

Impianto eolico di Collinas

Progetto definitivo

Oggetto:

COL-43 – Studio di Impatto Ambientale Parte 2 – Quadro di Riferimento Progettuale

Proponente:



Sorgenia Renewables S.r.l.
Via Algardi 4
Milano (MI)

Progettista:



Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	21/06/2023	Prima Emissione	M. Elisio	M. laquinta S. Salini	M. Elisio

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **COL-43.01 SIA Parte 2 Progettuale**

Indice

3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	4
3.1	INTRODUZIONE.....	4
3.2	CARATTERISTICA DELLA RISORSA EOLICA	5
	3.2.1 Modello di aerogeneratore	6
	3.2.2 Analisi di producibilità	7
3.3	REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO (FASE 1).....	9
	3.3.1 LAYOUT DI PROGETTO	10
	3.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE DI PROGETTO	11
3.4	ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2)	31
3.5	DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3).....	31
3.6	CRONOPROGRAMMA.....	32
3.7	UTILIZZO DI RISORSE	32
	3.7.1 SUOLO	33
	3.7.2 MATERIALE INERTE	34
	3.7.3 ACQUA	35
	3.7.4 ENERGIA ELETTRICA.....	36
	3.7.5 GASOLIO	36
3.8	STIMA EMISSIONI, SCARICHI, PRODUZIONE RIFIUTI, RUMORE, TRAFFICO	36
	3.8.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	36
	3.8.2 EMISSIONI SONORE	38
	3.8.3 VIBRAZIONI.....	39
	3.8.4 SCARICHI IDRICI	39
	3.8.5 EMISSIONE DI RADIAZIONI IONIZZANTI E NON	39
	3.8.6 PRODUZIONE DI RIFIUTI.....	40
	3.8.7 TRAFFICO INDOTTO	42
3.9	ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI	42
3.10	ALTERNATIVE DI PROGETTO.....	45
	3.10.1 ALTERNATIVA ZERO	45
	3.10.2 ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE	47
	3.10.3 ALTERNATIVE TECNOLOGICHE.....	50

Indice delle figure

Figura 4-1: Rosa dei venti e distribuzione Weibull torre virtuale VORTEX	5
Figura 4-2: Curva di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard	7
Figura 4-3: Coefficienti di spinta e di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard	7
Figura 4-1: Estratto elaborato "COL-04 – Inquadramento generale su CTR"	10
Figura 4-2: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,0 MW	13
Figura 4-3: Tipologia 1 – Sezione opere di progetto	15
Figura 4-4: Tipologia 2 – Sezione opere di progetto	16
Figura 4-5: Tipico Piazzola	17
Figura 4-6: Piazzola – parte definitiva in rosso	18
Figura 4-7: Pacchetto stradale	20
Figura 4-8: Sezione tipo stradale in scavo	21
Figura 4-9: Sezione tipo strada in rilevamento	21
Figura 4-10: Sezione tipo strada a mezza costa.....	22
Figura 4-11: Sezione di posa cavidotti su terreno vegetale	24
Figura 4-12: Sezioni di posa cavidotti su strada asfaltata	25
Figura 4-13: Inquadramento SSEU su ortofoto. (Stralcio elaborato COL-05- Inquadramento generale su ortofoto)	27
Figura 4-14: Area di cantiere del progetto.....	29
Figura 4-15: Legenda volumi movimenti terra	30
Figura 4-16: Matrice di rischio	44
Figura 4-17: Stralcio dell'elaborato COL-57 - Carta delle aree non idonee	49
Figura 4-18: Legenda dell'elaborato COL-57 – Carta delle aree non idonee.....	49

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 INTRODUZIONE

L'impianto in progetto prevede l'installazione di n.8 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 48 MW.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco.

La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica verrà convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente, che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

La viabilità interna al sito sarà mantenuta il più possibile inalterata, in alcuni tratti saranno previsti solo degli interventi di adeguamento della sede stradale, mentre in altri tratti verranno realizzate nuove strade per garantire il trasporto delle varie parti degli aerogeneratori in sicurezza e limitare per quanto più possibile i movimenti terra. Si cercherà in ogni caso di seguire e assecondare lo sviluppo morfologico del territorio.

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

Le fasi dell'intero progetto prevedono:

1. Realizzazione del nuovo impianto;
2. Esercizio del nuovo impianto;
3. Dismissione del nuovo impianto.

3.2 CARATTERISTICA DELLA RISORSA EOLICA

Per la definizione preliminare del regime anemologico sulla zona interessata dal progetto d'impianto è stata pertanto impiegata una torre anemometrica virtuale, fornita dalla società VORTEX FCDe derivante da calcoli numerici complessi applicati a modelli anemologici mesoscala con risoluzione di calcolo geografica pari a 100 m. Le frequenze di occorrenza della velocità vento sono state estrapolate sulla posizione della torre anemometrica virtuale prossima alla posizione dell'aerogeneratore CO03 alle coordinate nel sistema di riferimento geografico UTM/WGS84 PVortex (483481, 4389760) e corrispondenti ad un'altezza dal suolo pari a 110 m.

Tabella 3-1: Distribuzione frequenza e intensità vento su torre virtuale VORTEX

deg → m/s ↓	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	%
0-1	37.0	22.3	19.1	26.4	31.6	26.2	51.2	40.9	28.8	21.4	20.0	19.3	20.2	28.6	26.6	34.9	5.2
1-2	60.5	37.2	16.1	31.3	39.8	49.2	72.2	63.6	37.8	21.8	25.8	20.9	34.5	84.8	78.9	57.7	8.4
2-3	73.0	36.3	10.9	21.9	37.6	55.4	76.6	69.8	36.3	18.7	23.0	16.3	39.9	136.6	114.9	67.9	9.5
3-4	65.9	32.8	7.6	15.7	33.2	64.7	86.4	66.7	29.7	16.5	17.7	12.6	41.5	182.0	150.5	59.2	10.1
4-5	57.2	27.1	4.8	11.7	29.1	61.0	75.9	65.6	22.0	13.0	17.0	11.2	40.2	218.5	176.4	46.3	10.0
5-6	43.8	20.6	3.7	8.4	26.5	57.4	69.9	57.5	15.0	8.2	11.8	9.5	38.8	238.5	187.8	38.2	9.5
6-7	32.7	16.4	2.6	6.5	25.3	53.1	64.8	51.1	9.9	5.0	10.8	8.3	37.0	267.5	183.3	33.3	9.2
7-8	20.8	12.6	2.2	2.6	20.9	49.7	54.9	44.0	6.7	3.8	7.0	7.2	31.6	241.8	171.1	26.4	8.0
8-9	13.5	7.9	1.8	1.8	14.9	47.0	47.1	35.4	5.3	2.7	6.2	5.8	28.2	189.4	165.4	20.3	6.8
9-10	10.8	5.8	1.7	0.8	11.8	43.9	41.7	29.9	3.1	2.1	5.2	4.7	20.5	144.6	157.2	14.8	5.7
10-11	6.0	3.1	1.3	0.0	9.2	42.5	31.9	21.7	2.1	1.7	3.3	3.2	13.7	114.0	134.0	9.9	4.5
11-12	3.4	1.8	1.3	0.0	7.0	33.9	27.5	16.9	1.5	1.6	2.0	3.0	11.1	84.8	106.7	6.7	3.5
12-13	2.2	1.1	1.1	0.0	5.6	27.4	22.7	12.0	0.0	0.0	0.9	2.0	8.0	51.5	90.6	5.1	2.6
13-14	2.1	0.0	0.9	0.0	4.7	24.5	18.7	8.4	0.0	0.0	0.0	2.0	6.6	37.9	77.1	3.3	2.1
14-15	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	18.2	14.3	6.1	0.0	0.0	0.0	1.6	4.1	29.1	51.6	3.0	1.5
15-16	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	12.4	11.0	3.9	0.0	0.0	0.0	1.3	2.9	16.2	38.9	1.6	1.0
16-17	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	9.2	10.6	3.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.8	14.9	26.7	0.9	0.8
17-18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	9.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.4	18.8	0.0	0.6
18-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	6.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.6	11.8	0.0	0.4
19-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	8.0	0.0	0.2
20-21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.1
21-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.1
22-23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.1
23-24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
24-25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	4.9	2.6	0.9	1.4	3.5	7.9	9.2	6.9	2.3	1.3	1.7	1.5	4.4	24.0	22.7	4.9	

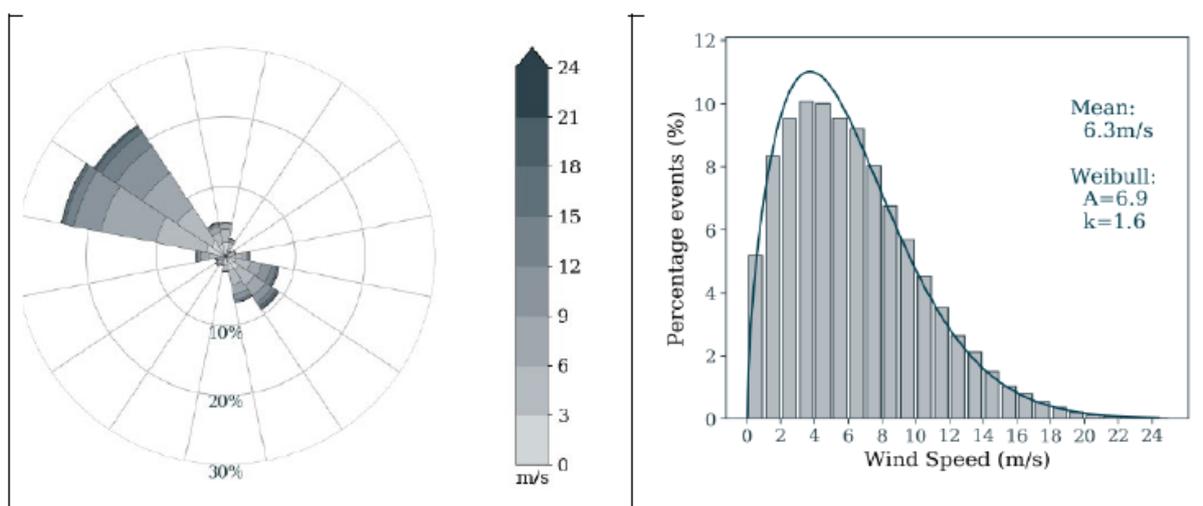


Figura 3-1: Rosa dei venti e distribuzione Weibull torre virtuale VORTEX

Come si può constatare dall'osservazione delle distribuzioni dei parametri anemologici, sopra riportate, sia per classi di velocità con step 1 m/s che per 16 settori di provenienza del vento, la risorsa eolica in sito è concentrata sulla direttrice principale NO sia in termini di distribuzione di frequenza, sia di densità di potenza specifica.

Le frequenze disponibili sono rappresentative di un periodo equivalente di monitoraggio del vento pari a vent'anni, e quindi assunte come quelle attese di riferimento sul lungo periodo..

3.2.1 Modello di aerogeneratore

Gli aerogeneratori in progetto avranno diametro del rotore fino a 170 m, una torre di altezza fino a 125 m e una potenza unitaria fino a 6,0 MW ciascuno.

Per la stima della resa energetica delle turbine di progetto è stato considerato come aerogeneratore tipo la turbina SG170-AM2 prodotta da Siemens Gamesa, con altezza mozzo di 125 m, che si è ritenuto possa essere rappresentativo della taglia massima di aerogeneratore scelta per il parco eolico in esame, di cui si riportano le principali caratteristiche tecniche in Tabella 3-2.

Tabella 3-2: Specifiche tecniche aerogeneratore di riferimento

Grandezza	U.M.	Valore
Potenza	kW	6000
Velocità di avvio (cut in)	m/s	3
Velocità massima potenza	m/s	11.0
Velocità di arresto (cut out)	m/s	25
Velocità di rotazione nominale	rpm	8.8
Numero di pale	n°	3
Altezza della torre	m	125
Diametro del rotore	m	170
Area spazzata dal rotore	m ²	22'692
Classe	IEC	IEC IIIA/IIIB

Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo la curva di potenza (P), la curva di spinta (Ct) e il coefficiente di potenza (Cp) usati per determinare la producibilità e le perdite per effetto scia dell'impianto, riferite alla densità dell'aria standard pari a 1,225 kg/m³.

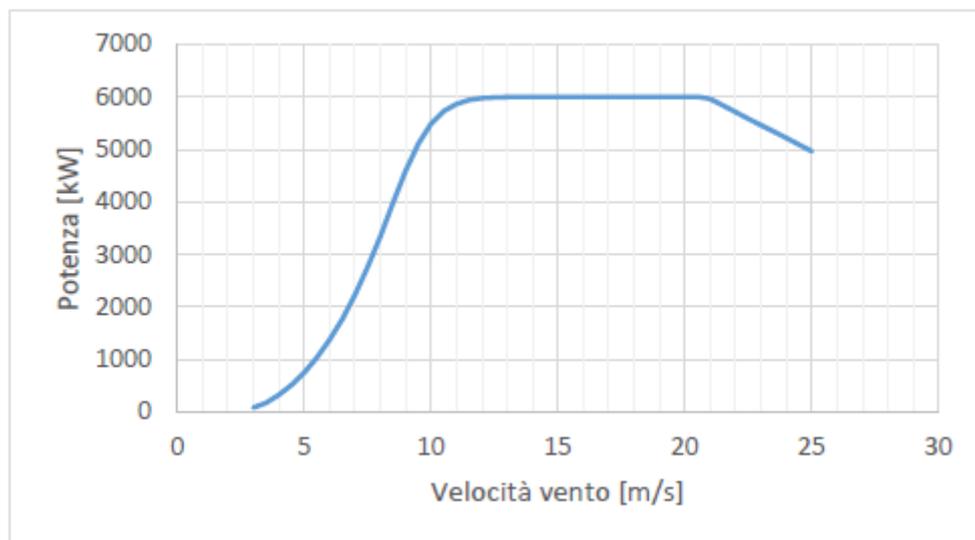


Figura 3-2: Curva di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard

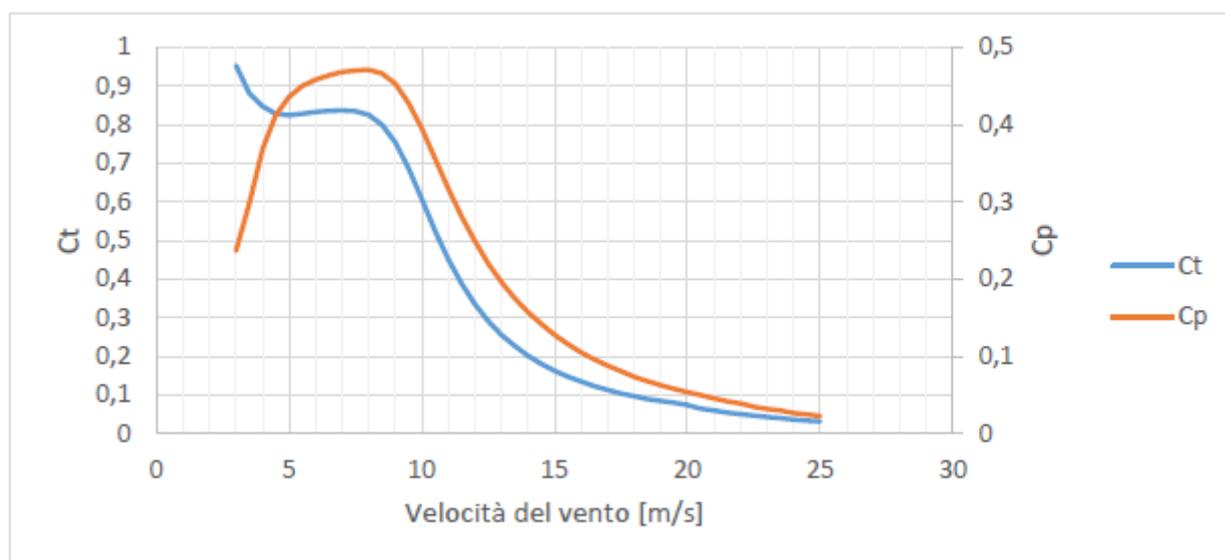


Figura 3-3: Coefficienti di spinta e di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard

3.2.2 Analisi di producibilità

È stato realizzato un modello orografico digitale DTM (Digital Terrain Model) che descrive l'andamento altimetrico dell'area geografica interessata dalla simulazione del campo di vento. Inoltre, è stata implementata anche una mappatura digitale della rugosità superficiale del terreno su area vasta, sulla base del database CORINE LANDCOVER 2018.

Il modello altimetrico e la rugosità superficiale del terreno sono stati implementati nell'estrapolazione orizzontale e verticale della velocità del vento. La risultante velocità del vento media annuale in sito all'altezza mozzo è pari a 6,4 m/s.

In base alla distribuzione puntuale della risorsa eolica, e alle caratteristiche di performance del modello di turbina considerato, il codice di calcolo ricava la produzione lorda associata ad ogni punto macchina. La produzione lorda deve essere successivamente decurtata delle perdite di scia e delle perdite tecniche per ricavare la produzione netta.

In particolare, la producibilità lorda al netto delle perdite per scia è stata successivamente elaborata decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato.

I valori assunti per la stima di tali perdite, esprimibili in percentuale dell'energia prodotta al netto delle scie, sono riportati sulla seguente tabella, ciascuno in corrispondenza dell'effetto considerato.

Tabella 3-3 Stima perdite tecniche impianto

Fattore di perdita	Perdita [%]
Perdite elettriche di impianto	3,0%
Indisponibilità impianto per manutenzione ordinaria/straordinaria	3,0%
Degradazione performance aerogeneratori	2,0%
Indisponibilità BOP/rete	0,7%
Altri fattori	0,5%
Totale	9,20%

Tali coefficienti di perdita sono stati quindi applicati ai risultati di producibilità, già calcolati al netto delle scie, e riportati in termini assoluti e di ore di funzionamento medie annue unitarie a potenza nominale. La produzione così calcolata, rappresenta la P50, essendo P il valore di resa energetica che l'impianto attende di realizzare sul lungo periodo, con la probabilità pari al 50% che tale livello di energia prodotta venga raggiunto o superato.

La tabella sottostante riporta la sintesi dei risultati della producibilità d'impianto in termini di produzione media annuale [GWh/a] ed ore equivalenti [Heq]:

Tabella 3-4 Sintesi dei risultati della producibilità d'impianto

Potenza installata [MW]	Turbine #	Modello turbina	Altezza mozzo [m]	AEP Lorda [MWh/a]	Perdite scia [%]	Perdite tecniche [%]	AEP Netta P50	
							[MWh/a]	[Heq]
48,0	8	SG170-6,0MW	125	148.420	3,0	9,20	130.764	2.724

3.3 REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO (FASE 1)

La predisposizione del layout del nuovo impianto è stata effettuata conciliando i vincoli identificati dalla normativa con i parametri tecnici derivanti dalle caratteristiche del sito, quali la conformazione del terreno, la morfologia del territorio, le infrastrutture già presenti nell'area di progetto e le condizioni anemologiche. In aggiunta, si è cercato di posizionare i nuovi aerogeneratori nell'ottica di integrare il nuovo progetto in totale armonia con le componenti del paesaggio caratteristiche dell'area di progetto.

La prima fase della predisposizione del layout è stata caratterizzata dall'identificazione delle aree non idonee per l'installazione degli aerogeneratori, evidenziate ed individuate dall'analisi vincolistica.

Successivamente, al fine di un corretto inserimento del progetto nel contesto paesaggistico dell'area circostante, sono state seguite le indicazioni contenute nelle Linee Guida di cui al D.M. 10 settembre 2010, in particolare dei seguenti indirizzi:

- Disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a contenere e minimizzare le perdite per effetto scia; in particolare sono sempre rispettate le distanze minime di 5 diametri tra un aerogeneratore e l'altro rispetto alla direzione prevalente del vento e di 3 diametri rispetto alla direzione perpendicolare (cfr. elaborato COL-62 - *Carta delle linee guida del DM 2010*);
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate non inferiore a 200 m;
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti non inferiore a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore;
- Distanza di ogni turbina eolica da una strada provinciale o nazionale superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre.

A valle della fase di identificazione delle aree non idonee effettuata tramite cartografia, sono stati condotti vari sopralluoghi con specialisti delle diverse discipline coinvolte (ingegneri ambientali, ingegneri civili, geologi, archeologi ed agronomi), mirati ad identificare le aree maggiormente indicate per le nuove installazioni dal punto di vista delle caratteristiche geomorfologiche dell'area.

Le posizioni degli aerogeneratori per l'installazione in progetto sono state ulteriormente stabilite in maniera da ottimizzare la configurazione dell'impianto in funzione delle caratteristiche anemologiche e di riutilizzare il più possibile la viabilità già esistente, minimizzando dunque l'occupazione di ulteriore suolo libero. A tal riguardo, è stato ritenuto di fondamentale importanza nella definizione del layout la scelta di postazioni che consentissero di contenere il più possibile

l'apertura di nuovi tracciati stradali e di movimenti terra.

3.3.1 LAYOUT DI PROGETTO

Gli aerogeneratori saranno collocati interamente nel comune di Collinas (SU), nella zona dell'entroterra centro-meridionale della Sardegna, a circa 45 Km di distanza in direzione Sud-Est dal Golfo di Oristano.

L'impianto eolico di Collinas è situato in una zona prevalentemente collinare caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 300 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'inquadramento su CTR del nuovo impianto, sia per l'area in cui sono localizzati gli aerogeneratori in progetto che per quella relativa alla sottostazione elettrica condivisa MT/AT e al punto di consegna, mentre per un inquadramento di maggior dettaglio si rimanda agli elaborati COL-04 – *Inquadramento generale su CTR*; COL-03 – *Inquadramento generale su IGM* e COL-05 – *Inquadramento generale su ortofoto* allegati al presente SIA.

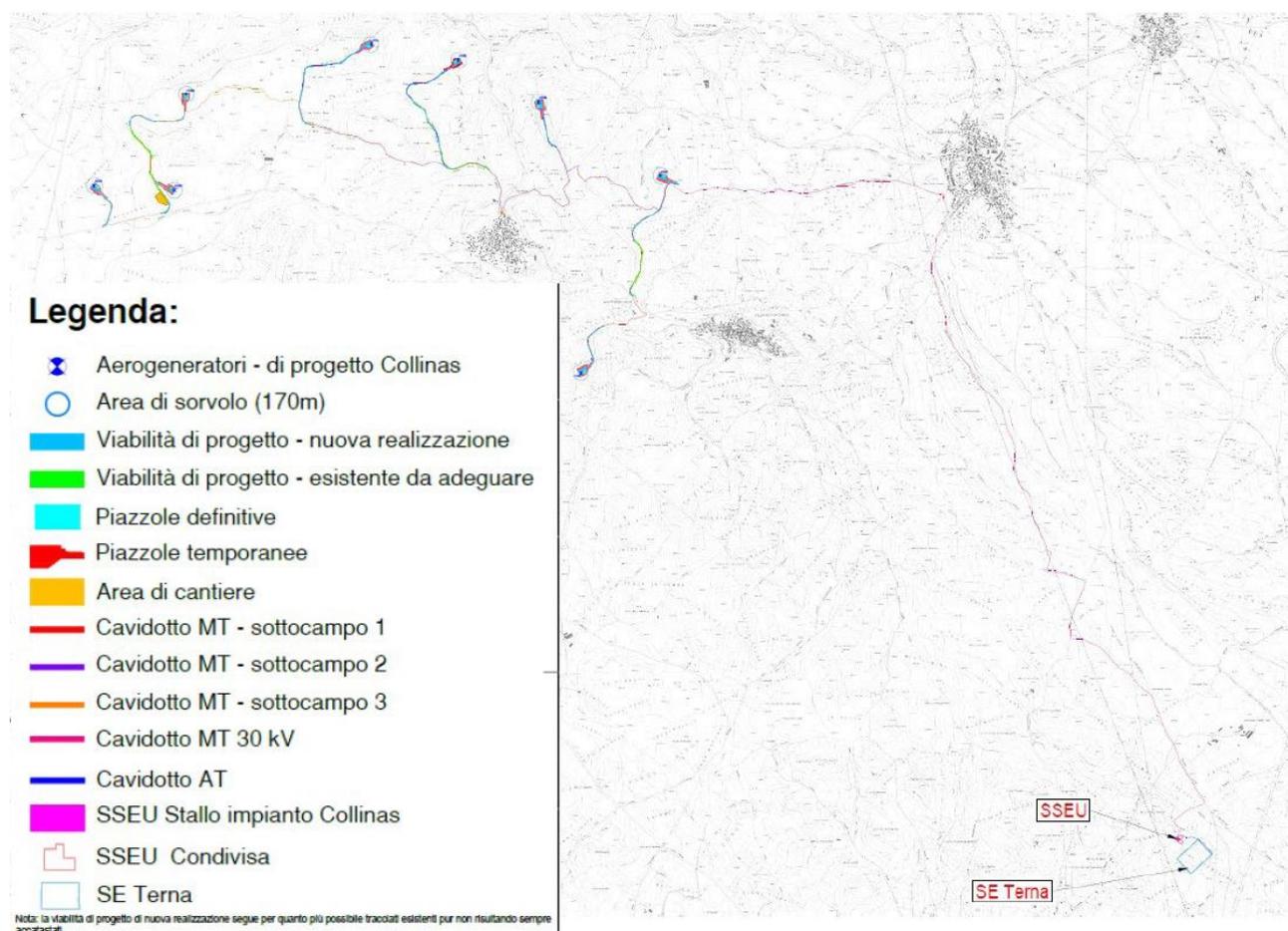


Figura 3-4: Estratto elaborato "COL-04 – Inquadramento generale su CTR"

L'impianto eolico di nuova realizzazione sarà composto da 3 sottocampi, in ciascuno di essi gli aerogeneratori saranno collegati in entra-esce con linee in cavo, e si conetteranno al quadro di media tensione installato all'interno del fabbricato della stazione di trasformazione condivisa.

La sottostazione elettrica di trasformazione condivisa (SSEU AT/MT) si trova nel Comune di Sanluri (SU).

Tale sottostazione è situata in prossimità della futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri – Selargius", la quale costituirà il punto di connessione dell'impianto alla RTN, come da Preventivo di connessione (STMG).

3.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE DI PROGETTO

La costruzione dell'impianto si articola nelle seguenti fasi:

- adeguamento della viabilità esistente, laddove necessario;
- formazione delle piazzole per l'alloggiamento degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori, formazione del piano di posa dei basamenti prefabbricati delle cabine di macchina;
- realizzazione dei cavidotti interrati;
- trasporto in sito dei componenti elettromeccanici;
- sollevamenti e montaggi elettro-meccanici;
- attività di commissioning ed avviamento dell'impianto;
- ripristini ambientali.

3.3.2.1 Aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina rotante che converte l'energia cinetica del vento dapprima in energia meccanica e poi in energia elettrica ed è composto da una torre di sostegno, dalla navicella e dal rotore.

L'elemento principale dell'aerogeneratore è il rotore, costituito da tre pale montate su un mozzo; il mozzo, a sua volta, è collegato al sistema di trasmissione composto da un albero supportato su dei cuscinetti a rulli a lubrificazione continua. L'albero è collegato al generatore elettrico. Il sistema di trasmissione e il generatore elettrico sono alloggiati a bordo della navicella, posta sulla sommità della torre di sostegno. La navicella può ruotare sull'asse della torre di sostegno, in modo da orientare il rotore sempre in direzione perpendicolare alla direzione del vento.

Oltre ai componenti sopra elencati, vi è un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo

dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

La torre di sostegno è di forma tubolare tronco-conica in acciaio, costituita da conci componibili. La torre è provvista di scala a pioli in alluminio e montacarico per la salita.

Gli aerogeneratori che verranno installati nel nuovo impianto Collinas saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a 6,0 MW. La tipologia e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito alla fase di acquisto delle macchine e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 6,0 MW.

Tabella 3-5: Caratteristiche principali aerogeneratori di progetto

Potenza nominale	6,0 MW
Diametro del rotore	Fino a 170 m
Lunghezza della pala	83,5 m
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m ²
Altezza al mozzo	Fino a 125 m
Classe di vento IEC	III A
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	10 m/s
V cut-out	25 m/s

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 170 m e potenza fino a 6,0 MW.

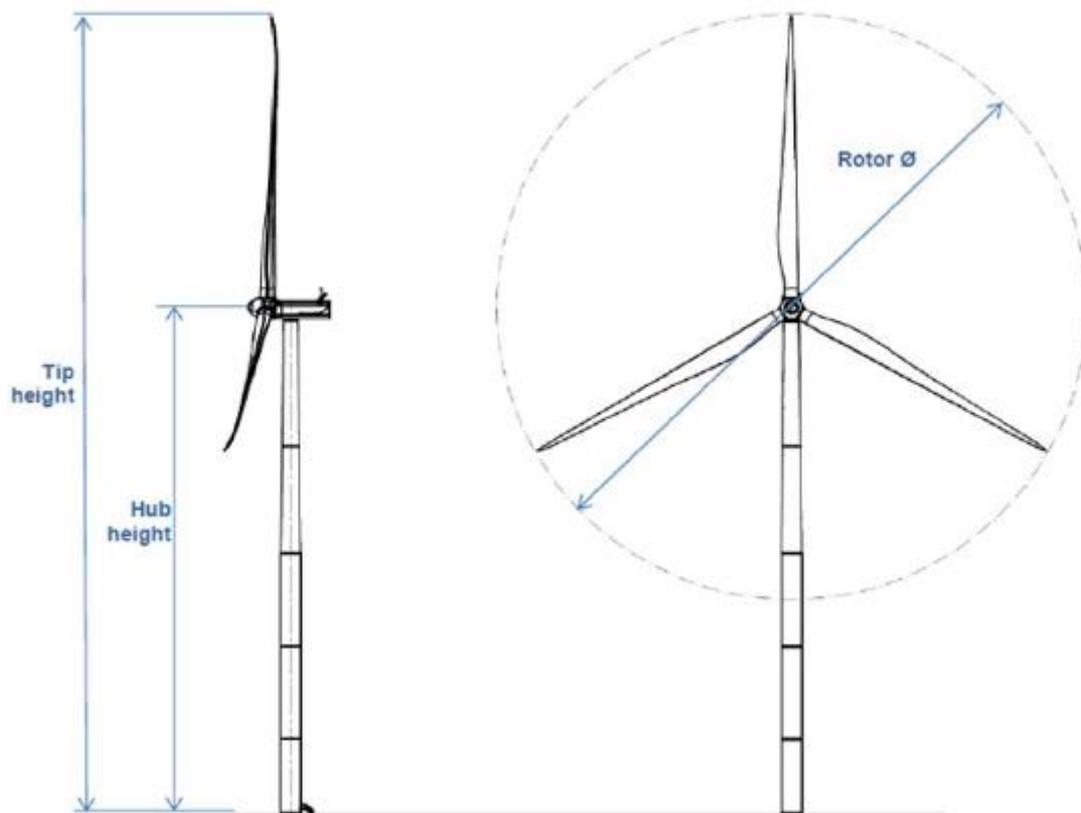


Figura 3-5: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 6,0 MW

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono, di tipo DFIG (Directly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale di 690 V. È inoltre presente all'interno di ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 30.000 V.

3.3.2.2 Fondazioni aerogeneratori

Il dimensionamento preliminare delle fondazioni degli aerogeneratori è stato condotto sulla base dei dati geologici e geotecnici pubblicamente disponibili ed emersi dalla campagna geognostica eseguita dal geologo del gruppo di progettazione.

A favore di sicurezza, sono stati adottati per ogni aerogeneratore i dati geotecnici più sfavorevoli osservati nell'area di progetto, al fine di dimensionare le fondazioni con sufficienti margini cautelativi.

In fase di progettazione esecutiva si eseguiranno dei sondaggi puntuali su ogni asse degli aerogeneratori in progetto, al fine di verificare e confermare i dati geotecnici utilizzati in questa fase progettuale.

Allo stato attuale della progettazione si ipotizzano due tipologie di opere fondazionali, a seconda della litologia di posa, materiale incoerente o bedrock. Nel primo caso le fondazioni saranno di tipo indiretto, costituite da un plinto su pali, mentre nel secondo le fondazioni saranno di tipo diretto costituite dal solo plinto.

Nelle successive fasi progettuali, in seguito all'aggiornamento del modello geotecnico di calcolo, si procederà al dimensionamento definitivo della fondazione di ciascuna WTG.

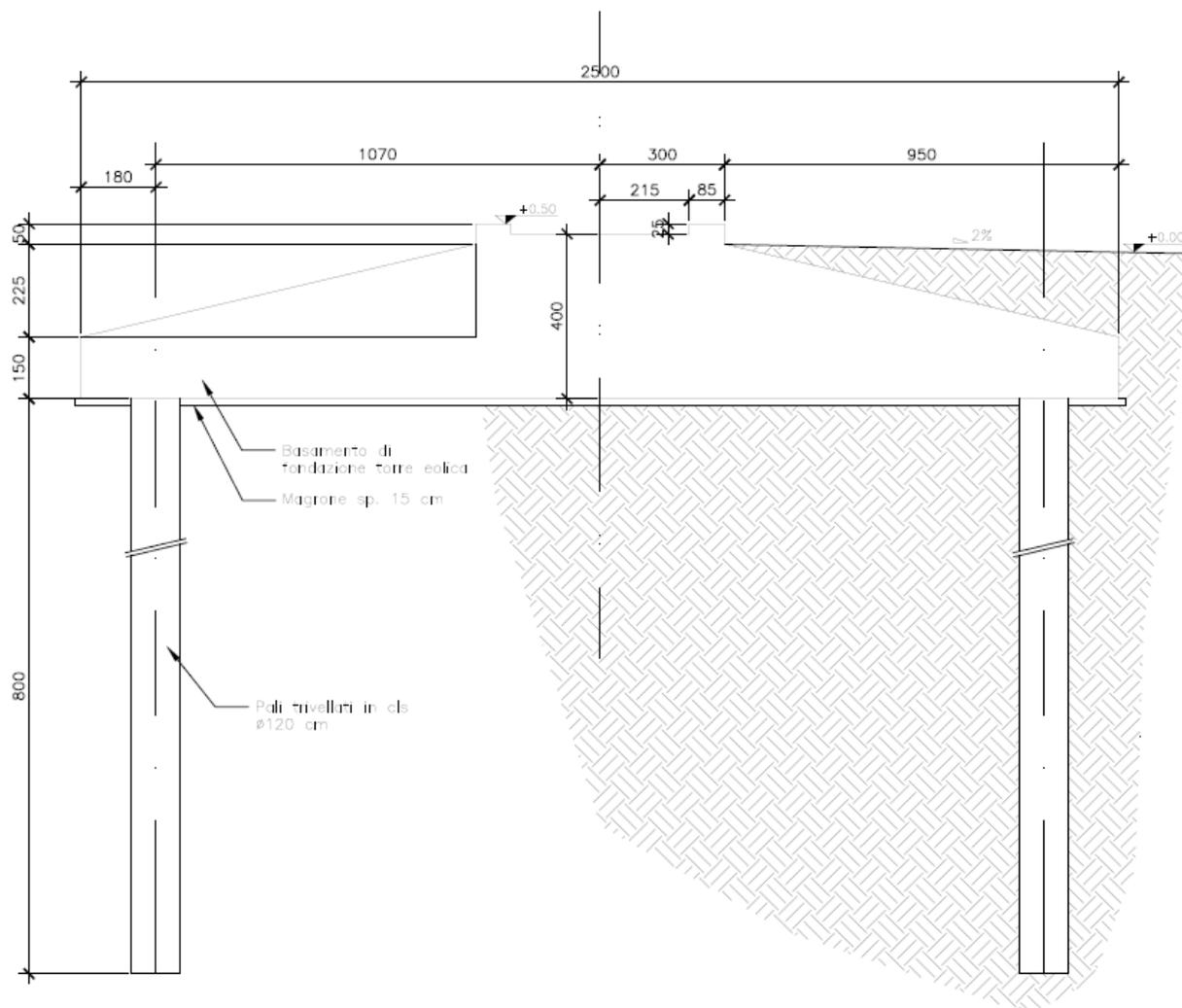
Tipologia 1: Plinto su pali

Come illustrato in seguito, il basamento è costituito da un plinto, a base circolare su pali, di diametro 25 m. L'altezza dell'elemento è variabile, da un minimo 1,5 m sul perimetro esterno del plinto a un massimo di 3,75 metri nella porzione centrale. In corrispondenza della sezione di innesto della torre di sostegno è realizzato un colletto aggiuntivo di altezza 0,5 m. I pali sono di diametro 1,2 m e lunghezza 8 m.

Questa tipologia di fondazione si ipotizza per gli aerogeneratori CO02, CO05, CO06, CO07.

Il calcestruzzo selezionato per le strutture è di classe di resistenza C25/30 per i pali e C32/40 per il basamento, il colletto dovrà invece essere realizzato con un successivo getto con classe di resistenza C45/55. In ogni caso, all'interfaccia tra il calcestruzzo del colletto e le strutture metalliche, dovrà essere interposta un'idonea malta ad alta resistenza per permettere un livellamento ottimale e garantire la perfetta verticalità delle strutture e permettere un'idonea distribuzione degli sforzi di contatto.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato COL-25 - *Tipico fondazione aerogeneratori* con l'indicazione di una sezione di fondazione del tipo 1.



SEZIONE PLINTO DI FONDAZIONE – Tipologia 1

Figura 3-6: Tipologia 1 – Sezione opere di progetto

Tipologia 2: Plinto

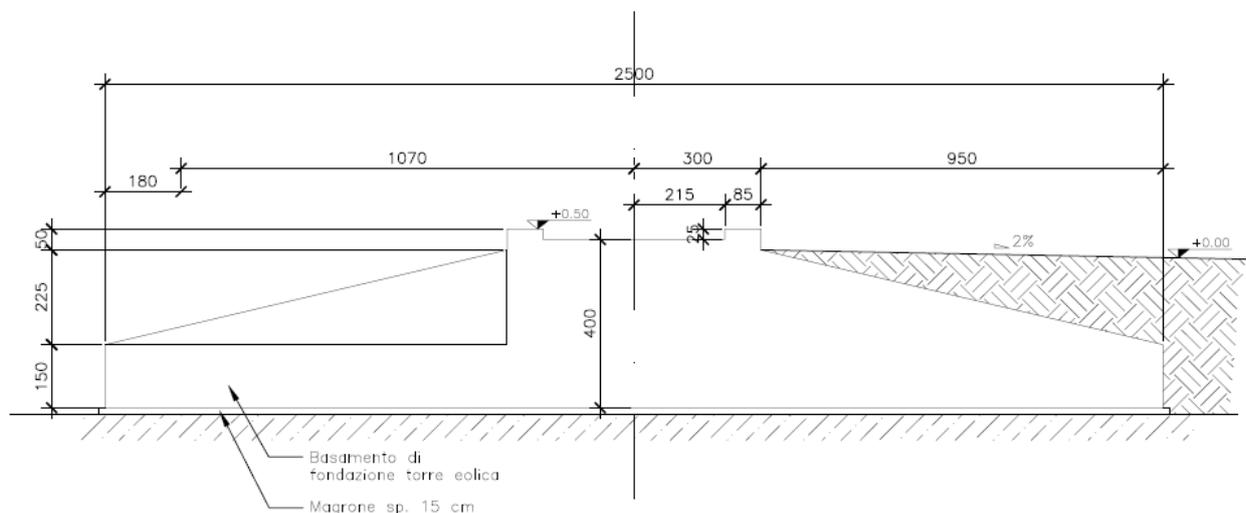
Come illustrato in seguito, il basamento è costituito da un plinto, a base circolare, di diametro 25 m. L'altezza dell'elemento è variabile, da un minimo 1,5 m sul perimetro esterno del plinto a un massimo di 3,75 metri nella porzione centrale. In corrispondenza della sezione di innesto della torre di sostegno è realizzato un colletto aggiuntivo di altezza 0,5 m.

Questa tipologia di fondazione si ipotizza per gli aerogeneratori CO01, CO03, CO04, CO08, ricadenti su bedrock basaltico.

Il calcestruzzo selezionato per le strutture è di classe di resistenza C32/40 per il basamento, il colletto dovrà invece essere realizzato con un successivo getto con classe di resistenza C45/55. In ogni caso, all'interfaccia tra il calcestruzzo del colletto e le strutture metalliche, dovrà essere interposta un'idonea malta ad alta resistenza per permettere un livellamento ottimale e garantire la perfetta

verticalità delle strutture e permettere un'adeguata distribuzione degli sforzi di contatto.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato COL-25 - *Tipico fondazione aerogeneratori* con l'indicazione di una sezione di fondazione del tipo 2.



SEZIONE PLINTO DI FONDAZIONE – Tipologia 2

Figura 3-7: Tipologia 2 – Sezione opere di progetto

La tecnica di realizzazione delle fondazioni prevede l'esecuzione della seguente procedura:

- Scotricamento e livellamento asportando un idoneo spessore di materiale vegetale (circa 30 cm); lo stesso verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in sito per la risistemazione (ripristini e rinterri) alle condizioni originarie delle aree adiacenti le nuove installazioni;
- Scavo fino alla quota di imposta delle fondazioni (indicativamente pari a circa -4,50 m rispetto al piano di campagna rilevato nel punto coincidente con l'asse verticale aerogeneratore);
- Scavo con sonda perforatrice fino alla profondità di 8 m per ciascun palo;
- Armatura e getto di calcestruzzo per la realizzazione dei pali;
- Armatura e getto di calcestruzzo per la realizzazione fondazioni;
- Rinterro dello scavo.

Per quanto riguarda le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo, si rimanda all'apposito documento COL-54 - *Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo*.

All'interno delle fondazioni saranno collocati una serie di tubi, tipicamente in PVC o metallici, che

consentiranno di mettere in comunicazione la torre dell'aerogeneratore ed il bordo della fondazione stessa; questi condotti saranno la sede dei cavi elettrici di interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica, dei cavi di trasmissione dati e per i collegamenti di messa a terra.

Inoltre, nell'intorno del plinto di fondazione verrà collocata una maglia di terra in rame per disperdere nel terreno, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute a fulmini atmosferici. Tutte le masse metalliche dell'impianto saranno connesse alla maglia di terra.

Si evidenzia che a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione, sarà redatto il progetto esecutivo strutturale nel quale verranno approfonditi ed affinati i dettagli dimensionali e tipologici delle fondazioni per ciascun aerogeneratore, sulla base degli esiti delle indagini geognostiche di dettaglio.

3.3.2.3 Piazzole di montaggio e manutenzione

Il montaggio degli aerogeneratori richiede una piazzola di montaggio alla base di ogni turbina.

Tale piazzola dovrà consentire le seguenti operazioni, nell'ordine:

- Montaggio della gru tralicciata (bracci di lunghezza pari a circa 140 m);
- Stoccaggio pale, conci della torre, mozzo e navicella;
- Montaggio dell'aerogeneratore mediante l'utilizzo della gru tralicciata e della gru di supporto.

La piazzola prevista in progetto è mostrata in figura seguente e in dettaglio nell'elaborato COL-27 – *Tipico piazzola*.

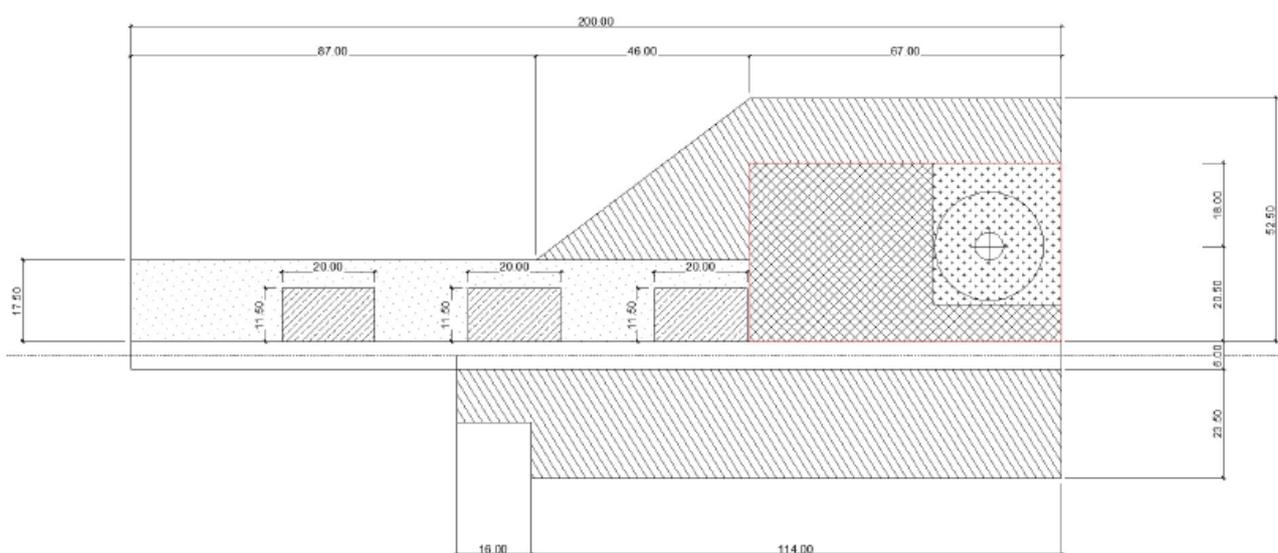


Figura 3-8: Tipico Piazzola

Come mostrato nella figura precedente la piazzola sarà composta da due sezioni: la parte superiore con una dimensione di circa 6.650 m², destinata prevalentemente al posizionamento dell'aerogeneratore, al montaggio e all'area di lavoro della gru e una parte inferiore, con una superficie di circa 2.863 m², destinata prevalentemente allo stoccaggio dei componenti per il montaggio, per un totale di circa 9.513 m².

Oltre alle superfici sopracitate, per la quantificazione dell'occupazione di suolo, si considera il tratto di viabilità interno alla piazzola (1.200 m²) come parte integrante della piazzola.

La piazzola sarà costituita da una parte definitiva (indicata in rosso in Figura 3-9), presente sia durante la costruzione sia durante l'esercizio dell'impianto, composta dall'area di fondazione più l'area di lavoro della gru, pari a circa 2.580 m² e da una parte temporanea, presente solo durante la costruzione dell'impianto e smantellata al termine della costruzione, pari a 6.933 m².

La figura seguente riporta il dettaglio della parte definitiva evidenziata in rosso.

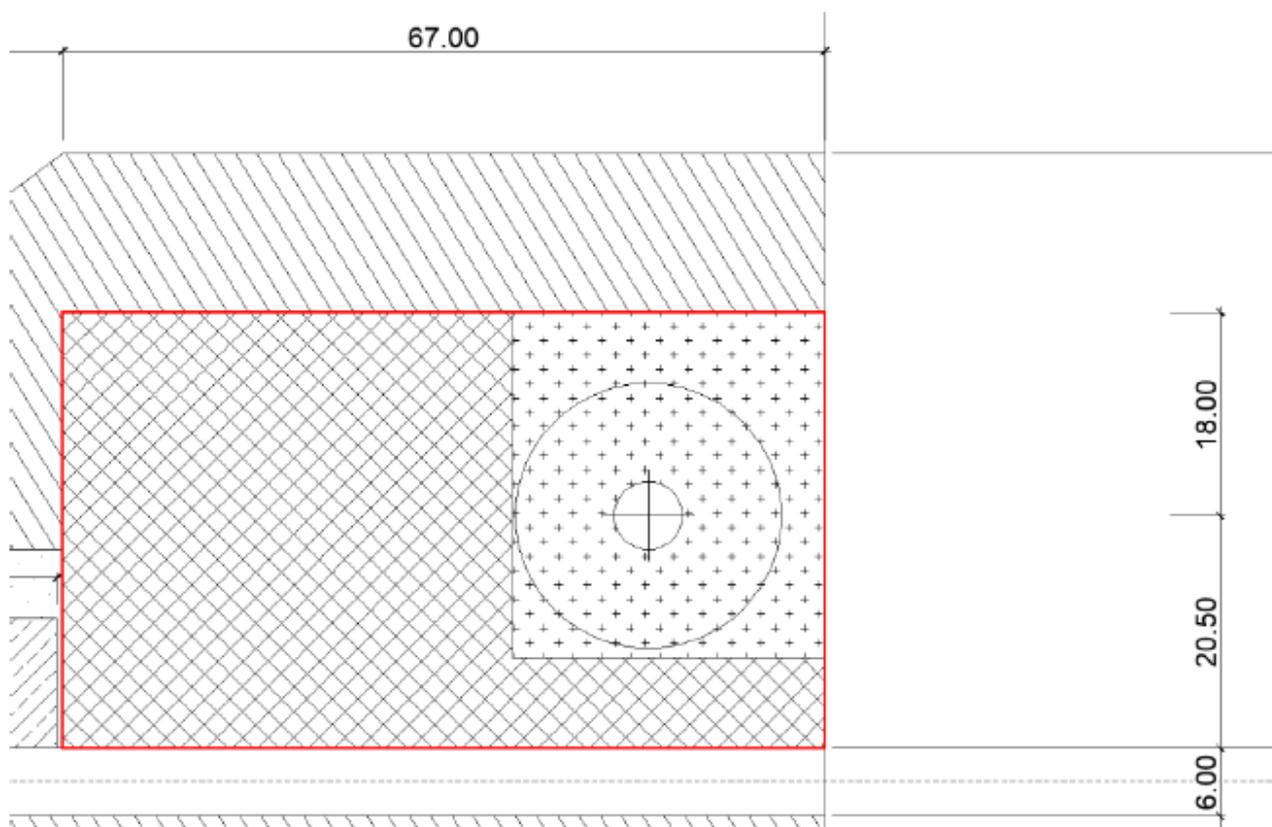


Figura 3-9: Piazzola – parte definitiva in rosso

Si precisa che, in casi specifici, le piazzole sono state modificate per un miglior inserimento nella morfologia in-situ.

La tecnica di realizzazione delle piazzole prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- la tracciatura;
- lo scotico dell'area;
- lo scavo e/o il riporto di materiale vagliato;
- il livellamento e la compattazione della superficie. Il materiale riportato al di sopra della superficie predisposta sarà indicativamente costituito da pietrame.

La finitura prevista è in misto granulare stabilizzato, con pacchetti di spessore e granulometria diversi a seconda della capacità portante prevista per ogni area.

Nell'area di lavoro della gru si prevede una capacità portante non minore di 4 kg/cm², mentre nelle aree in cui verranno posizionate le parti della navicella, le sezioni della torre, le gru secondarie e gli appoggi delle selle delle pale la capacità portante richiesta è pari a 2 kg/cm².

3.3.2.4 Viabilità interna al parco eolico

L'obiettivo della progettazione della viabilità interna al sito è stato quello di conciliare i vincoli dell'area, i limiti di pendenza e curva imposti dal produttore della turbina, il massimo riutilizzo della viabilità esistente e la minimizzazione dei volumi di scavo e riporto.

La viabilità interna al sito necessita di alcuni interventi, legati sia agli adeguamenti per il trasporto delle pale sia alla realizzazione di tratti ex novo per raggiungere le postazioni delle nuove turbine.

La viabilità interna a servizio dell'impianto sarà costituita da una rete di strade con larghezza media di 5 m che saranno realizzate in parte adeguando la viabilità già esistente e in parte realizzando nuove piste, seguendo l'andamento morfologico del sito.

Il sottofondo stradale sarà costituito da materiale pietroso misto frantumato mentre la rifinitura superficiale sarà formata da uno strato di misto stabilizzato opportunamente compattato.

In alcuni tratti dove la pendenza stradale supera il 10% nei tratti rettilinei o il 7% nei tratti in curva, la rifinitura superficiale sarà costituita da calcestruzzo.

La realizzazione degli interventi di adeguamento della viabilità interna e realizzazione dei nuovi tratti stradali prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- scoticamento di 30 cm del terreno esistente;
- regolarizzazione delle pendenze mediante la stesura di strati di materiale idoneo;
- la posa di una fibra tessile (tessuto/non-tessuto) di separazione;
- posa di uno strato di compattazione di 40 cm di misto di cava e 10 cm di misto granulare stabilizzato;

- nel caso di pendenze sopra il 10% nei tratti rettilinei o 7% nei tratti in curva, posa di uno strato di 40 cm di misto di cava, di uno strato di 10 cm di misto granulare stabilizzato e di uno strato di 10 cm di calcestruzzo.

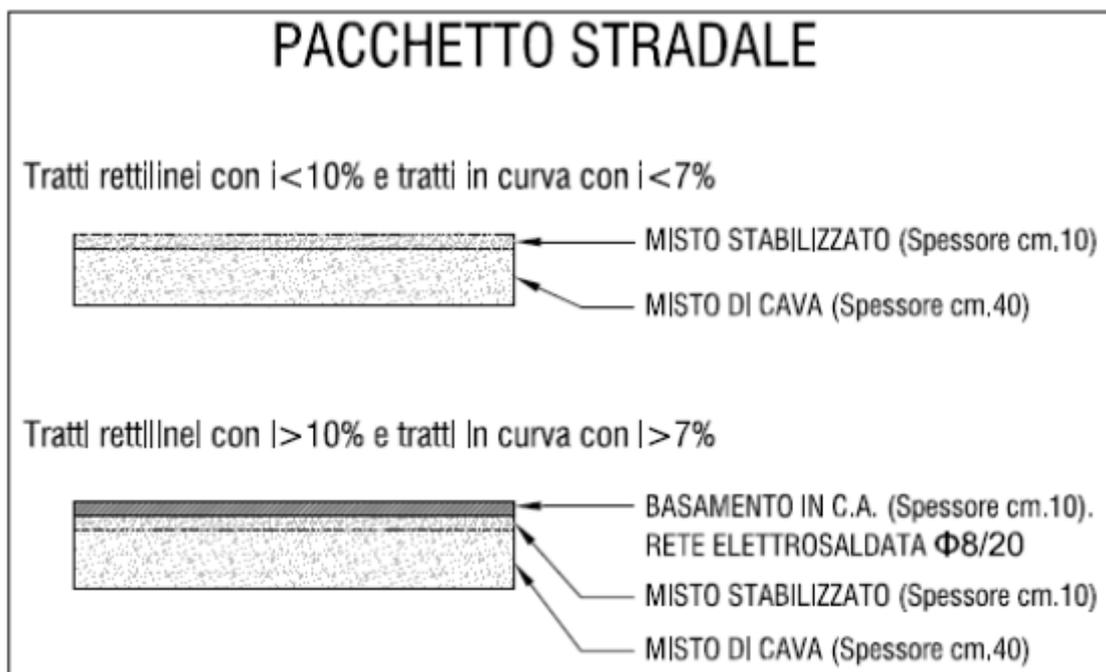


Figura 3-10: Pacchetto stradale

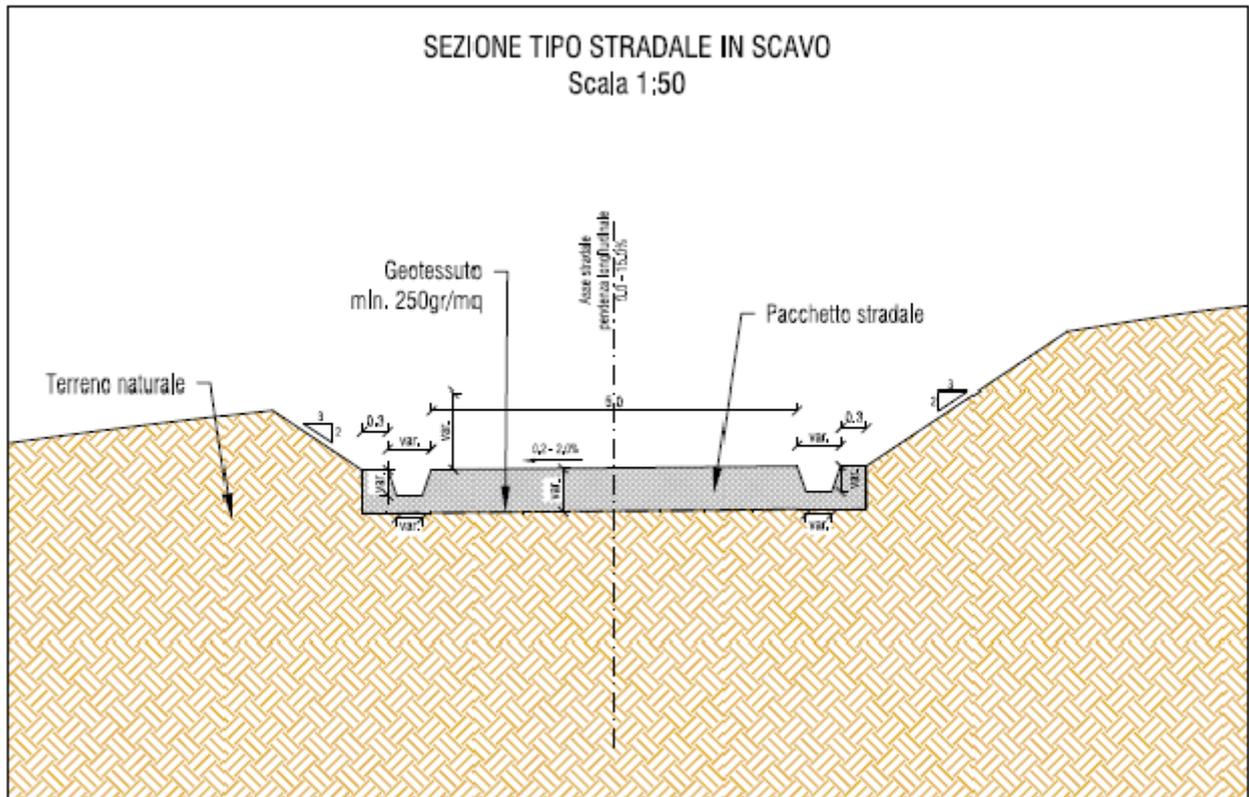


Figura 3-11: Sezione tipo stradale in scavo

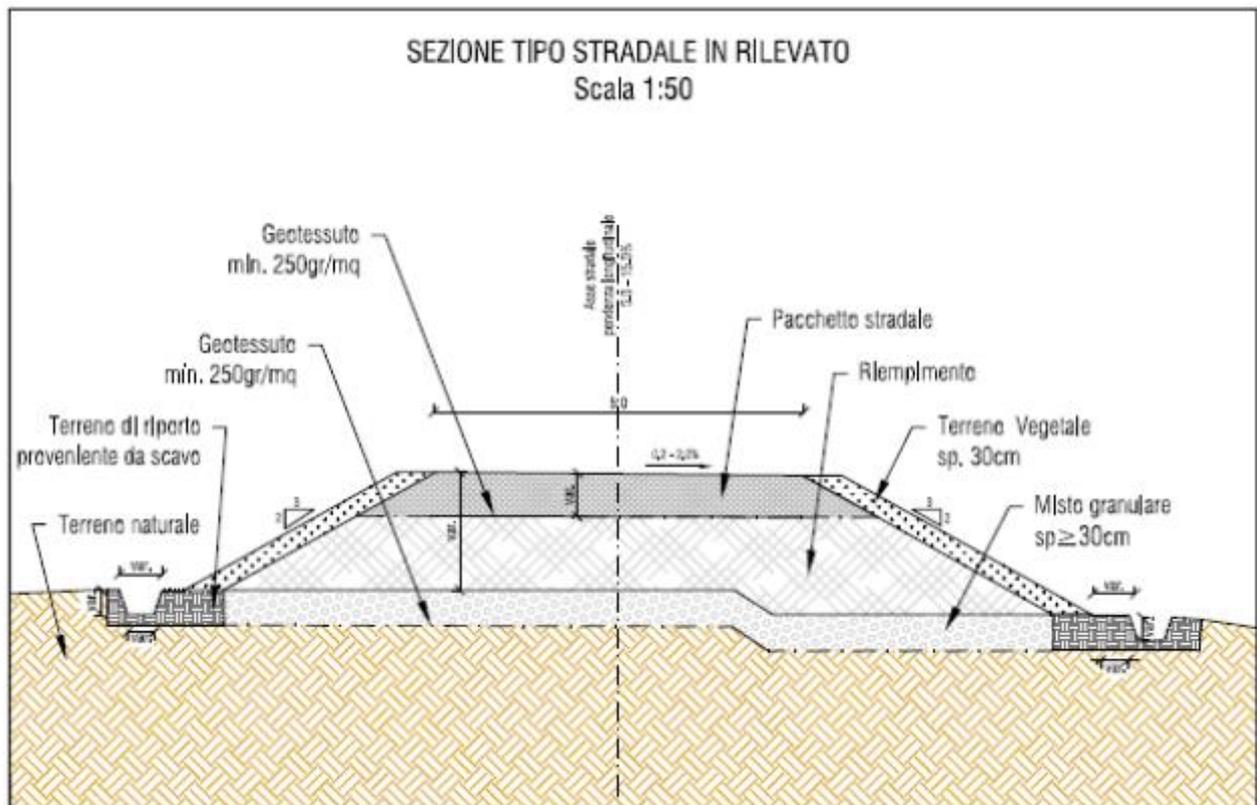


Figura 3-12: Sezione tipo strada in rilevamento

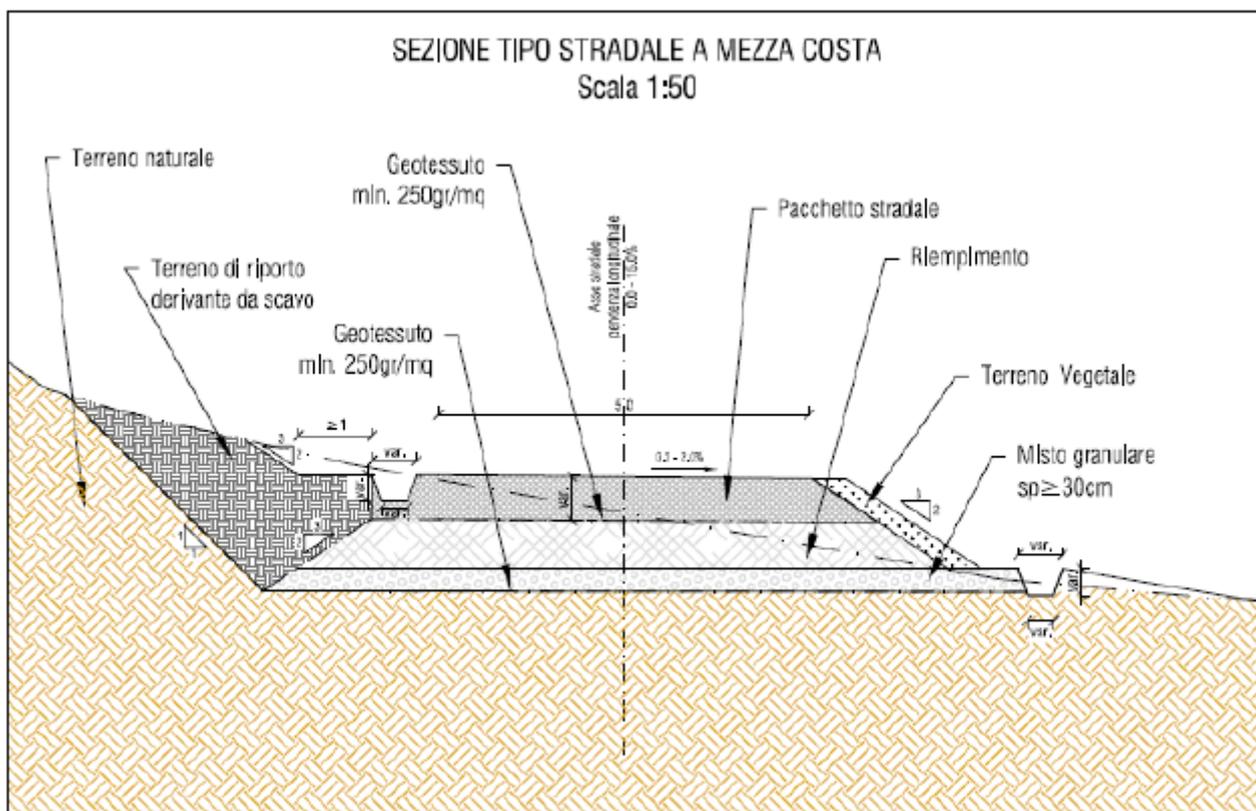


Figura 3-13: Sezione tipo strada a mezza costa

Si specifica che a causa della morfologia di carattere collinare potranno essere previste ulteriori opere di sostegno.

Per maggiori dettagli circa le modalità di realizzazione e/o adeguamento delle strade si rimanda all'elaborato COL-22 – *Tipico sezioni stradali*.

Nel complesso il progetto prevede la realizzazione di nuovi tratti stradali per circa 6.584 m, l'adeguamento di circa 2.987 m di viabilità esistente. Si sottolinea che la viabilità "di nuova realizzazione" viene chiamata così anche nel caso vi sia un tracciato preesistente alla realizzazione dell'opera, ma si discosti planimetricamente di pochi metri. Invece, la viabilità di "adeguamento", viene definita tale se la viabilità di progetto ricalca, in tutto o in larga parte, la viabilità esistente.

3.3.2.5 Cavidotti in media tensione

Per raccogliere l'energia prodotta dal campo eolico e convogliarla verso la stazione di trasformazione sarà prevista una rete elettrica costituita da tratte di elettrodotti in cavo interrato aventi tensione di esercizio di 30 kV e posati direttamente nel terreno in apposite trincee che saranno realizzate lungo la viabilità dell'impianto, lungo tratti di strade poderali e per brevi tratti in terreni agricoli.

Il parco eolico sarà organizzato in tre sottocampi, all'interno di ciascuno di essi gli aerogeneratori saranno collegati in entra-esce con linee in cavo per poi essere connessi alla sottostazione di

trasformazione tramite un elettrodotto avente le caratteristiche indicate nelle seguenti tabelle.

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CO-08	CO-07	3290	1x300	117	0,324
CO-07	SSEU	12000	1x630	233	2,072
					2,396

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CO-04	CO-05	4860	1x300	117	0,481
CO-05	CO-06	4985	1x630	233	0,571
CO-06	SSEU	14250	1X630	350	2,460
					3,512

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CO-01	CO-02	2050	1x300	117	0,202
CO-02	CO-03	1980	1x630	233	0,390
CO-03	SSEU	19420	1X630	350	3,352
					3,944

I cavi saranno interrati direttamente, con posa a trifoglio, e saranno provvisti di protezione meccanica supplementare (lastra piana a tegola).

La posa dei nuovi cavidotti, fino a 1,2 m di profondità, cercherà di avvenire il più possibile sfruttando il tracciato della viabilità esistente e la viabilità di progetto. Sarà prevista una segnalazione con nastro monitore posta a 40-50 cm al di sopra dei cavi MT.

All'interno dello scavo per la posa dei cavi media tensione saranno posate anche la fibra ottica e la corda di rame dell'impianto di terra.

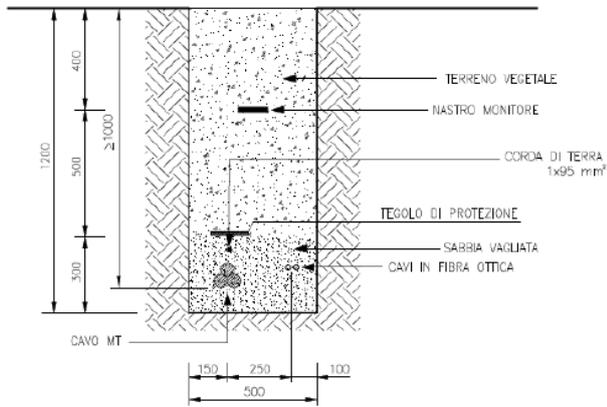
L'installazione dei cavi soddisferà tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche ed in particolare la norma CEI 11-17.

Saranno impiegati cavi unipolari con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene di tipo XLPE, ridotto spessore di isolamento, schermo in nastro di alluminio e rivestimento esterno in poliolefine tipo DMZ1, aventi sigla ARE4H5E tensione di isolamento 18/30 kV.

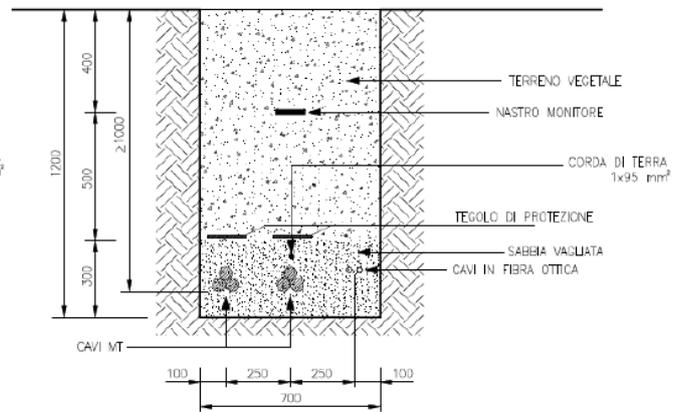
Si riportano di seguito dei tipologici di trincea che verranno utilizzati lungo il tracciato del cavidotto a seconda che sia interessato da uno, due o tre terne di cavi secondo lo schema in Figura 3-14 e Figura 3-15.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato COL-36 – *Planimetria e sezione tipo cavidotti*.

SEZIONE DI POSA "1V"



SEZIONE DI POSA "2V"



SEZIONE DI POSA "3V"

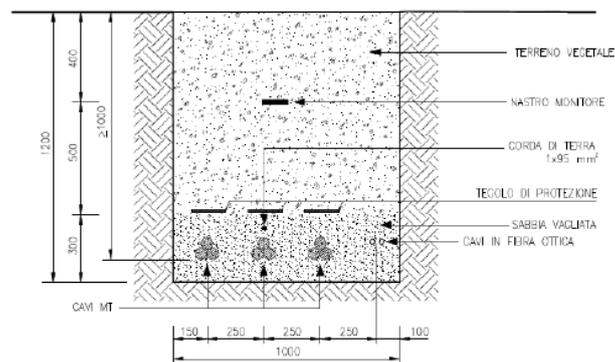


Figura 3-14: Sezione di posa cavidotti su terreno vegetale

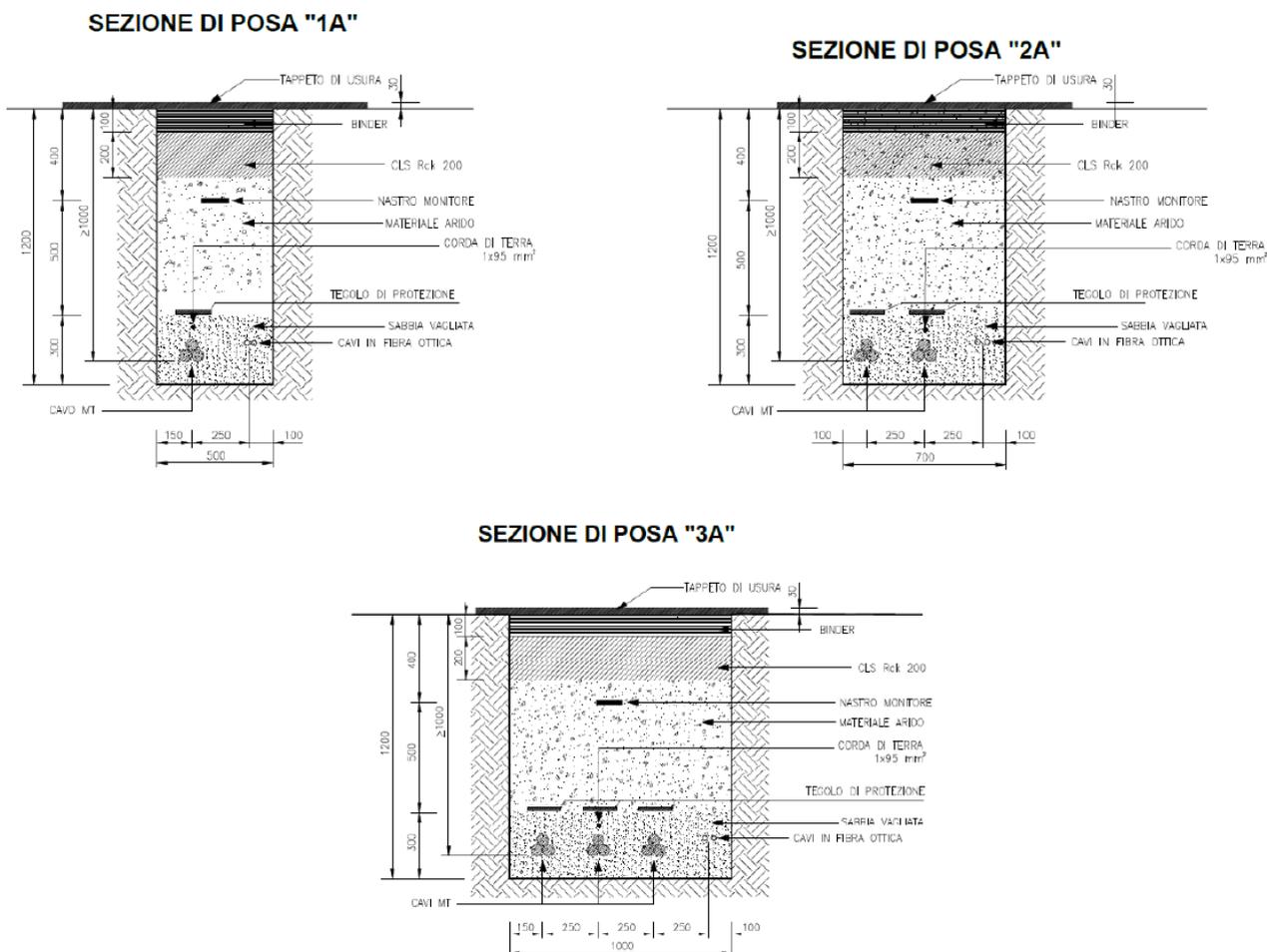


Figura 3-15: Sezioni di posa cavidotti su strada asfaltata

3.3.2.6 Rete di terra

Per garantire la protezione contro le tensioni di passo e contatto, in accordo alle prescrizioni della Norma CEI 61936-1, tutto l'impianto sarà provvisto di una messa a terra tramite corda di rame nudo da 95 mm². Ogni aerogeneratore sarà dotato di piatto di acciaio di dimensioni 30x3,5 mm, mentre la sottostazione sarà dotata di piatto di rame di dimensioni 500x50x6 mm con conduttori equipotenziali di colore giallo-verde di idonea sezione e isolamento connessi alla maglia di terra interrata (alla profondità di 0,7 m).

Tutte le apparecchiature metalliche che richiedono la messa a terra (funzionale e di protezione) saranno collegate all'impianto di messa a terra secondario, in accordo alle prescrizioni della Norma CEI 64-8 e alla Norma CEI 50522.

Per ulteriori dettagli rifarsi agli elaborati COL-34 – Schema rete di terra e COL-38 – Relazione tecnica opere di utenza.

3.3.2.7 Sistema SCADA

La fibra ottica, posata nel medesimo scavo dei cavi di media tensione, ha lo scopo di trasportare le informazioni della turbina eolica al sistema SCADA ("Supervisory Control And Data Acquisition").

Il sistema SCADA monitora varie informazioni riguardanti l'aerogeneratore come potenza prodotta, velocità del vento, direzione del vento, pressione dell'olio, temperature.

Generalmente l'output del sistema SCADA è rappresentato dalla media, dal massimo, dal minimo e dalla deviazione standard delle informazioni registrate in un intervallo di tempo pari a 10 minuti. Queste informazioni sono utili a determinare il comportamento di un aerogeneratore e quindi rilevare possibili malfunzionamenti, ottimizzando l'attività di manutenzione.

Un sistema SCADA tipico è composto da unità terminali remote (RTU, Remote Terminal Unit) e da una stazione di lavoro.

Le RTU hanno la funzione di acquisire i dati ed implementare il controllo. Esse ricevono i dati in tempo reale, quali lo stato delle turbine, la potenza attiva/reattiva, le condizioni ambientali all'interno delle navicelle, lo stato delle sottostazioni e le condizioni atmosferiche in tutto il parco eolico. Quindi, inviano i dati alla stazione di lavoro in modo che gli operatori possano fornire alle RTU le istruzioni necessarie a compiere diverse attività, come avviamento e spegnimento delle turbine, esecuzione di test e ripristini, controllo dell'imbardata, controllo del passo e controllo del generatore. Inoltre, le RTU possono spegnere le turbine automaticamente qualora vengano superati determinati parametri operativi.

Le stazioni di lavoro rappresentano i centri di controllo che monitorano le informazioni generali, quali capacità installata, stato operativo e condizioni atmosferiche del parco eolico e gestiscono le turbine eoliche.

Per ulteriori dettagli rifarsi all'elaborato COL-35 – *Schema rete di comunicazione fibra ottica*.

3.1.1.1. Sottostazione Elettrica Utente

La Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) sarà una sottostazione condivisa a più produttori, ognuno con il proprio stallo di trasformazione connesso alle sbarre comuni di alta tensione che costituiranno le sbarre di parallelo. Lo stallo linea sarà uno solo, unico per tutti i produttori.

La SSEU sarà connessa con un cavo in Alta Tensione alla SE Terna (Stazione Elettrica) prevista in prossimità della SSEU, entrambi i componenti cavidotto AT e SE sono esclusi dallo scopo del presente progetto.

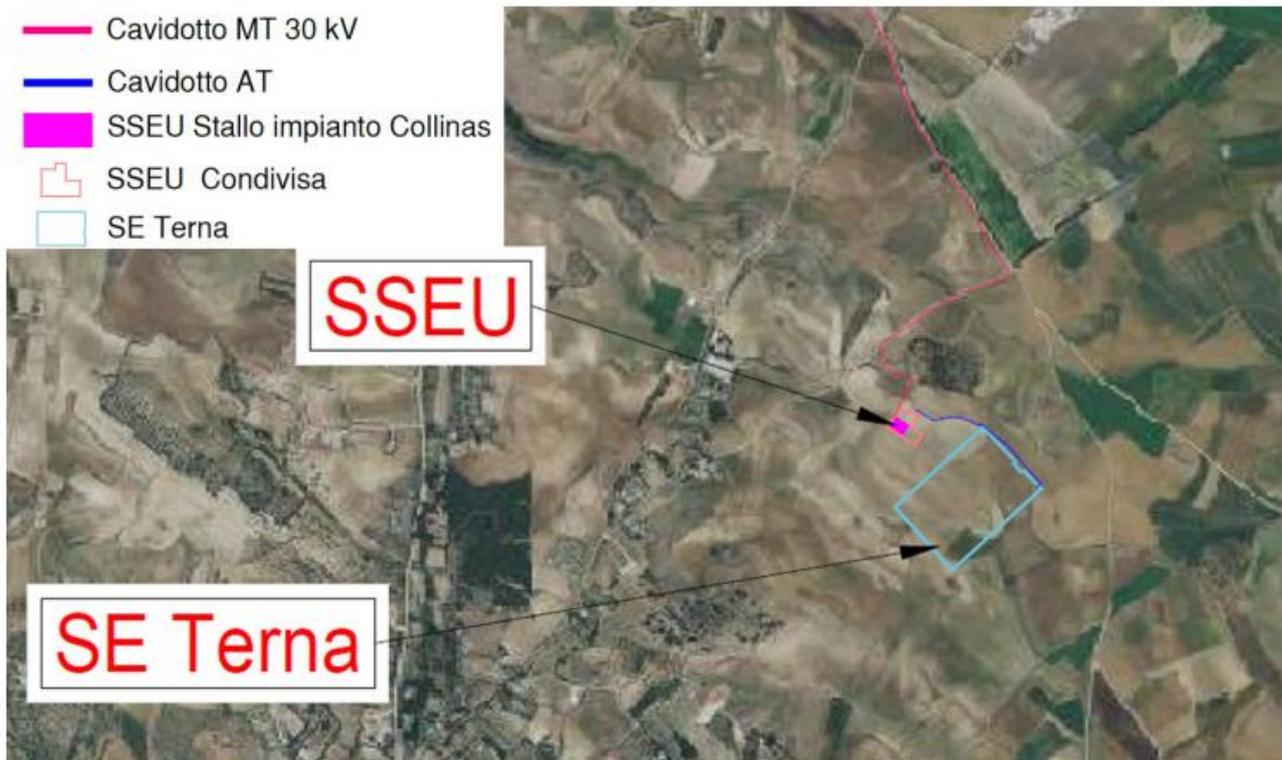


Figura 3-16: Inquadramento SSEU su ortofoto. (Stralcio elaborato COL-05-Inquadramento generale su ortofoto)

La sottostazione sarà composta da sbarre ad isolamento in aria (AIR type), mentre gli interruttori e i trasformatori di misura saranno ad isolamento in SF₆ per installazione all'aperto.

Essa sarà costituita da:

- Stallo arrivo linea in cavo AT
- Sbarre comuni di alta tensione per il parallelo dei produttori
- N.2 stalli di trasformazione mt/at per il collegamento dei singoli produttori
- Spazio disponibile per un terzo stallo per altro produttore.

Lo stallo di ciascun produttore sarà opportunamente separato e segregato dagli altri. L'area sbarre AT sarà indipendente e separata dagli altri stalli e sarà in comune con lo stallo arrivo linea in cavo AT.

La stallo dedicato all'interno della sottostazione condivisa sarà composta da:

- N.1 montante trasformatore AT/MT

Il montante sarà composto dalle seguenti apparecchiature ad isolamento in aria:

- Sbarre di connessione alle sbarre comuni

- N.1 sezionatore di sbarra (189T) e sezionatore di terra dimensionati per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con comando a motore elettrico (110Vcc).
- N. 3 TV di tipo induttivo a triplo avvolgimento secondario protezioni e misure con isolamento in SF₆.
- N.1 interruttore generale (152T) dimensionato per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con bobina di chiusura, due bobine di apertura, isolamento in SF₆ e comando a motore elettrico (110Vcc).
- N.3 TA a tre avvolgimenti secondari, 2 di misura e 2 di protezione, con isolamento in SF₆.
- N.3 scaricatori di sovratensione.

Le sbarre saranno in tubo di alluminio di diametro 100/86 mm, gli isolatori e portali idonei al livello di tensione di 170 kV.

Tutti i circuiti di comando e di alimentazione funzionale dei motori di manovra saranno a 110 Vcc, mentre l'alimentazione ausiliaria sarà a 230/400 Vca.

Tutte le apparecchiature in alta tensione avranno caratteristiche idonee al livello di isolamento (170 kV) e alla corrente di corto circuito prevista (31,5 kA x 1 s).

Per ogni area di pertinenza di ciascun produttore sarà realizzato un edificio in muratura suddiviso in più locali al fine di contenere i quadri di media tensione, i servizi ausiliari e i sistemi di controllo e comando della relativa sezione di altra tensione nonché del proprio impianto eolico.

Tutta l'area della sottostazione sarà dotata di un opportuno impianto di illuminazione artificiale normale e di emergenza, tale da garantire i livelli di illuminamento richiesti dalla normativa vigente per gli ambienti di lavoro all'aperto.

Per ulteriori dettagli rifarsi all'elaborato COL-38 – *Relazione opere di utenza di connessione*.

3.1.1.2. Aree di cantiere

Durante la fase di cantiere, sarà necessario approntare un'area (*site camp*) da destinare alla realizzazione dell'impianto eolico.

In via preliminare è stata individuata un'area di cantiere della dimensione di circa 10.000 m² da allestire in prossimità dell'aerogeneratore CO02.

Il site camp comprenderà:

- Baraccamenti (locale medico, locale per servizi sorveglianza, locale spogliatoio, box WC, locale uffici e locale ristoro);
- Area per stoccaggio materiali;

- Area stoccaggio rifiuti;
- Area gruppo elettrogeno e serbatoio carburante;
- Area parcheggi.

L'utilizzo di tale area sarà temporaneo; al termine del cantiere verrà ripristinato agli usi naturali originari.

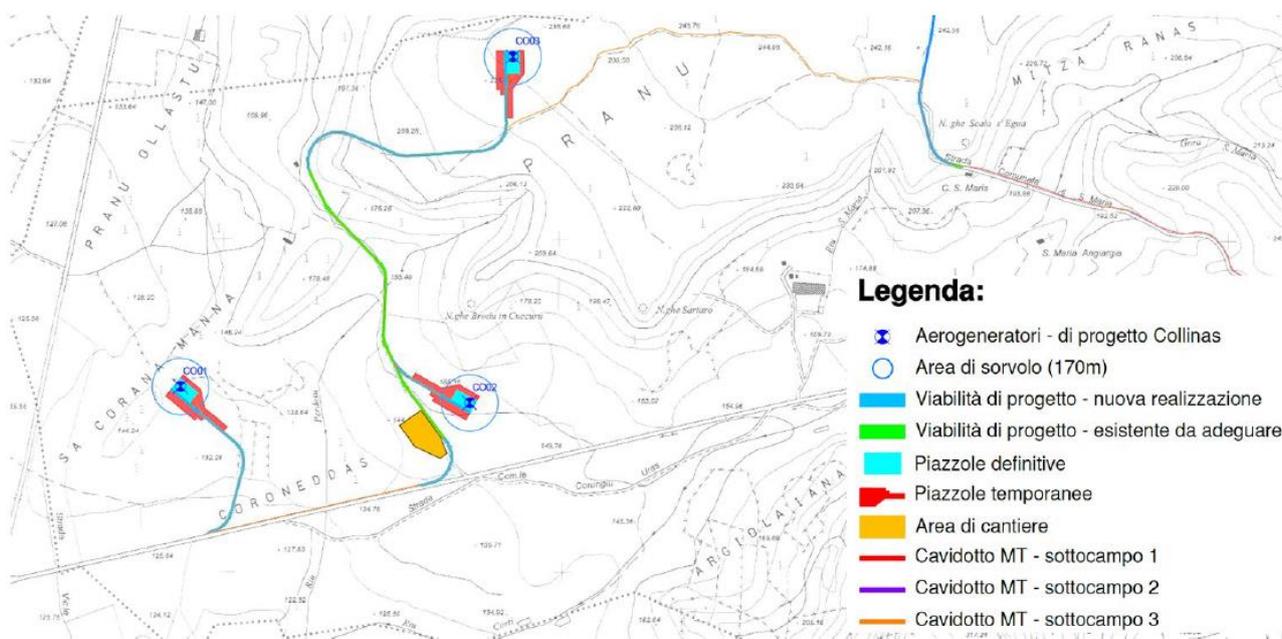


Figura 3-17: Area di cantiere del progetto

3.3.2.8 Valutazione dei movimenti terra

La seguente tabella sintetizza tutti i movimenti terra che saranno eseguiti durante la fase di realizzazione del nuovo impianto eolico.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato COL-54 - Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

Tabella 3-6: Riepilogo volumetrie terre e rocce da scavo

Opera	Scotico [mc]	Scavo [mc]	Rinterro [mc]	Scavo Post ripristino aree temporanee [mc]	Rinterro post ripristino aree temporanee [mc]	Misto cava[mc]	Misto stabilizzato[mc]	Sabbia[mc]	Volume da conferire a discarica [mc]
Piazzole	33.343	269.000	36.660	53.598	107.802	41.932	10.050	-	185.468
Strade	32.060	76.230	49.245	-	-	27.013	4.291	-	36.833
Fondazione superficiale	-	15.685	5.279	-	-	-	-	-	10.406
Fondazioni profonde	-	724	-	-	-	-	-	-	724
Cavidotti	-	29.481	22.110	-	-	-	-	7.370	7.370
Site Camp	10.000	119	611	611	119	4000	1000	-	0
SSE stallo Collinas	1.428	120	612	-	-	777	194	-	-492
Totale	76.832	391.358	114.518	54.209	107.921	73.721	15.536	7.370	240.309

Figura 3-18: Legenda volumi movimenti terra

	volumi scavati
	volumi riutilizzati
	volumi procurati esternamente
	volumi eccedenti da conferire a discarica

I volumi elencati in Tabella 3-6 sono stati calcolati a partire dalla modellazione tramite software della viabilità e delle piazzole realizzata sulla base dei dati disponibili nella presente fase progettuale.

La modellazione, preceduta da un'attenta pianificazione dei tracciati sulla base della topografia fornita e dei vincoli individuati, ha permesso di stimare i volumi di scavo, di rinterro e di materiale inerte necessari per ogni piazzola e per ogni strada di progetto.

A scopo cautelativo si è deciso di riutilizzare l'80% circa del materiale di scavo per la costruzione dei rilevati, mentre il 20% in volume potrà essere approvvigionato esternamente.

Le aree temporanee, come le parti di piazzole destinate allo stoccaggio di componenti in fase di cantiere (chiamate Piazzole Temporanee) e come l'area di cantiere (Site Camp) saranno soggette a rinaturalizzazione dopo la fine dei lavori: per questo motivo una parte del volume di scavo e di rinterro sarà ripristinato agli usi precedenti. Le volumetrie di ripristino sono state così individuate:

- Calcolo della percentuale di area ripristinabile (piazzola temporanea) sul totale dell'area della piazzola (definitiva + temporanea);
- Calcolo della percentuale di area ripristinabile per il Site Camp (100%);

- • Calcolo della quantità di volume scavato o di rinterro per ogni piazzola temporanea e per il site camp, sezione per sezione e valutato in relazione all'area ripristinabile;
- • Sottrazione dei volumi di ripristino morfologico al volume da conferire a discarica.

Si evidenzia che le quantità sono state calcolate nel caso peggiore con la massima estensione delle aree di cantiere e utilizzando una percentuale di riutilizzo conservativa.

3.4 ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2)

L'esercizio dell'impianto eolico non prevede il presidio di operatori. La presenza di personale sarà subordinata solamente alla verifica periodica e alla manutenzione degli aerogeneratori, della viabilità e delle opere connesse, incluso nella sottostazione elettrica, e in casi limitati, alla manutenzione straordinaria. Le attività principali della conduzione e manutenzione dell'impianto si riassumono di seguito:

- Servizio di controllo da remoto, attraverso fibra ottica predisposta per ogni aerogeneratore;
- Conduzione impianto, seguendo liste di controllo e procedure stabilite, congiuntamente ad operazioni di verifica programmata per garantire le prestazioni ottimali e la regolarità di funzionamento;
- Manutenzione preventiva ed ordinaria programmate seguendo le procedure stabilite;
- Pronto intervento in caso di segnalazione di anomalie legate alla produzione e all'esercizio da parte sia del personale di impianto sia di ditte esterne specializzate;
- Redazione di rapporti periodici sui livelli di produzione di energia elettrica e sulle prestazioni dei vari componenti di impianto.

Nella predisposizione del progetto sono state adottate alcune scelte, in particolare per le strade e le piazzole, volte a consentire l'eventuale svolgimento di operazioni di manutenzione straordinaria, dove potrebbe essere previsto il passaggio della gru tralicciata per operazioni quali la sostituzione delle pale o del moltiplicatore di giri.

Le tipiche operazioni di manutenzione ordinaria che verranno svolte sull'impianto di nuova realizzazione sono descritte nel documento *COL-16 - Piano di manutenzione dell'impianto*.

3.5 DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3)

Si stima che l'impianto eolico Collinas, a seguito della sua costruzione, avrà una vita utile di circa 25-30 anni, a seguito della quale si procederà o con una nuova integrale ricostruzione o ammodernamento dell'impianto, oppure con una totale dismissione dello stesso, provvedendo a una rinaturalizzazione dei terreni interessati dalle opere.

Le fasi che caratterizzeranno lo smantellamento dell'impianto o integrale ricostruzione sono illustrate di seguito:

- Trasporto della gru in sito, con conseguenti adeguamenti necessari della viabilità per il trasporto di pale, conci di torre e navicella e la preparazione di una piazzola temporanea, se non già esistente, per l'ubicazione della gru;
- Smontaggio del rotore, che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei componenti, pale e mozzo di rotazione;
- Smontaggio della navicella;
- Smontaggio di porzioni della torre in acciaio pre-assemblate (la torre è composta da 5 sezioni);
- Demolizione di 1,5 m (in profondità) delle fondazioni in conglomerato cementizio armato;
- Demolizione di piazzole e strade di nuova costruzione e conseguente ripristino a terreno agricolo (se richiesto);
- Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza quali:
 - Cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori;
 - Cavidotti di collegamento alla stazione elettrica di trasformazione e di consegna (SSU).
- Smantellamento dello stallo della sottostazione elettrica lato utente, rimuovendo le opere elettro-meccaniche, le cabine, il piazzale e la recinzione;
- Rinaturalizzazione del terreno per restituire l'uso originario dei siti impegnati dalle opere.

Per un maggior dettaglio sulle attività di dismissione dell'impianto oggetto del presente progetto una volta giunto a fine vita utile, si rimanda alla relazione COL-08 – *Piano di dismissione dell'impianto*.

3.6 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma dei lavori prevede che la realizzazione del nuovo progetto, comprese le attività di commissioning ed avviamento, abbiano una durata di circa 89 settimane.

Il dettaglio delle lavorazioni e le tempistiche di esecuzione sono riportati nell'elaborato COL-09 - *Cronoprogramma*.

3.7 UTILIZZO DI RISORSE

Di seguito si riporta una stima qualitativa delle risorse utilizzate per lo svolgimento delle attività in

progetto.

3.7.1 SUOLO

3.7.1.1 Fase di realizzazione del nuovo impianto (Fase1)

Nella fase di realizzazione del nuovo impianto gli interventi che implicano l'utilizzo di suolo sono:

- L'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione di nuovi tratti di strada. In particolare, sarà necessario effettuare le seguenti operazioni:
 - Asportazione di terreno vegetale (scotico), per uno spessore medio di 30 cm;
 - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta della strada, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 108.290 m³ (scotico = 32.060 m³; scavi=76.230 m³);
 - Movimenti terra necessari per il rinterro strade, per la quale si utilizzerà una parte di volume scavato pari a 49.245 m³.
- La realizzazione delle nuove piazzole e delle fondazioni degli aerogeneratori che sarà caratterizzata dalle seguenti operazioni:
 - Movimenti terra necessari per la realizzazione delle piazzole, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 302.343 m³ (scotico = 33.343 m³; scavi=269.000 m³);
 - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta delle fondazioni, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 16.409m³ (fondazione superficiale = 15.685 m³; fondazione profonda = 724 m³);
 - Movimenti terra necessari per il rinterro della fondazione con terre e rocce da scavo originate in sito (qualora conformi), che comporteranno un volume complessivo di rinterro di 5.279 m³ (fondazione superficiale);
 - Movimenti terra necessari per il ripristino parziale delle piazzole utilizzate nella sola fase di cantiere con terre e rocce da scavo originate in sito (qualora conformi), che comporteranno un volume complessivo di rinterro di 107.802 m³
- La posa del sistema di cavidotti interrati di interconnessione tra i vari aerogeneratori e la sottostazione elettrica, che sarà interrato, seguendo prevalentemente il tracciato esistente su strade poderali. Si effettueranno le seguenti operazioni:
 - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta dei cavidotti (fino a 1,2 m dal piano campagna), che comporteranno un volume complessivo di scavo di 29.481 m³;

- Movimenti terra necessari per la chiusura delle trincee in cui saranno posati i nuovi cavidotti con terre e rocce da scavo originare in sito (qualora conformi), che comporteranno un volume complessivo di rinterro di 22.110 m³.

Oltre a quanto detto il progetto prevede anche la realizzazione della sottostazione utente (circa 4.500 m² di superficie occupata) e del *site camp* (circa 10.000 m² di superficie occupata).

Per quanto riguarda le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo, si rimanda all'elaborato COL-54 - Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

3.7.1.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Non è previsto consumo di ulteriore suolo nella fase di esercizio dell'impianto.

Al termine dell'installazione dei nuovi aerogeneratori, il solo suolo occupato corrisponderà all'area di piazzola definitiva, in quanto si provvederà ad eseguire interventi di ripristino territoriale (parziale) delle aree temporanee di cantiere (piazzole provvisorie funzionali al montaggio delle turbine eoliche), con la risistemazione del soprassuolo vegetale. In particolare, in fase di esercizio ogni piazzola sarà costituita da una parte definitiva, presente sia durante la costruzione che in fase di esercizio, composta dall'area di fondazione più l'area di lavoro della gru di superficie pari a 2.580 m², e da una parte temporanea, presente solo durante la costruzione dell'impianto, di superficie pari a 6.993 m².

3.7.1.3 Fase di dismissione del nuovo impianto

Nella fase di dismissione dell'impianto il progetto prevede l'adeguamento delle piazzole esistenti (laddove necessario) e la demolizione delle fondazioni fino a 1 m di profondità dal piano campagna. Inoltre, per la rimozione dei cavidotti, si prevede lo scavo per l'apertura dei cunicoli in cui esso è interrato. Una volta ultimate le demolizioni e le rimozioni dei cavi, si procederà a rinterrare gli scavi con terreno scavato in sito. Anche gli interventi di ripristino verranno eseguiti utilizzando il terreno vegetale presente in sito. In considerazione del fatto che l'obiettivo di questa fase è dismettere l'impianto esistente e liberare le aree da esso occupate, è evidente che l'occupazione del suolo ne tragga solamente beneficio.

3.7.2 MATERIALE INERTE

3.7.2.1 Fase di realizzazione del nuovo impianto

I principali materiali che verranno impiegati durante la fase di realizzazione del nuovo impianto sono:

- Materiale inerte misto (es. sabbia, misto di cava, misto stabilizzato, manto d'usura, ecc...) per l'adeguamento delle strade esistenti, per la realizzazione della viabilità, per la realizzazione

del site camp, per la posa dei cavi elettrici e per l'area della sottostazione elettrica di utenza per un quantitativo indicativamente stimato pari a circa 73.721 m³ di misto cava, 7.370 m³ di sabbia e 15.536 m³ di misto stabilizzato;

- Calcestruzzo/calcestruzzo armato, per la realizzazione delle nuove fondazioni;
- Materiale metallico per le armature.

3.7.2.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Nella fase di esercizio non è previsto l'utilizzo di inerti, se non per eventuali sistemazioni straordinarie della viabilità nel corso della vita utile dell'impianto.

3.7.2.3 Fase di dismissione del nuovo impianto

Nella fase di dismissione del nuovo impianto non si prevede l'utilizzo di inerti a meno di quanto necessario alla rinaturalizzazione dello stato dei luoghi.

3.7.3 ACQUA

3.7.3.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Nelle fasi di cantiere l'acqua sarà utilizzata per:

- Usi civili;
- Operazioni di lavaggio delle aree di lavoro;
- Condizionamento fluidi di perforazione (a base acqua) e cementi;
- Eventuale bagnatura aree.

L'approvvigionamento idrico avverrà tramite autobotte.

In generale, durante le attività di ripristino territoriale l'approvvigionamento idrico non dovrebbe essere necessario. Qualora il movimento degli automezzi e le attività di smantellamento delle strutture non più necessarie provocassero un'eccessiva emissione di polveri, l'acqua potrà essere utilizzata per la bagnatura dei terreni. In tal caso l'approvvigionamento sarà garantito per mezzo di autobotte esterna. I quantitativi eventualmente utilizzati saranno minimi e limitati alla sola durata delle attività.

3.7.3.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Durante la fase di esercizio non si prevedono consumi di acqua. L'impianto eolico non sarà presidiato e non sarà quindi necessario l'approvvigionamento di acque ad uso civile.

3.7.4 ENERGIA ELETTRICA

3.7.4.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

L'utilizzo di energia elettrica, necessaria principalmente al funzionamento degli utensili e macchinari, sarà garantito da gruppi elettrogeni.

3.7.4.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Durante la fase di esercizio verranno utilizzati limitati consumi di energia elettrica per il funzionamento in continuo dei sistemi di controllo, delle protezioni elettromeccaniche e delle apparecchiature di misura, del montacarichi all'interno delle torri, degli apparati di illuminazione e climatizzazione dei locali.

3.7.5 GASOLIO

3.7.5.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Durante queste fasi la fornitura di gasolio sarà limitata al funzionamento dei macchinari, al rifornimento dei mezzi impiegati e all'uso di eventuali motogeneratori per la produzione di energia elettrica.

3.7.5.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Non è previsto utilizzo di gasolio, se non in limitate quantità per il rifornimento dei mezzi impiegati per il trasporto del personale di manutenzione.

3.8 STIMA EMISSIONI, SCARICHI, PRODUZIONE RIFIUTI, RUMORE, TRAFFICO

3.8.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

3.8.1.1 Fase di realizzazione del nuovo impianto

Nella fase di realizzazione del nuovo impianto (adeguamento e realizzazione nuova viabilità, realizzazione nuove piazzole, scavi e rinterri, realizzazione fondazioni, trasporto e ripristino territoriale) le principali emissioni in atmosfera saranno rappresentate da:

- Emissioni di inquinanti dovute alla combustione di gasolio dei motori diesel dei generatori elettrici, delle macchine di movimento terra e degli automezzi per il trasporto di personale, materiali ed apparecchiature;
- Contributo indiretto del sollevamento polveri dovuto alle attività di movimento terra, scavi, eventuali sbancamenti, rinterri e, in fase di ripristino territoriale, dovuto alle attività di smantellamento.

Nell'area di progetto è previsto l'utilizzo (non continuativo) dei mezzi elencanti nella seguente tabella:

Opera	Lavorazione	Mezzo
Fondazione	Scavo	Escavatore cingolato
		Autocarro
	Perforazione pali	Trivella perforazione pali
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro
	Posa calcestruzzo pali	Betoniera (2)
		Pompa
	Posa magrone	Betoniera (2)
		Pompa
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro
	Posa calcestruzzo plinto	Pompa
Autocarro		
Reinterro	Escavatore cingolato	
Strade e piazzole	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata
		Bobcat
		Rullo ferro-gomma
		Autocarro
Cavidotti	Scavo a sezione obbligata	Escavatore cingolato
Sottostazione elettrica	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata
		Bobcat
		Rullo ferro-gomma
		Autocarro
	Posa calcestruzzo / platea	Betoniera
		Pompa
Trasporto componenti	Automezzo speciale	
	Gru	
Montaggio	Gru	
Montaggio aerogeneratori	Trasporto componenti	Automezzo speciale (4)
		Gru
	Montaggio	Gru

Per quanto concerne la valutazione delle emissioni originate dall'impiego dei mezzi di cantiere si rimanda al Capitolo 5 della Stima degli Impatti.

3.8.1.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio non è previsto l'originarsi di emissioni in atmosfera. Minime emissioni potrebbero generarsi dai mezzi utilizzati dagli addetti in fase di manutenzione. Tali emissioni sarebbero tuttavia estremamente ridotte in quantità e tempo.

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili determina una riduzione del fattore di emissione complessivo dell'intera produzione termo-elettrica nazionale, evitando così il ricorso a fonti

di produzione più inquinanti. Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ è possibile stimare che l'esercizio dell'impianto fotovoltaico consentirà di evitare l'emissione di circa 55.705 tCO₂/anno rispetto alla stessa produzione di energia elettrica ottenuta però con impianti alimentati da fonti tradizionali. Tale stima è stata implementata prevedendo una produzione annua dell'impianto pari a circa 130.764 MWh/anno e utilizzando un fattore di emissione pari a 0,426 tCO₂/MWh equivalente all'emissione media del parco termoelettrico italiano (Fonte ISPRA 2020).

3.8.1.3 Fase di dismissione del nuovo impianto

Nella fase di dismissione dell'impianto si prevedono in prima battuta le medesime considerazioni effettuate per la fase di realizzazione dell'impianto.

3.8.2 EMISSIONI SONORE

3.8.2.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

In fase di realizzazione dell'impianto le principali emissioni sonore saranno legate al funzionamento degli automezzi per il trasporto di personale ed apparecchiature, al funzionamento dei mezzi per i movimenti terra ed alla movimentazione dei mezzi per il trasporto di materiale verso e dall'impianto.

Le attività si svolgeranno durante le ore diurne, per cinque giorni alla settimana (da lunedì a venerdì) ed avranno una durata complessiva di circa 89 settimane, come indicato nel documento COL-09 - *Cronoprogramma*.

I mezzi meccanici e di movimento terra, una volta portati sul cantiere resteranno in loco per tutta la durata delle attività e, pertanto, non altereranno il normale traffico delle strade limitrofe alle aree di progetto.

In questa fase, pertanto, le emissioni sonore saranno assimilabili a quelle prodotte da un ordinario cantiere civile, di durata limitata nel tempo e operante solo nel periodo diurno.

Le interazioni sull'ambiente che ne derivano sono modeste e come evidenziato nella relazione specialistica COL-49 - *Relazione impatto acustico* non si prevede in nessun momento il superamento dei valori soglia di emissione acustica previsti dalla normativa vigente

3.8.2.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio le principali emissioni sonore saranno legate al funzionamento degli aerogeneratori.

Un tipico aerogeneratore di grande taglia, il cui utilizzo è previsto per l'impianto eolico oggetto del presente Studio, raggiunge, in condizioni di funzionamento a piena potenza, livelli di emissione sonora fino a 107 dB.

A titolo cautelativo, nell'ottica della salvaguardia dell'ambiente e della popolazione, è stata

eseguita una valutazione previsionale della pressione sonora indotta i cui risultati sono riportati per esteso nell'elaborato COL-49 - *Relazione impatto acustico*.

Nel complesso le simulazioni effettuate hanno evidenziato per la configurazione futura, su tutti i ricettori considerati presenti nell'area di studio, sia il rispetto dei limiti di immissione, che il rispetto dei limiti differenziali ove applicabili.

3.8.3 VIBRAZIONI

3.8.3.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Nelle fasi di cantiere le vibrazioni saranno principalmente legate all'utilizzo, da parte dei lavoratori addetti, dei mezzi di trasporto e di cantiere e delle macchine movimento terra (autocarri, escavatori, ruspe, ecc.) e/o all'utilizzo di attrezzature manuali, che generano vibrazioni a bassa frequenza (nel caso dei conducenti di veicoli) e vibrazioni ad alta frequenza (nel caso delle lavorazioni che utilizzano attrezzi manuali a percussione). Tali emissioni, tuttavia, saranno di entità ridotta e limitate nel tempo, e i lavoratori addetti saranno dotati di tutti i necessari DPI (Dispositivi di Protezione Individuale).

3.8.3.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio, considerata l'assenza di ricettori sensibili prossimi agli aerogeneratori in progetto non è previsto l'originarsi di vibrazioni che possano arrecare disturbo alla popolazione.

3.8.4 SCARICHI IDRICI

3.8.4.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Le attività in progetto non prevedono scarichi idrici su corpi idrici superficiali o in pubblica fognatura. L'area di cantiere sarà dotata di bagni chimici i cui scarichi saranno gestiti come rifiuto ai sensi della normativa vigente.

3.8.4.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio non è previsto l'originarsi di scarichi idrici.

3.8.5 EMISSIONE DI RADIAZIONI IONIZZANTI E NON

3.8.5.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Durante le fasi di cantiere non è prevista l'emissione di radiazioni ionizzanti.

Le uniche attività che potranno eventualmente generare emissioni di radiazioni non ionizzanti previste sono relative ad eventuali operazioni di saldatura e taglio ossiacetilenico. Tali attività saranno eseguite in conformità alla normativa vigente ed effettuate da personale qualificato dotato

degli opportuni dispositivi di protezione individuale. Inoltre, saranno adottate tutte le misure di prevenzione e protezione per la tutela dell'ambiente circostante (es: adeguato sistema di ventilazione ed aspirazione, utilizzo di idonee schermature, verifica apparecchiature, etc.).

3.8.5.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio è previsto l'originarsi di emissioni non ionizzanti, in particolare di radiazioni dovute a campi elettromagnetici generate dai vari impianti in media ed alta tensione, soprattutto in prossimità della sottostazione elettrica di trasformazione e connessione.

A titolo cautelativo, nell'ottica della salvaguardia dell'ambiente e della popolazione, è stata eseguita una valutazione previsionale delle radiazioni da campi elettromagnetici, i cui risultati sono riportati per esteso nel documento COL 43 - *Relazione verifica impatto elettromagnetico*.

3.8.6 PRODUZIONE DI RIFIUTI

3.8.6.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Nelle fasi di cantiere verranno prodotti rifiuti riconducibili alle seguenti categorie:

- Rifiuti solidi assimilabili agli urbani (lattine, cartoni, legno, ecc.);
- Rifiuti speciali derivanti da scarti di lavorazione ed eventuali materiali di sfrido;
- Eventuali acque reflue (civili, di lavaggio, meteoriche).

La successiva tabella riporta un elenco della tipologia dei rifiuti, con l'indicazione del corrispondente codice CER, che potenzialmente potrebbero essere generati a seguito dalle attività di cantiere.

Tabella 3-7: tipologia dei rifiuti

Tipo	Codice CER
Altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione	130208*
Batterie alcaline	160604
Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	170107
Scarti legno	170201
Canaline, Condotti aria	170203
Catrame sfridi	170301*
Rame, bronzo, ottone	170401
Alluminio	170402
Ferro e acciaio	170405
Metalli misti	170407
Cavi	170411
Carta, cartone	200101
Vetro	200102
Pile	200134
Plastica	200139
Lattine	200140
Indifferenziato	200301
rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17.09.04
Terre e rocce da scavo diversi da quelli di cui alla voce 17 05 03	170504

Tra i più importanti obiettivi del Proponente vi è senza dubbio quello di intraprendere azioni che promuovano e garantiscano il più possibile l'economia circolare.

Si sottolinea che ogni materiale da risulta prodotto sarà attentamente analizzato e catalogato per poter essere inviato ad appositi centri di recupero. I materiali prodotti in maggior quantità saranno prevalentemente prodotti dallo smantellamento delle torri eoliche (acciaio) e dai rotor delle turbine (materiali compositi).

A tal proposito, si segnala che è stata recentemente costituita una nuova piattaforma intersettoriale composta da WindEurope (che rappresenta l'industria europea dell'energia eolica), Cefic (rappresentante dell'industria chimica europea) ed EuCIA (rappresentante dell'industria europea dei compositi). Attualmente, una turbina eolica può essere riciclata per circa l'85-90% della massa complessiva. La maggior parte dei componenti, infatti, quali le fondamenta, la torre e le parti della navicella, sono già sottoposte a pratiche di recupero e riciclaggio. Diverso, invece, il discorso per quanto riguarda le pale delle turbine: essendo realizzate con materiali compositi, risultano difficili da riciclare.

Oggi la tecnologia più comune per il riciclaggio dei rifiuti compositi è quella che vede il riutilizzo e l'inserimento dei componenti minerali nella lavorazione del cemento. Tra gli obiettivi della piattaforma creata da WindEurope, Cefic ed EuCIA, vi è anche quello di sviluppare tecnologie alternative di riciclaggio, per produrre nuovi compositi e materiale riciclato di valore più elevato rispetto al cemento. L'industrializzazione di tali sistemi alternativi potrebbe portare a interessanti soluzioni per quei settori che normalmente utilizzano materiali compositi, come l'edilizia, i trasporti marittimi e la stessa industria eolica.

3.8.6.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Durante la fase di esercizio, i rifiuti maggiormente prodotti saranno legati alla manutenzione degli organi meccanici ed elettrici; di seguito si riporta un elenco indicativo dei possibili rifiuti che vengono prodotti dalle tipiche attività di esercizio e manutenzione;

- Oli per motori, ingranaggi e lubrificazione;
- Filtri dell'olio;
- Stracci;
- Imballaggi in materiali misti;
- Apparecchiature elettriche fuori uso;
- Batterie al piombo;

- Neon esausti integri;
- Materiale elettronico.

3.8.7 TRAFFICO INDOTTO

3.8.7.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Nelle fasi di cantiere il traffico dei mezzi sarà dovuto principalmente a:

- Spostamento degli operatori addetti alle lavorazioni (automobili);
- Movimentazione dei materiali necessari al cantiere (ad esempio inerti), di materiali di risulta e delle apparecchiature di servizio (automezzi pesanti);
- Trasporto dei componenti dei nuovi aerogeneratori e altri componenti [24 pale, 8 mozzi, 8 navicelle, 48 sezioni di torre (6 sezioni per ogni torre), componenti SSU];
- Approvvigionamento idrico tramite autobotte;
- Approvvigionamento gasolio.

La fase più intensa dal punto di vista del traffico indotto sarà quella relativa al trasporto dei componenti dei nuovi aerogeneratori.

La durata prevista per il completamento del trasporto è stimata in via preliminare pari a circa 2/3 mesi.

I mezzi meccanici e di movimento terra, invece, una volta portati sul cantiere resteranno in loco per tutta la durata delle attività e non influenzeranno il normale traffico delle strade limitrofe all'area di progetto.

3.8.7.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

In fase di esercizio il traffico indotto non sarà significativo in quanto legato alle sole attività di manutenzione effettuate in maniera programmata e periodica.

3.9 ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

Nell'ambito della progettazione del nuovo impianto eolico, uno dei molteplici aspetti che è stato preso in considerazione è la valutazione degli effetti sull'ambiente circostante derivanti da un evento incidentale dovuto a varie tipologie di cause scatenanti.

Le cause che stanno all'origine degli incidenti possono essere di vario genere, da cause di tipo naturale, come ad esempio tempeste, raffiche di vento eccessive e formazione di ghiaccio a cause di tipo umano, come errori e comportamenti imprevedibili.

La maggior frequenza di incidenti si verifica nella fase di funzionamento, poiché essa è caratterizzata da un'estensione temporale molto ampia (la vita utile di un impianto varia dai 25 ai 30 anni) e da una più complessa combinazione di azioni, le quali hanno implicazioni sul comportamento strutturale e funzionale dell'aerogeneratore.

Le tipologie di incidenti che sono state analizzate sono le seguenti:

- Incidenti legati alla rottura delle pale dell'aerogeneratore;
- Incidenti legati alla rottura della torre e al collasso della struttura;
- Incidenti legati al lancio di ghiaccio;
- Incidenti legati a possibili fulminazioni;

Tutti gli scenari accidentali sopra elencati sono stati affrontati nel dettaglio all'interno delle relazioni COL-18 - *Rel. gittata massima elementi rotanti per rottura accidentale* e COL-17 - *Relazione sull'analisi di possibili incidenti*.

Il livello di rischio legato ad un incidente è funzione del danno provocato, e della probabilità di accadimento dell'evento come da relazione illustrata di seguito:

$$R = f(P, D) = P \times D$$

Dove:

- R è il rischio
- P è la probabilità di accadimento dell'evento
- D è la magnitudo del danno causato dall'evento

L'analisi quantitativa del rischio è effettuata assegnando un numero da 1 a 4 sia alla probabilità che al danno. Si può quindi definire una matrice di rischio per identificarne la portata come fatto di seguito:

	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4
Probabilità / Rischio		1	2	3	4
		Danno / Magnitudo (D)			

Figura 3-19: Matrice di rischio

L'esito di questi studi ha evidenziato le seguenti conclusioni:

- Rottura della pala e distacco con moto parabolico e danno ad elemento sensibile. Il **danno** risulterebbe pari a **“4 – danno molto grave”**, ma la **probabilità** risulta essere pari a **“2 – evento poco probabile, accaduto raramente”**, dato che si è mantenuta, da tutti gli elementi sensibili identificati, una distanza maggiore della gittata massima con la sola eccezione della SP53, collocata a 210m di distanza da CO02, per la quale si sottolinea che, al netto delle assunzioni altamente conservative fatte in sede di simulazione del calcolo della gittata, la probabilità di accadimento è ulteriormente mitigata dal fatto che la pala dovrebbe distaccarsi esattamente in direzione della strada e che l'area di collisione coincida nel tempo e nello spazio con la traiettoria percorsa da un ipotetico bersaglio in transito; **Il livello di rischio** risulta quindi essere pari a **8**;
- Rottura della torre, collasso della struttura e danno ad elemento sensibile. Il **danno** risulterebbe pari a **“4 – danno molto grave”** ma la **probabilità** risulta essere pari a **“1 – evento molto improbabile”**, dato che si è mantenuta da tutti gli elementi sensibili identificati una distanza maggiore della altezza massima della turbina, come riportato anche nelle linee guida del 10 settembre 2010. **Il livello di rischio** risulta quindi essere pari a **4**;
- Formazione e caduta di massa di ghiaccio con conseguente impatto con elemento sensibile. Il **danno** risulterebbe come **“3 – danno grave”** ma la **probabilità** risulta essere pari a

“1 – evento molto improbabile”, date le condizioni climatiche e dato che si sono mantenute distanze di sicurezza da elementi sensibili. **Il livello di rischio** risulta quindi essere pari a **3**;

- Fulminazione dell'aerogeneratore con conseguente incendio o rottura di pala e impatto con elemento sensibile. Il **danno** risulterebbe come **“4 – danno molto grave”** ma la **probabilità** pari a **“1 – evento molto improbabile”**. Infatti, nel dimensionamento del parco eolico, oltre a mantenere le distanze da elementi sensibili, come definito dalle normative tecniche, è prevista l'installazione di sistemi anti-fulminazione che riducono ulteriormente la probabilità dell'evento. **Il livello di rischio** risulta quindi essere pari a **4**;

3.10 ALTERNATIVE DI PROGETTO

Lo scopo del presente capitolo del SIA è quello di allineare lo studio ai dettami normativi previsti dal punto 2 dell'Allegato VII, all'art. 22 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm. e iii, rispetto ai contenuti dello SIA, in cui si prevede: *“Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto, il profilo dell'impianto ambientale, e la motivazione della scelta progettuale, sotto il profilo dell'impatto ambientale, con una descrizione delle alternative prese in esame e loro comparazione con il progetto presentato”*.

Di seguito saranno quindi riportate le considerazioni che hanno portato alla scelta della soluzione progettuale proposta considerata la migliore dal punto di vista ambientale e tecnico.

È d'uopo sottolineare che la realizzazione di un impianto eolico comporta di per sé molti benefici, sia in termini ambientali che economici. Da un lato, il territorio comunale su cui l'impianto insisterà beneficerà delle opere di mitigazione e/o compensazione realizzate dal proponente, nonché di ulteriori benefici monetari derivanti dalle imposte locali (IMU-TASI), corrisposte dall'impresa nel corso della vita utile dell'impianto, e dai lavori appaltati alle imprese locali nel corso della costruzione dell'opera. Dall'altro lato, la realizzazione di un impianto eolico apporta un beneficio ambientale, di inestimabile valore, a tutta la collettività, grazie alle tonnellate di CO₂ evitate.

3.10.1 ALTERNATIVA ZERO

L'alternativa “zero” prevede il mantenimento dello *status quo* senza realizzare alcuna opera, lasciando che il sistema persegua imperturbato i propri schemi di sviluppo.

In tale scenario l'ambiente (inteso come sistema che comprende le componenti naturali ed antropiche) non sarebbe perturbato da nessun tipo di azione, evitando, quindi, l'implementazione di attività tali da generare impatti tanto positivi quanto negativi.

Se da un lato, quindi, si eviterebbero quegli impatti negativi indotti dall'impianto eolico (quale ad esempio quello visivo in fase di esercizio e quelli introdotti in fase di cantiere), dall'altro si annullerebbero le potenzialità derivate dall'utilizzo di fonti rinnovabili di energia rispetto alla produzione energetica da fonti fossili tradizionali.

Il vantaggio più rilevante consiste nel dare un contributo al raggiungimento degli obiettivi siglati con l'adesione al protocollo di Kyoto, e, globalmente, al raggiungimento di obiettivi qualità ambientale derivati dalla possibilità di evitare che la stessa quantità di energia elettrica prodotta dal parco eolico, venga prodotta da impianti di produzione di energia tradizionali, decisamente più impattanti in termini di emissioni in atmosfera.

Oltre gli aspetti ambientali vi sono poi da valutare gli impatti socioeconomici. In fase di realizzazione del campo, infatti, le figure specializzate che debbono intervenire da trasferta utilizzeranno le strutture ricettive dell'area e gli operai e gli operatori di cantiere si serviranno dei servizi di ristorazione locali, generando un indotto decisamente maggiore durante tutto la durata del cantiere.

La realtà in cui si dovrebbe inserire il parco eolico è per lo più agricola e l'iniziativa in progetto potrebbe essere volano di sviluppo di nuove professionalità e assicurare un ritorno equo ai conduttori dei lotti su cui si andranno ad inserire gli aerogeneratori, senza tuttavia precludergli la possibilità di continuare ad utilizzare tali terreni per le attività agricole.

Oltretutto la gestione del parco e la sua manutenzione prevede il ricorso inevitabile a diverse professionalità, che vanno dalle imprese per eseguire determinate opere di manutenzione, alla sorveglianza ecc... tutte queste figure saranno ricercate e/o formate, per questioni di prossimità e di economicità, nell'intorno, andando a creare reddito ed un indotto altrimenti non realizzabile.

Per quanto riguarda le infrastrutture di servizio previste in progetto, certamente quella oggetto degli interventi più significativi e, quindi, fin da ora inserita in un'ottica di pubblico interesse, è rappresentata dall'infrastruttura viaria.

Negli elaborati di progetto, sono illustrati gli interventi previsti sia per l'adeguamento della viabilità esistente, sia per la realizzazione dei nuovi tratti stradali per l'accesso alle singole piazzole attualmente non servite da viabilità alcuna.

Fermo restando il carattere necessariamente provvisorio degli interventi maggiormente impattanti sullo stato attuale di alcuni luoghi (piazzole temporanee di cantiere necessaria all'installazione delle turbine) e tratti della viabilità esistente, si evidenzia come la maggioranza degli interventi possano essere percepiti come utili forme di adeguamento permanente della viabilità a tutto vantaggio del contesto territoriali locale, nonché della maggiore accessibilità e migliore fruibilità di aree di futura accresciuta attrattività.

Quindi appare innegabilmente rilevante e positivo il riflesso occupazionale ed in termini economici

che avrebbe la realizzazione del progetto a scala locale. Così come innegabili e rilevanti sono gli impatti positivi dell'impianto a scala globale in termini ambientali.

Da quanto detto si evince che la considerazione dell'alternativa zero, sebbene non determini l'implementazione di azioni impattanti sull'ambiente, compromette i principi delle normative a vantaggio della promozione energetica da fonti rinnovabili, la Transizione Energetica, oltre che precludere la possibilità di generare nuovo reddito e nuova occupazione.

Pertanto, tali circostanze dimostrano che l'alternativa zero rispetto agli scenari che prevedono la realizzazione dell'intervento non sono auspicabili per il contesto in cui si debbono inserire.

3.10.2 ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE

Come descritto nell'elaborato *COL-19 – Relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi di producibilità*, per la definizione preliminare del regime anemologico sulla zona interessata dal progetto d'impianto è stata impiegata una torre anemometrica virtuale, fornita dalla società VORTEX FCDe derivante da calcoli numerici complessi applicati a modelli anemologici mesoscala con risoluzione di calcolo geografica pari a 100 m.

Il modello ha evidenziato che la risorsa eolica in sito è concentrata sulla direttrice principale NO sia in termini di distribuzione di frequenza, sia di densità di potenza specifica.

Ai fini dello sviluppo del progetto in esame sono quindi state selezionate le aree più ventose, nel rispetto del regime vincolistico vigente e del sistema delle aree naturali protette presenti, per cercare di massimizzare la producibilità d'impianto ed assicurare un pieno ed efficiente sfruttamento della risorsa eolica.

Quindi, partendo dal presupposto che la scelta dell'area di intervento debba costituire un invariante progettuale al fine di perseguire la massimizzazione dello sfruttamento della risorsa eolica, si è proceduto allo sviluppo del layout del parco eolico di Collinas in modo da eliminare e/o minimizzare le interferenze con siti vincolati, aree naturali protette e aree di particolare pregio ambientale.

La scelta di non prendere in considerazione una diversa localizzazione spaziale degli aerogeneratori è quasi obbligata, perché la restrizione delle normative comunali, nazionali e regionali, in materia di impianti eolici, non consente di individuare aree alternative a quelle già prese in considerazione per l'impianto in progetto.

La configurazione impiantistica e l'ubicazione degli aerogeneratori proposte nel progetto in esame rappresenta pertanto la configurazione ottimizzata, in relazione a diversi fattori sia di carattere tecnico, che di minimizzazione dell'impatto paesaggistico, naturalistico ed ambientale dell'opera.

La scelta di un sito differente potrebbe causare sia un maggiore impatto sull'ambiente, sia una riduzione delle prestazioni del parco eolico, causando un rallentamento del raggiungimento degli

obiettivi nazionali in termini di produzione energetica da fonti rinnovabili.

Soluzione progettuale scelta

Base delle valutazioni è stata l'analisi vincolistica, in cui sono stati analizzati i principali strumenti di pianificazione territoriale, ambientale e settoriale vigenti (Piano Paesaggistico, Aree protette e Rete Natura 2000, PAI, PUC dei Comuni interessati dall'intervento, Aree non idonee impianti eolici) come descritto nel Quadro Programmatico e nelle relative tavole di inquadramento.

Ai fini della valutazione delle aree disponibili, sono state, inoltre, mantenute opportune fasce di rispetto da strade, abitazioni e centri abitati, in conformità con le indicazioni contenute nelle Linee Guida del D.M. 10/09/2010 e delle norme regionali di recepimento delle stesse. Nella definizione del layout d'impianto sono state, inoltre, considerate opportune inter-distanze tra gli aerogeneratori di progetto, concordemente con le indicazioni contenute nel D.M. 10/09/2010 (cfr. elaborato COL-62.01 - *Carta delle linee guida del DM 2010*).

Dalla sovrapposizione dei vincoli è stata quindi generata una mappa delle aree non idonee alla realizzazione dell'intervento, sulla base del quale è stato sviluppato il layout definitivo degli aerogeneratori in modo tale da non generare interferenze dirette con le citate aree "non idonee".

Di seguito si propone uno stralcio dell'elaborato COL-57 - *Carta delle aree non idonee* riportato in allegato al SIA, da cui si evidenzia il corretto posizionamento degli aerogeneratori rispetto ai vincoli previsti dalle vigenti normative.

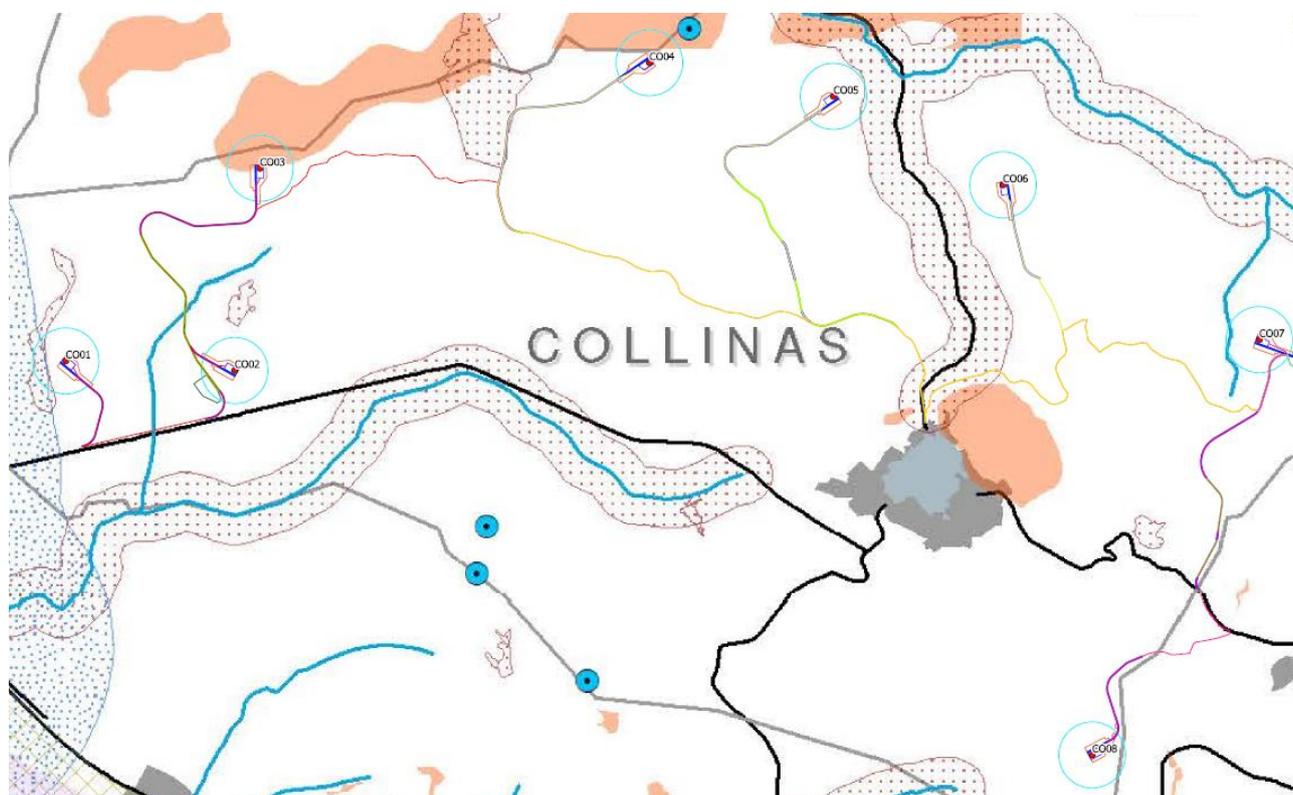


Figura 3-20: Stralcio dell'elaborato COL-57 - Carta delle aree non idonee

Ambiente e agricoltura

1. Aree naturali protette



Aree naturali protette nazionali (ai sensi della L.Q.N. 394/1991) e regionali (ai sensi della L.R. 31/1989)

2. Zone umide



Zone umide di importanza internazionale (ai sensi del D.P.R. 438/1976)

3. Aree Rete Natura 2000



SIC (Siti di Interesse Comunitario, Direttiva 92/43/CEE) e ZPS (Zone di Protezione Speciale, Direttiva 79/409/CEE)

4. Important Bird Areas (IBA)

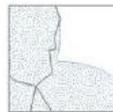


IBA individuate dalla LIPU nella Regione Sardegna

6. Aree di presenza, riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette



Centroidi delle aree con presenza di chiroterofauna



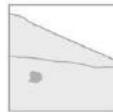
Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura (istituite e proposte) e aree di presenza specie animali tutelate da convenzioni internazionali

7. Aree agricole interessate da produzioni di qualità



Terreni agricoli irrigati gestiti dai Consorzi di Bonifica

8. Zone e agglomerati di qualità dell'aria



Agglomerato di Cagliari (ai sensi del D.Lgs. 155/2010)

Assetto idrogeologico

9. Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico



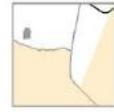
Aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) o elevata (Hi3) e aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4) o elevata (Hg3)

Paesaggio

11. Immobili e aree di notevole interesse pubblico (Art. 136 del D.Lgs. 42/2004)



Immobili di notevole interesse pubblico ai sensi dell'Art. 136 del D.Lgs. 42/2004



Aree di notevole interesse pubblico ai sensi dell'Art. 136 del D.Lgs. 42/2004

12. Zone tutelate (Art. 142 del D.Lgs. 42/2004)



Aree tutelate ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs. 42/2004



13a. Beni paesaggistici puntuali (Art. 143 del D.Lgs. 42/2004)

Grotte, caverne, alberi monumentali, monumenti naturali e archeologici, insediamenti sparsi, edifici e manufatti di valenza storico-culturale

13b. Beni paesaggistici lineari e areali (Art. 143 del D.Lgs. 42/2004)



Fiumi, torrenti e fascia costiera



Bale, promontori, falesie, piccole isole, spiagge, dune, laghi, fiumi, torrenti, centri di antica formazione, aree d'interesse faunistico, botanico e fitogeografico, zone umide e zone umide costiere, aree a quota superiore ai 900 m s.l.m.

14. Beni identitari (Art. 143 D.Lgs. 42/2004)



Edifici e manufatti di valenza storico-culturale, rete infrastrutturale storica e trame e manufatti del paesaggio agro-pastorale storico-culturale



Aree di bonifica, saline e terrazzamenti storici, aree dell'organizzazione mineraria, Parco Geominerario ambientale e storico della Sardegna

15. Siti UNESCO



Complesso nuragico di Barunimi

Figura 3-21: Legenda dell'elaborato COL-57 - Carta delle aree non idonee

Come si può vedere dalla figura soprastante, le turbine sono posizionate in aree libere da vincoli, fuori dai siti considerati "non idonei" ai sensi della Deliberazione n. 59/90 de 27 Novembre 2020 con cui la Sardegna ha individuato le aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonte energetiche rinnovabili.

3.10.3 ALTERNATIVE TECNOLOGICHE

Dal punto di vista dimensionale, gli aerogeneratori sono divisibili in:

- macchine di piccola taglia, con potenza compresa in un intervallo di 5-200 kW, diametro del rotore da 3 a 25 m, altezza del mozzo variabile tra 10 e 35 m;
- macchine di media taglia, con potenza compresa nell'intervallo 200-1.000 kW, diametro del rotore da 30 a 100 m, con altezza del mozzo variabile tra 40 e 80 m;
- macchine di grande taglia, con potenza superiore a 1.000 kW, con diametro superiore a 80 m.

Gli impianti di piccola taglia sono destinati generalmente alle singole utenze private, ma se si volesse raggiungere la potenza in progetto, pari a 48 MW, si dovrebbero installare n° 240 turbine di piccola taglia da 200 kW, con un'elevata occupazione di suolo e un consistente impatto sul paesaggio.

Considerando impianti di media taglia, invece, supponendo l'utilizzo di turbine con una potenza di 1 MW cadauna, si necessiterebbe, per raggiungere la potenza che si propone di ottenere col progetto, della installazione di n° 48 macchine.

Queste alternative tecnologiche, rispetto al layout di progetto, sono senza dubbio molto più impattanti, sia per il numero consistente delle turbine da installare, che causerebbero un effetto selva rilevante, sia dal punto di vista del consumo del suolo, per l'elevata superficie da occupare. In particolare, che con macchine di minore taglia si avrebbe un maggiore impatto visivo sul paesaggio in quanto, con rotore minore, si ha una velocità di rotazione maggiore, e con altezza minore, il numero di WTG per ottenere la stessa potenza totale aumenterebbe.

Pertanto, proporre alternative tecnologiche consistenti nell'utilizzo di aerogeneratori di media e piccola taglia, a parità di potenza installata, comporterebbe un incremento dell'impatto complessivo sull'ambiente davvero elevato, nonché un elevato dispendio economico per la società. Inoltre, seppur vero che ci sarebbe una riduzione di CO₂, più o meno nella stessa misura, questo andrebbe sicuramente a discapito di un maggior consumo di suolo.

Da ultimo si sottolinea che la scelta di realizzare un impianto eolico rispetto ad una potenziale alternativa tecnologica rappresentata da un impianto fotovoltaico, rappresenta un aspetto positivo in quanto a parità di potenza installata minimizza il consumo di suolo.