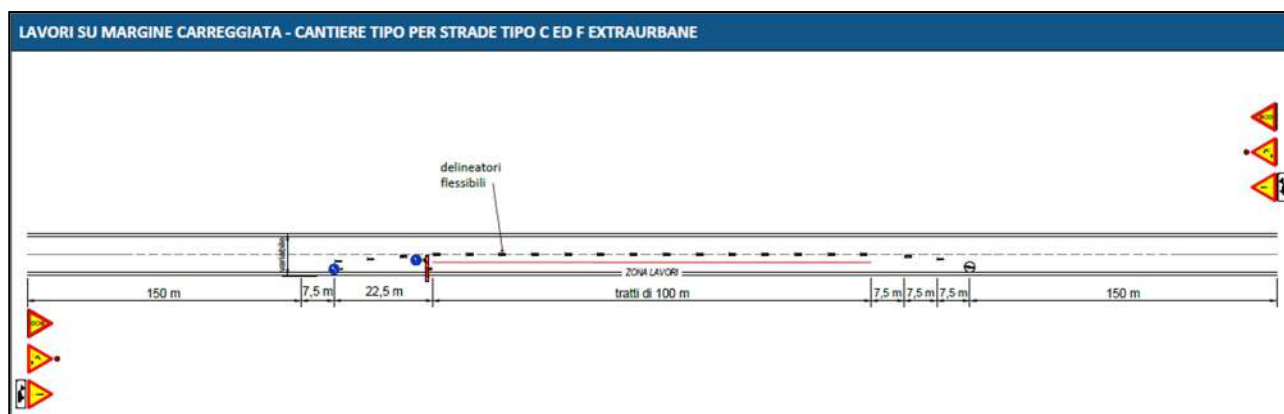


Figura 29 Schema tipo di organizzazione del cantiere per la posa del cavidotto interrato su strada



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

6.3.4 Cantiere della SSE utente

L'area di cantiere per la SSE utente di trasformazione e connessione coinciderà con l'area disponibile per la realizzazione dell'opera.

6.4 Scavi e rinterri

È prevista l'esecuzione - sia pure limitata alle opere assolutamente indispensabili - di scavi di vario genere e dimensione; i materiali provenienti dallo scavo, ove non siano utilizzabili perché ritenuti non adatti per il rinterro, dovranno essere portati a discarica. In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque superficiali. Le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo sono dettagliate all'elaborato SKF_R_23_A_D_A_1.

Quando lo scavo interessi sedi stradali, occorre garantire la viabilità provvisoria, pedonale e carrabile mediante idonee passerelle metalliche che dovranno essere rimosse solo a rinterro avvenuto.

Gli scavi da effettuare per l'apertura di nuove sedi stradali, per l'allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti stradali sono da considerarsi "di sbancamento". L'Appaltatore dovrà predisporre ogni misura necessaria a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti delle escavazioni, nonché a regimentare opportunamente le acque superficiali affinché non abbiano a riversarsi nello scavo.

L'esecuzione dei corpi di rilevato per le strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto, nonché alle disposizioni impartite in loco dalla D.L.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare gradinatura dei piani di posa e nella profilatura esterna dei rilevati stessi: l'esecuzione dei rilevati può infatti iniziare solo quando i piani di posa risulteranno costipati con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno. La gradinatura dei piani di posa dei rilevati avrà una profondità media di 40 cm e sarà effettuata previa pulizie del sito da cespugli e ceppaie.

Interventi di "bonifica" del terreno di sottofondo di rilevati o di sovrastrutture di strade o piazzali possono rendersi necessari quando non si raggiungano sufficienti valori di compattazione espressi dal "modulo di deformazione" (MD). Analogamente, potrebbe essere necessario ricorrere ad



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

interventi di bonifica per tratti di viabilità esistente ammalorati che dovranno far parte della rete viaria di servizio al parco eolico. In tutti questi casi, la bonifica consiste nella sostituzione di uno strato di terreno o di massiciata stradale dello spessore indicato in progetto con equivalente in misto granulare arido di cava.

La sistemazione finale del terreno dovrà consentire il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio tramite profilatura, secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali di progetto; si dovrà evitare la formazione di contropendenze, di sacche e di ristagni.

Fermo restando quanto previsto dal Piano di gestione delle terre e rocce da scavo, i materiali di risulta, opportunamente selezionati e previo benessere della D.L., dovranno essere riutilizzati, per quanto sarà possibile, nell'ambito di ciascun sito di cantiere per la formazione di rilevati, di riempimenti od altro; il rimanente materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata.

L'Appaltatore si impegna a dare priorità, nella scelta delle aree di discarica, a eventuali discariche autorizzate già individuate nelle vicinanze del cantiere. Comunque, la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle Autorità competenti, e dopo avere quantificato correttamente gli aspetti tecnici ed economici connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

6.5 Mezzi ed attrezzature di cantiere

Si riporta di seguito una prima stima sommaria delle attrezzature, automezzi e macchine di cantiere necessari alle varie lavorazioni (nota: i mezzi elencati nelle tabelle si riferiscono ad una squadra per la realizzazione di un aerogeneratore e relative opere accessorie).

Tabella 7 - Attrezzatura di cantiere

ATTREZZATURA DI CANTIERE
Funi di canapa, nylon e acciaio
Attrezzi portatili manuali di vario tipo
Attrezzi portatili elettrici (avvitatori, trapani, smerigliatrici etc.)
Scale in alluminio
Gruppi elettrogeni
Saldatrici
Ponteggi mobili

Tabella 8 - Mezzi per movimenti terra e posa cavidotti

AUTOMEZZI IMPIEGATI PER LAVORI DI MOVIMENTO TERRA E POSA DI CAVI	
Tipologia	N. di automezzi
Escavatore cingolato	2
Autocarro mezzo d'opera	2
Autocarro con braccio telescopico	1
Rullo ferro-gomma vibrante	1
Camion con gru	2
Mezzi per il trasporto di terre e rocce da scavo	2



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

Tabella 9 - Mezzi per la cantierizzazione degli aerogeneratori

MEZZI D'OPERA PER IL TRASPORTO, MONTAGGIO E FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI	
Tipologia	Quantità stimata
Automezzi speciali fino a lunghezze di ca. 75 metri per il trasporto dei conci delle torri, delle navicelle, delle pale e del rotore	N. 2/settimana
Betoniere	Alcune unità/giorno
Camion per il trasporto delle componenti elettriche	Alcune unità
Mezzi di trasporto minori per maestranze ed attrezzature	Alcune unità
Gru principale	1
Gru ausiliaria	1
Betoniere	1
Autopompe per calcestruzzo	1
Trivelle per pali di fondazione (se necessari)	1



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

7 Recupero e ripristino ambientale

Le attività di recupero e ripristino ambientale riguardano sia la fase post-cantierizzazione che quella post-dismissione, alla fine della vita utile dell'impianto, con modalità simili.

Alla fine dei lavori si provvederà allo smantellamento del cantiere e di tutte le opere provvisorie non più necessarie. I siti interessati dagli interventi di recupero o ripristino ambientale sono tipicamente:

- Le aree dei piazzali di montaggio eccedenti l'impronta del futuro piazzale di esercizio;
- Le aree di manovra o le aree di innesto o raccordo della viabilità di cantiere non più necessarie nella fase di esercizio, così come eventuali tratti di piste di cantiere non necessari alla fase di esercizio;
- Le eventuali sistemazioni temporanee di corsi d'acqua (attraversamenti idrici);
- Le eventuali aree soggette a rimodulazione del suolo con o senza opere temporanee di stabilizzazione dei pendii.

Il ripristino delle aree utilizzate come cantiere dovrà avvenire tramite:

- a) Verifica preliminare dello stato di eventuale contaminazione del suolo e successivo risanamento dei luoghi;
- b) Ripristinare la morfologia e la pendenza originarie (compatibilmente con le esigenze di manutenzione e del futuro cantiere di dismissione);
- c) Ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
- d) Ricostituzione del reticolo idrografico minore allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche;
- e) Eventuale ripristino della vegetazione tipica del luogo;
- f) Negli interventi di ridimensionamento della viabilità di impianto, assicurare il rispetto delle norme relative agli innesti su viabilità pubblica.

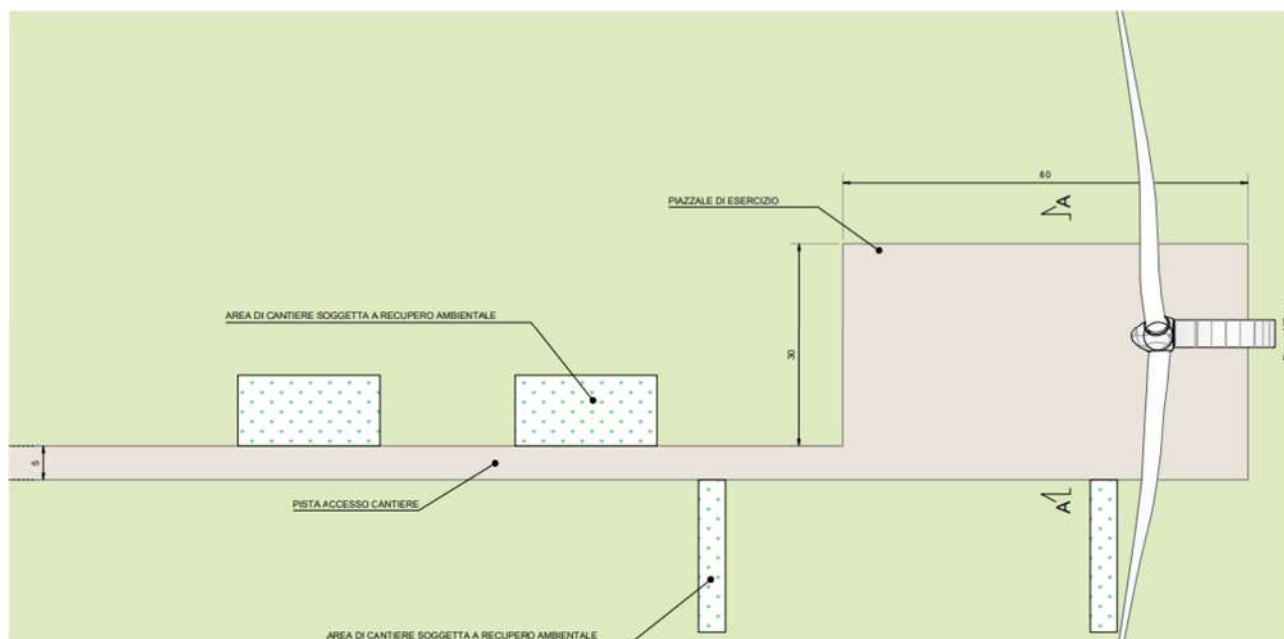
I lavori di recupero potranno essere eseguiti a mano o con l'ausilio di attrezzi e macchinari ed andranno condotti nel periodo più idoneo anche in funzione dell'impianto di nuova vegetazione. Prima di procedere ai recuperi e ripristini, si potrà convenire con l'Amministrazione Comunale su eventuali aree di sosta o manovra da mantenere gratuitamente a servizio della collettività.

Durante la dismissione del cantiere e dei campi base (compresi la manutenzione della viabilità esistente e la dismissione di strade di servizio) ai fini del ripristino ambientale, dovrà essere rimossa completamente qualsiasi opera, terreno o pavimentazione bituminosa (unitamente al suo



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaia" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

sottofondo) utilizzata per l'installazione (a meno di previsioni diverse del progetto). La gestione di tali materiali dovrà avvenire secondo normativa, massimizzandone se possibile il riutilizzo.



*Figura 30 - Aree del cantiere dell'aerogeneratore soggette a recupero ambientale post-operam
(puntinato verde)*

Come accennato al punto b), l'entità del ripristino morfologico verrà attentamente valutata caso per caso in fase esecutiva, tenendo conto delle esigenze manutentive in fase di esercizio e del futuro cantiere di dismissione. Questo approccio è finalizzato ad evitare l'esecuzione di interventi, anche di forestazione, che a distanza di anni potrebbero dover essere nuovamente smantellati, e va a vantaggio della sostenibilità a lungo termine dell'intervento. In ogni caso, alla dismissione dell'impianto tutte le aree verranno ripristinate alle condizioni ante-operam.

Per gli interventi di riforestazione valgono le considerazioni svolte al capitolo 5. Per gli inerbimenti si darà priorità al riutilizzo delle “*seed bank*” costituite dal terreno di scotico opportunamente stoccato; ciò assicurerà la permanenza di vegetazione del luogo e minimizzerà il fabbisogno idrico in fase di attecchimento. Le piante acquistate presso vivai specializzati dovranno essere di provenienza locale o regionale ed in ottime condizioni di portamento e fitosanitarie.

Qualora durante la dismissione delle opere provvisorie emergesse il rischio di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche, per i necessari ripristini geomorfologici dovrà ricorrersi



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

esclusivamente alle tecniche di ingegneria naturalistica precedentemente illustrate, accordando preferenza all'uso di materiale vivo o comunque di origine naturale.

Contestualmente alla realizzazione dei lavori di recupero e/o ripristino ambientale si provvederà ad eseguire le opere di mitigazione ambientale.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

8 Attività di manutenzione ordinaria dell'impianto

La regolare manutenzione degli impianti eolici è alla base del buon funzionamento di tutti gli apparati che li compongono (sia elettrici che meccanici) preservandoli da rotture e malfunzionamenti e contribuendo a massimizzare la produzione di energia. Le pale e il rotore degli aerogeneratori sono infatti soggetti a movimenti e sforzi continui che, sul lungo periodo, possono compromettere il normale funzionamento dell'impianto e contribuire ad usurarne le componenti più delicate.

Gli interventi di manutenzione degli impianti eolici riguardano principalmente:

- La manutenzione alla base della torre;
- La manutenzione in navicella;
- L'ispezione delle pale;
- La manutenzione della viabilità e piazzole di esercizio;
- La manutenzione della SSE utente di trasformazione e connessione.

Tra le attività che possono svolgersi in fase di manutenzione si citano:

- Pulizia periodica delle pale
- Oliatura e pulizia degli ingranaggi e degli organi in movimento;
- Controllo dello stato degli organi e dei serraggi meccanici;
- Verifica dei livelli di olio e pressione all'interno del generatore;
- Verifica dello stato della sensoristica;
- Controllo dei collegamenti elettrici;
- Lubrificazione del motore;
- Verifica dell'impianto frenante;
- Sostituzione delle componenti soggette a usura;
- Verifica delle componenti elettromeccaniche.

Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria verranno eseguiti da ditte specializzate almeno due volte l'anno.



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 4 aerogeneratori da 6,0 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 24 MW denominato "Bordigaie" da realizzarsi nel comune di Firenzuola (FI) in località Confienti e delle opere connesse e infrastrutture indispensabili all'esercizio delle stesse site nel comune di Firenzuola (FI).

9 Dismissione dell'impianto

Per l'impianto eolico in esame si stima una vita utile di 30 anni, al termine dei quali si procederà al suo completo smantellamento con conseguente ripristino del sito nelle condizioni ante-operam. Si ipotizza in questa fase che le attività di smantellamento ricoprano complessivamente un arco temporale non superiore ai 10 mesi dal distacco dell'impianto dalla rete di distribuzione, salvo eventi avversi.

L'obiettivo è il ripristino totale del suolo agrario o forestale originale in termini morfologici e vegetazionali. In fase di ripristino dell'area potrebbe valutarsi positivamente il mantenere in tutto o in parte le opere di regimazione idrauliche, se utili a regolare il deflusso superficiale delle acque meteoriche. Per le modalità di esecuzione si richiamano le considerazioni svolte nel capitolo 7.

17 dicembre 2024

Ing. Girolamo Gorgone