



Fred Olsen Renewables Italy S.r.l.

**Progetto di un nuovo parco eolico denominato
"Energia Monte Petralta"**

Relazione tecnica

20 ottobre 2023

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Riferimenti

Titolo	Progetto di un nuovo parco eolico denominato "Energia Monte Petralta" Relazione tecnica
Cliente	Fred Olsen Renewables Italy S.r.l.
Redatto	D.Puccini/A.Pardini
Verificato	M.Nardi/G.Saraceno
Approvato	L.Magni/O.Retini
Numero di progetto	1669043
Numero di pagine	35
Data	20 ottobre 2023



Colophon

TAUW Italia S.r.l.
Galleria Giovan Battista Gerace 14
56124 Pisa
T +39 05 05 42 78 0
E info@tauw.it

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. TAUW Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da TAUW Italia, che opera mediante un sistema di gestione certificato secondo le norme **UNI EN ISO 9001:2015, UNI EN ISO 14001:2015 e UNI ISO 45001:2018**.



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.TAUW.it.

Indice

1	Premessa	4
2	Opere civili.....	5
2.1	Descrizione delle opere civili.....	5
2.2	Impianto eolico	5
2.2.1	Area esterna di cantiere.....	5
2.2.2	Viabilità interna di impianto	7
2.2.3	Regimazione idraulica delle acque meteoriche.....	15
2.2.4	Fondazioni degli aerogeneratori	16
2.2.5	Piazzole di montaggio e stoccaggio degli aerogeneratori.....	18
2.2.6	Opere di sostegno.....	20
2.2.7	Cavidotti 30 kV interrati interni all'impianto	21
2.2.8	Rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate	22
2.3	Cavidotti 30 kV interrati di connessione impianto eolico – nuova SU	25
2.4	Stazione di Utenza e BESS	25
2.5	Cavidotto 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN.....	26
2.6	Bilancio scavi e riporti	27
2.6.1	Stima preliminare dei volumi di scavo.....	27
2.6.2	Gestione dei materiali di scavo	27
3	Progettazione elettrica.....	29
3.1	Impianto eolico	29
3.2	Cavidotti 30 kV interrati di connessione impianto eolico – nuova SU	30
3.2.1	Descrizione del tracciato.....	30
3.2.2	Descrizione dell'opera.....	30
3.2.3	Caratteristiche dei cavi MT.....	31
3.3	Stazione di utenza e Impianto BESS	32
3.3.1	Stazione di utenza.....	32
3.3.2	Impianto BESS.....	33
3.4	Cavidotto 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN.....	35

1 Premessa

La presente relazione si riferisce alla descrizione delle opere civili ed elettriche relative ad un nuovo parco eolico denominato “Energia Monte Petralta”, che la Società Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. intende realizzare nel Comune di Sestino (AR) in Regione Toscana.

Il progetto in sintesi prevede la realizzazione:

- Impianto eolico con 6 nuovi aerogeneratori (o turbine eoliche) della potenza nominale di 5 MW ciascuno per una potenza nominale complessiva di 30 MW con relativa viabilità di accesso interna (la viabilità di accesso interna sarà in parte di nuova realizzazione ed in parte saranno adeguate strade esistenti), piazzole per lo stoccaggio dei componenti e per il loro montaggio, area temporanea di cantiere esterna dotata di parcheggi e uffici per il personale e zone di stoccaggio per elementi minori.
- di nuovi cavi interrati a 30 kV di connessione tra l'impianto eolico e la nuova Stazione Utente (SU). Tali cavi, della lunghezza complessiva di circa 29 km, interessano i Comuni di Sestino (AR) e Badia Tedalda (AR) in Regione Toscana ed il Comune di Carpegna (PU) in Regione Marche;
- di una nuova Stazione Utente (SU) 30/36 kV ed un nuovo impianto BESS della potenza di 6 MW e relativa viabilità di accesso ubicati nella medesima area in Comune di Sestino (AR);
- un nuovo cavo interrato a 36 kV di connessione tra la nuova SU e la nuova Stazione elettrica RTN (SE) 132/36 kV “Badia Tedalda” della lunghezza di circa 150 m.

Inoltre, completano il progetto, quali opere di rete per la connessione dell'impianto alla RTN:

- la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica RTN (SE) 132/36 kV “Badia Tedalda” ubicata in Comune di Sestino (AR) nelle vicinanze della SU;
- la realizzazione dei nuovi raccordi aerei AT 132 kV di connessione tra la nuova SE “Badia Tedalda” e la linea aerea RT N 132 kV “Badia Tedalda – Talamello” esistente. I nuovi raccordi interessano il Comune di Sestino (AR);
- la demolizione di un tratto di circa 180 m e di 1 sostegno della Linea aerea RTN 132 kV “Badia Tedalda – Talamello”. Il tratto da demolire ricade totalmente in Comune di Sestino (AR);
- la realizzazione di una nuova linea elettrica RTN in AT a 132 kV di connessione tra la SE “Mercatello” esistente e la nuova SE “Badia Tedalda” che per circa 16 km sarà realizzata in aereo e per circa 1,2 km in cavo interrato.

Le opere di rete per la connessione dell'impianto alla RTN non sono oggetto della presente relazione.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2 Opere civili

2.1 Descrizione delle opere civili

La sequenza delle lavorazioni civili può riassumersi indicativamente come segue:

Per l'area di impianto:

1. allestimento dell'area esterna temporanea per uffici, parcheggi e stoccaggio materiali;
2. viabilità di cantiere costituita da strade non asfaltate con finitura naturale in pietrischetto. Per pendenze superiori ai limiti forniti dalle specifiche dei trasporti eccezionali dei componenti, laddove necessario, può essere prevista asfaltatura o cementazione;
3. sistema di regimazione idraulica delle acque meteoriche;
4. fondazioni degli aerogeneratori di tipo superficiale o su pali a seconda delle caratteristiche del terreno;
5. piazzole per lo stoccaggio e il montaggio dei componenti delle turbine eoliche non asfaltate con finitura naturale in pietrischetto;
6. opere di sostegno, laddove necessarie, per scavi e rilevati con metodi di ingegneria naturalistica da realizzarsi come le gabbionate;
7. cavidotti interrati 30 kV interni all'impianto;
8. rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate al termine dell'installazione degli aerogeneratori;

Per Stazione di Utenza, BESS, cavidotti:

1. cavidotti interrati 30 kV esterni all'area dell'impianto per trasporto dell'energia prodotta dall'impianto eolico fino alla Stazione di Utenza;
2. realizzazione del piazzale della SSU e relativa viabilità di accesso;
3. regimazione idraulica dell'area della SSU tramite una rete di drenaggio;
4. esecuzione delle fondazioni del trasformatore 30/36 kV, della cabina di consegna, delle batterie e dei trasformatori del sistema BESS;
5. recinzioni e cancelli;
6. cavidotto interrato 36 KV fra stazione utente e stazione elettrica RTN.

2.2 Impianto eolico

2.2.1 Area esterna di cantiere

Per una corretta gestione del cantiere è necessario disporre di un'area esterna a quella delle lavorazioni da utilizzare per uffici, parcheggi e stoccaggio di attrezzature e materiali.

L'area è stata individuata a fianco di Via Stabbarone in Comune di Sestino in prossimità dell'inizio della viabilità interna dell'impianto. Essa avrà una forma rettangolare di dimensioni 30x55 m.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

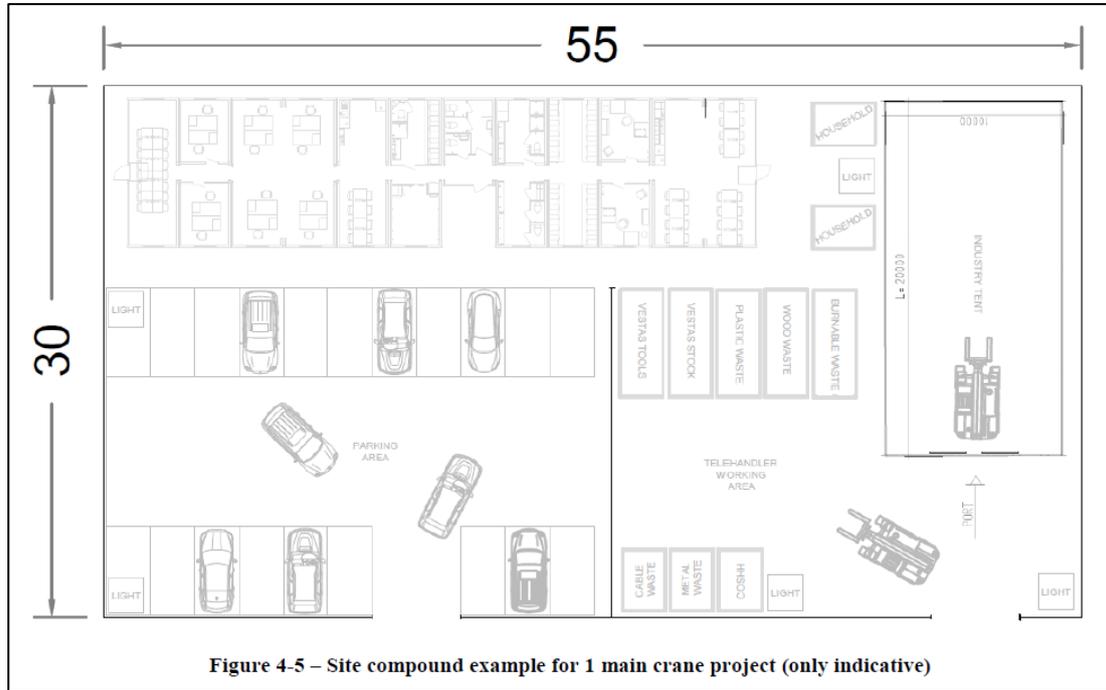


Figura 1 – Esempio di area di cantiere estratto dalle specifiche di un fornitore

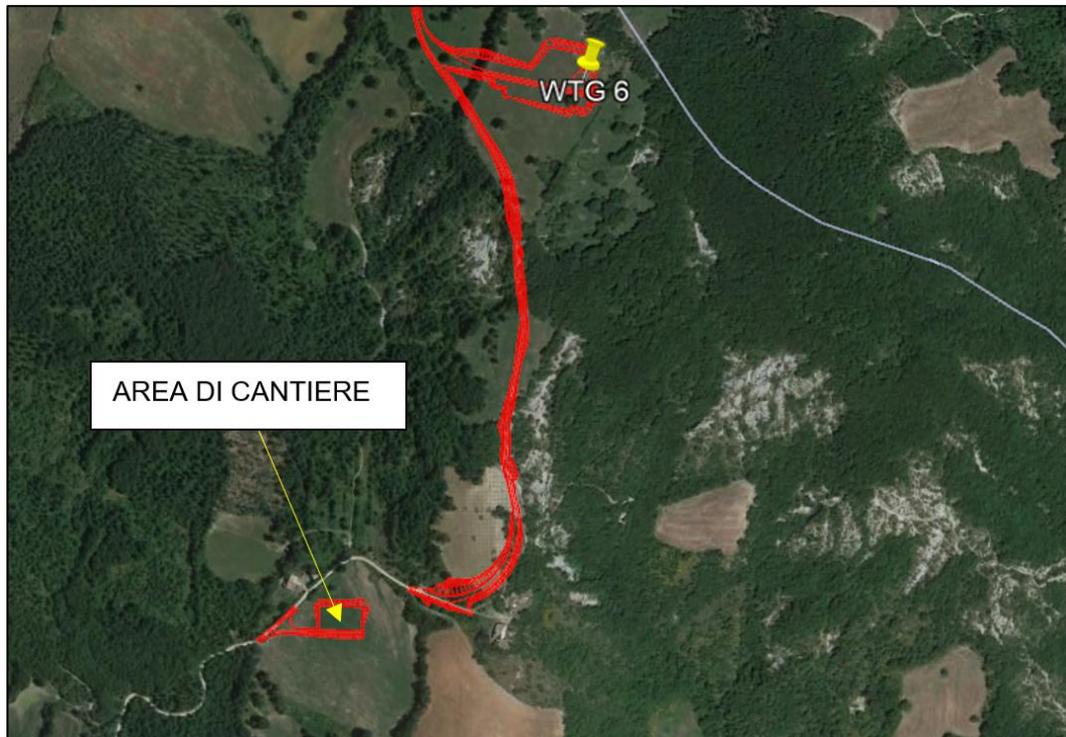


Figura 2 – Posizionamento dell'area esterna di cantiere temporanea

Ns rif.

1669043_SES_002 Relazione tecnica



Figura 3 – Dettaglio area di cantiere

2.2.2 Viabilità interna di impianto

Per la progettazione della viabilità interna di impianto nella fase di costruzione e di gestione dello stesso si è tenuto conto delle specifiche tecniche dei fornitori delle turbine eoliche.

Il progetto della viabilità interna è stato redatto sulla base di un rilievo topografico realizzato con tecnologia Lidar.

Le strade interne si sviluppano per una lunghezza complessiva di 4487 m.

La pendenza longitudinale massima si registra nella strada IR04 ed è pari a 15,72 % per un tratto di lunghezza pari a circa 600 m.

Denominazione strada	Lunghezza (m)	Pendenze massime (%)
IR-01	535	8,08
IR-02	660	14,89
IR-03	1197	13,49
IR-04	1777	15,72
IR-06	203	1,18
CANTIERE (per l'accesso all'area di cantiere esterna)	115	0,40
Totale	4487	Max 15,72

Tabella 1 – Tabella riassuntiva delle lunghezze e pendenze delle strade di cantiere

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

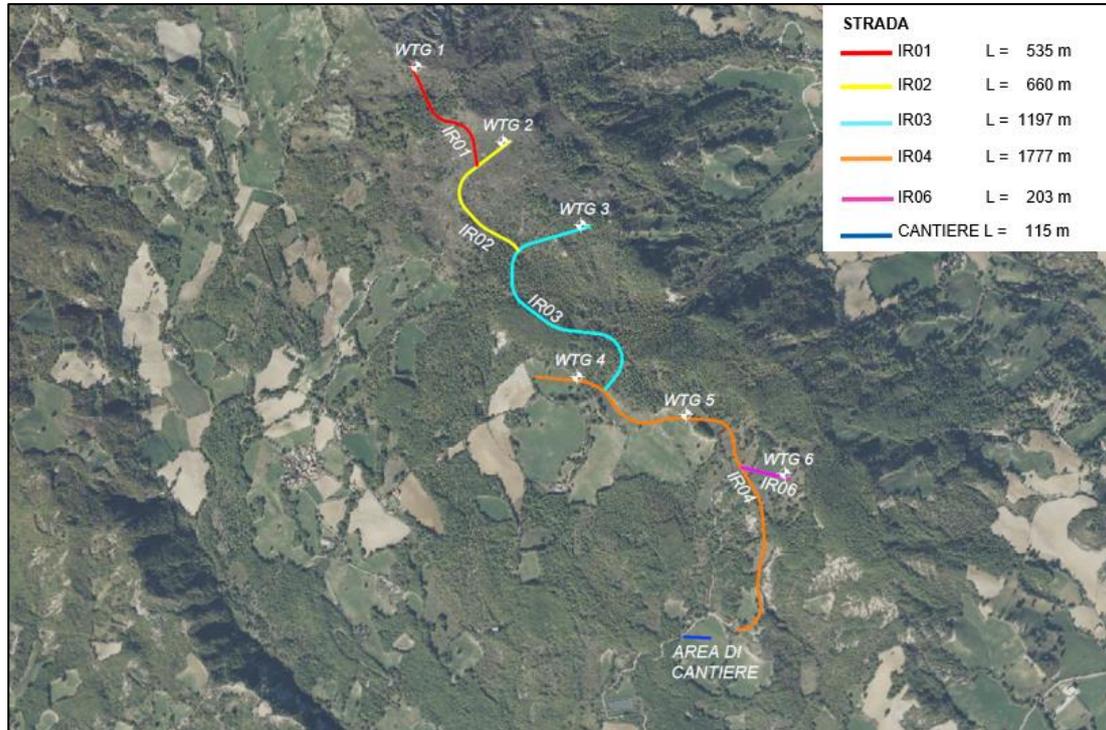


Figura 4 – Schema dei tratti di viabilità di impianto

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.2.1 Larghezza stradale

Per le strade di impianto è stata considerata una larghezza minima in rettilineo pari a 5,5 m. Nei tratti in curva, a seconda dei valori dei raggi planimetrici possono essere richiesti degli allargamenti.

Nelle figure seguenti sono riportati alcuni estratti delle specifiche tecniche per aerogeneratori della taglia di quelli in progetto.

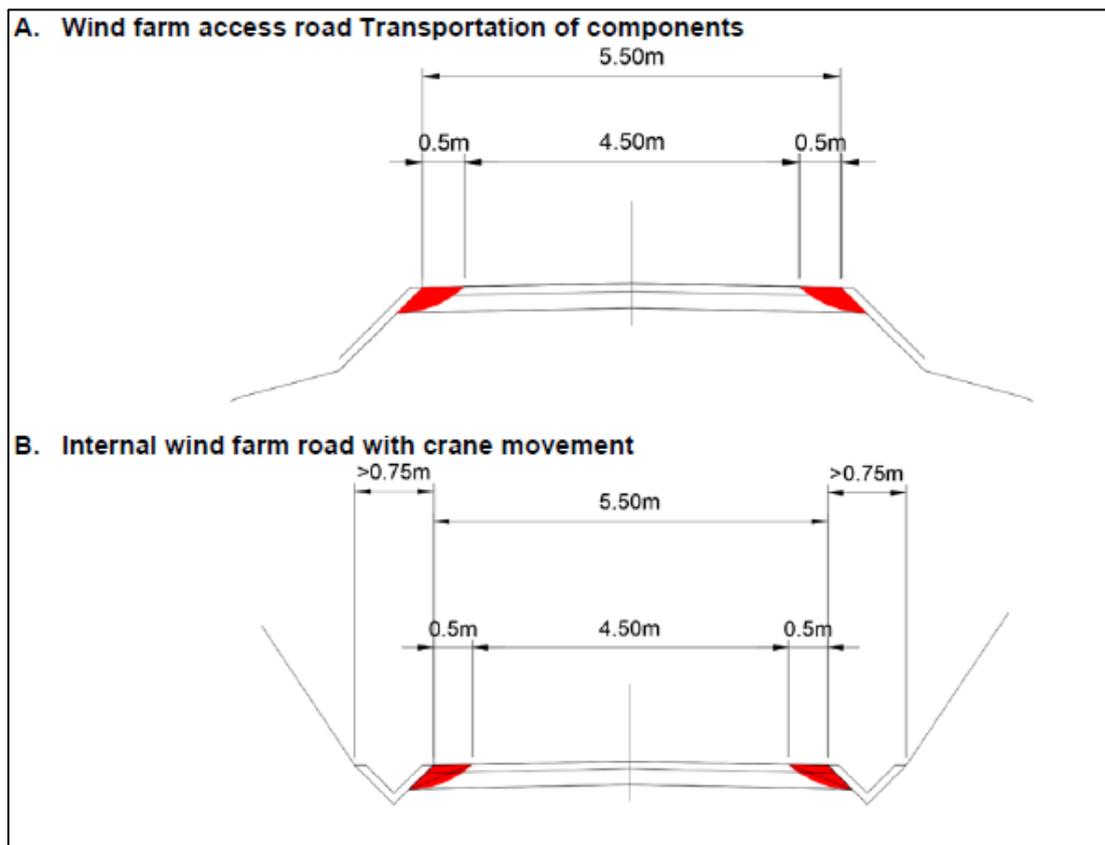


Figura 5 – Esempio di sezioni tipiche stradali per turbina di progetto estratta dalle specifiche di un fornitore

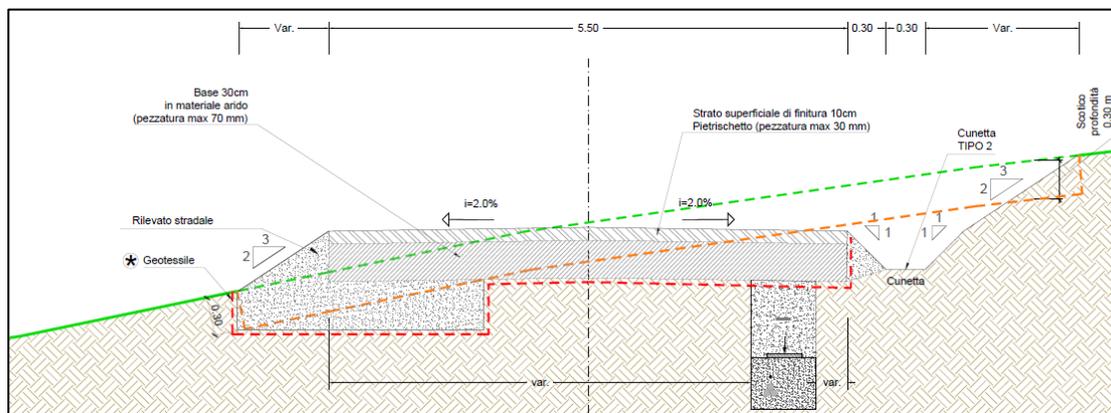


Figura 6 - Sezione tipica estratta dal progetto

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Key:

- *1 : Angle formed by the turning of the road
 - *2 : Bending radius.
 - *3 : External side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
 - *4 : Internal side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
 - *5 : External side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
 - *6 : Internal side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
 - *7 : Parameter to locate the extra widening.
- Note: Parameters every 10 meters before & after the turning, and every 15 degrees along the turning
- *8 : All units provided are in meters.

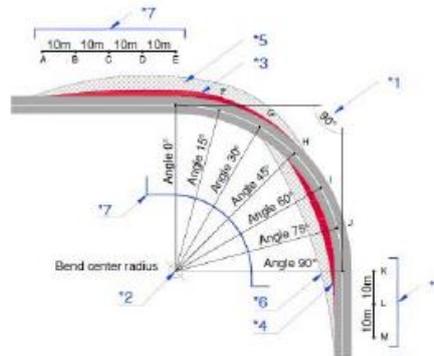


Figure 19 Bend Widening Dimensions Location of Values

90° *1 BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius *2	External *3							Internal *4					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.5	0.7	0.9	0.6	-	-	-	0.5	-	-
50m	-	-	-	0.1	0.2	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-

Table 6 Bend Widening Values

Figura 7- Esempio di allargamento stradale per turbina di progetto estratta dalle specifiche di un fornitore

Si vedano Elaborati 1669043_SES_023 Sezioni trasversali viabilità accesso e 1669043_SES_024 Sezioni tipologiche.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.2.2 Pendenze longitudinali

Le pendenze massime longitudinali ammesse per il trasporto standard sono dell'ordine del 9-10%. Il superamento di tale limite comporta la necessità di cementare o asfaltare i tratti di strada interessati, talvolta combinando questa soluzione con l'utilizzo di mezzi per il traino, che potrebbero, essere utilizzati, in salita, già a partire da una pendenza dell'8% come dalle tabelle seguenti estratte dalle specifiche di due fornitori diversi.

		Loaded Uphill		Loaded Downhill	
		1 puller truck	2 puller truck	1 puller truck	2 puller truck
Forward direction loaded	8% straight and turnings	X			
	10% - 14% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	14% straight		X	X	
	>14% straight and turnings		X		X
On reverse loaded *maximum acceptable distance 100m	8% straight and turnings	X			
	10% - 12% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	>12% straight and turnings		X	X	X

	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ curved section	
Wind farm access road and internal wind farm road	>10 and ≤13 without concreting if gradient < 200 m. ⁽¹⁾	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾				
	>10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾	>7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾	0.50	0.50	2	0.20
	>13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit					
	>15 need for towing study	>10 need for towing study				
Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting.	<2 up to max. 500 m without concreting.				
	>3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving	0.50	0.50	2	0.20

Figura 8 – Tabelle per le massime pendenze longitudinali estratte dalle specifiche tecniche dei fornitori

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Nella tabella seguente sono riportate le pendenze superiori al 9% per cui i trasporti potrebbero richiedere un aumento dell'aderenza superficiale attraverso cementazione o asfaltatura. Tale soluzione sarà ridotta al minimo e sarà applicata in assenza di alternative laddove strettamente necessario oltre ad essere limitata soltanto a brevi tratti.

Denominazione strada	L1 (m)	p1 (%)	L2 (m)	p2 (%)
IR-02	239	14,89		
IR-03	31	13,04	229	13,49
IR-04	610	15,72		

Tabella 2 – Tratti con pendenze superiori al 9%.

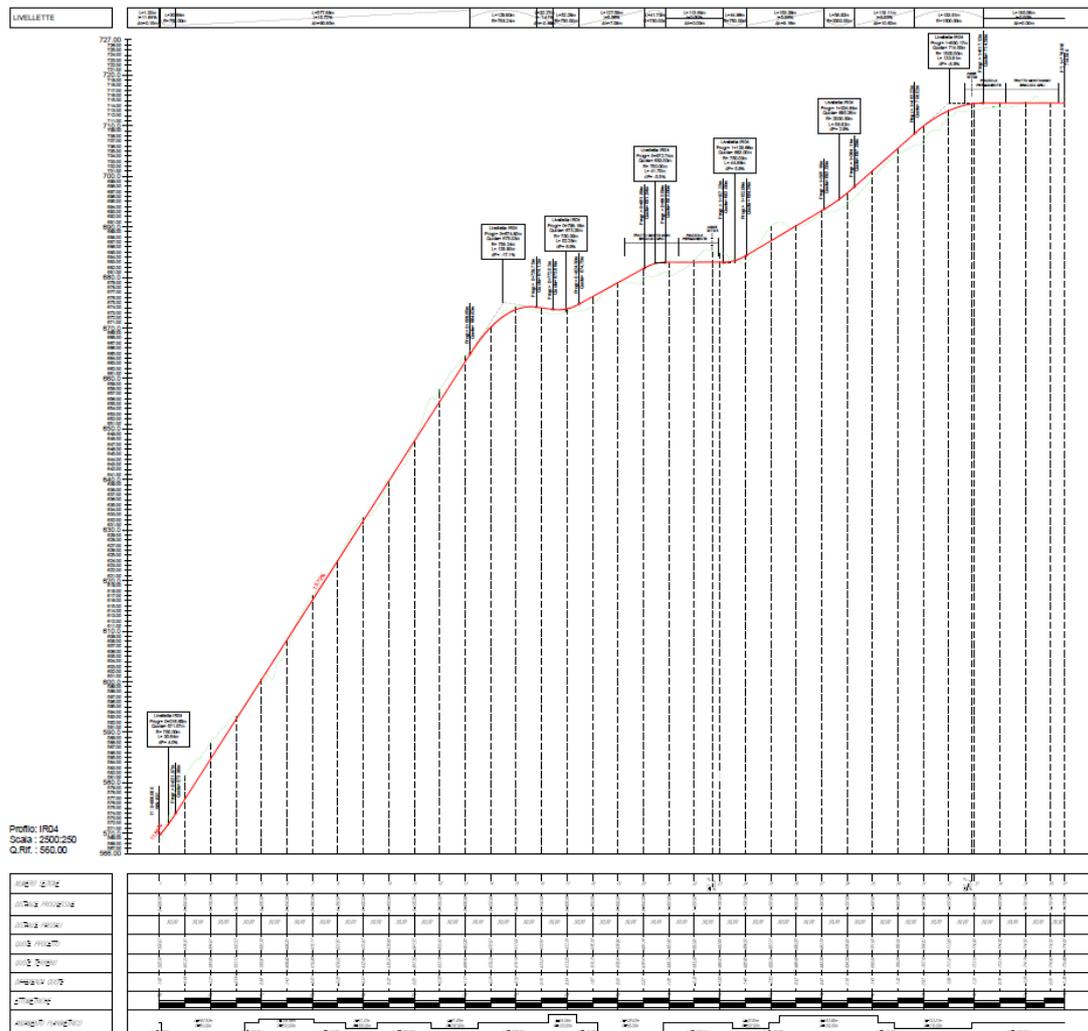


Figura 9 – Profilo strada I04 con pendenza massima

Si vedano Elaborato 1669043_SES_022 Viabilità di cantiere del parco eolico – Profili.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.2.3 Pendenza trasversale

Per permettere il drenaggio delle acque superficiali è prevista una pendenza trasversale massima pari al 2%.

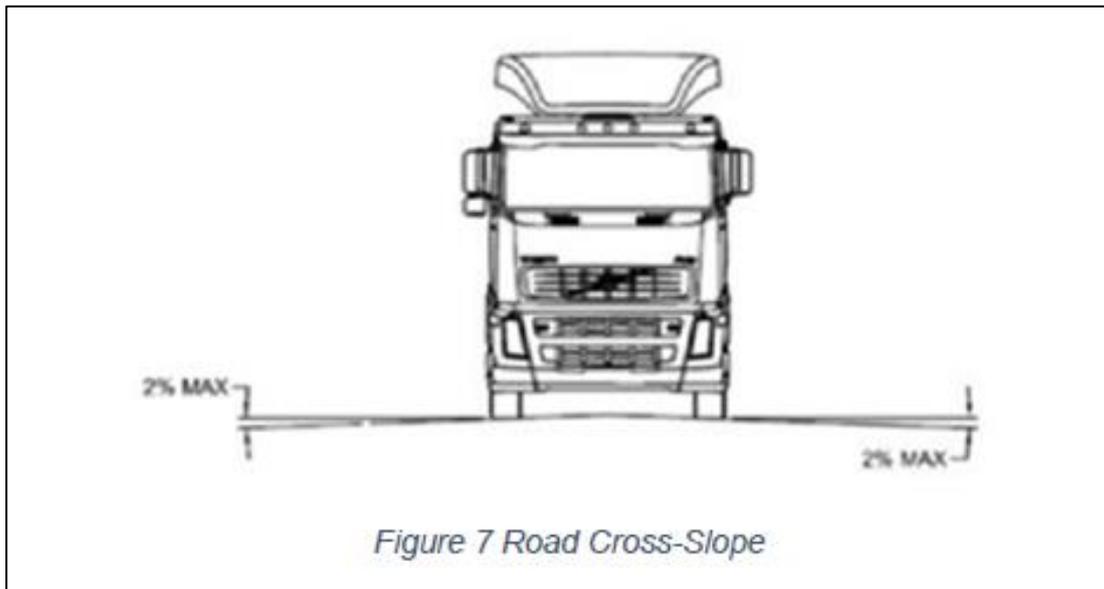


Figura 10 – Massima pendenza trasversale ammessa estratta dalle specifiche di un fornitore

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.2.4 Aree di manovra

Per poter permettere ai mezzi speciali di poter fare manovra e poter lasciare il sito non appena scaricate le componenti, sono previste delle apposite aree di giro (turning areas) con le caratteristiche riportate nella Figura 11.

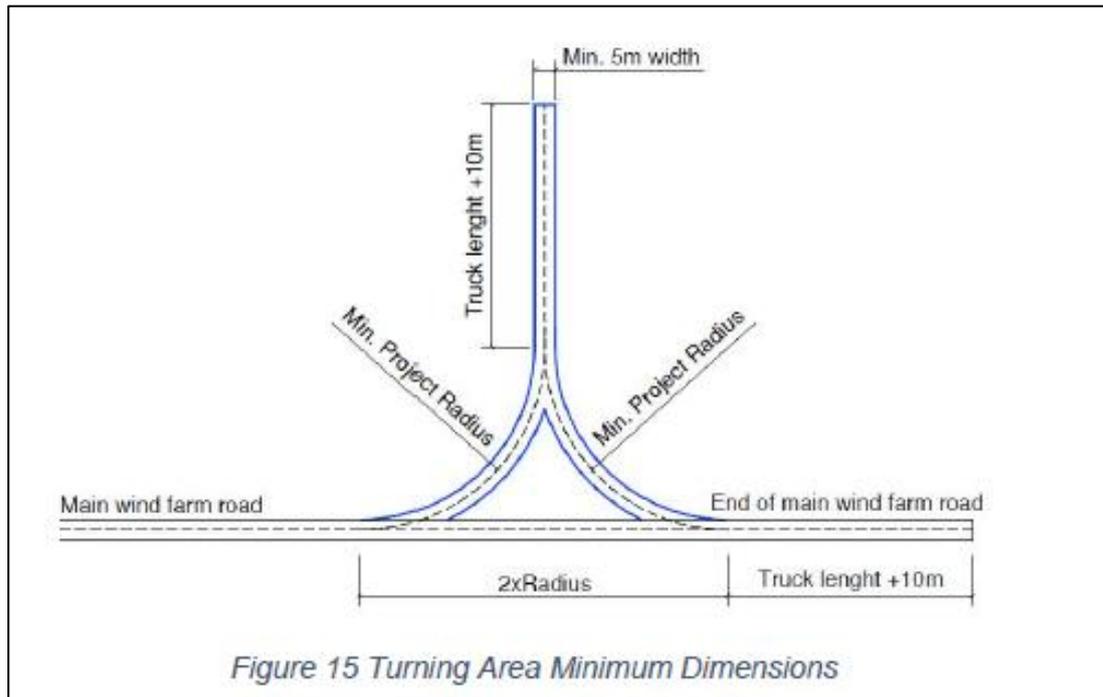


Figura 11 - Esempio di area di manovra estratta dalle specifiche di un fornitore

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.3 Regimazione idraulica delle acque meteoriche

La regimazione idraulica delle acque meteoriche sarà realizzata, generalmente, mediante l'utilizzo di canalette naturali in terra di forma trapezia al bordo delle strade di nuova realizzazione e da attraversamenti stradali costituiti da tubazioni circolari. Le acque saranno poi canalizzate verso i ricettori naturali. Laddove necessario, per pendenze elevate potrebbe essere necessario rivestire le canalette per evitare fenomeni erosivi e di dilavamento.

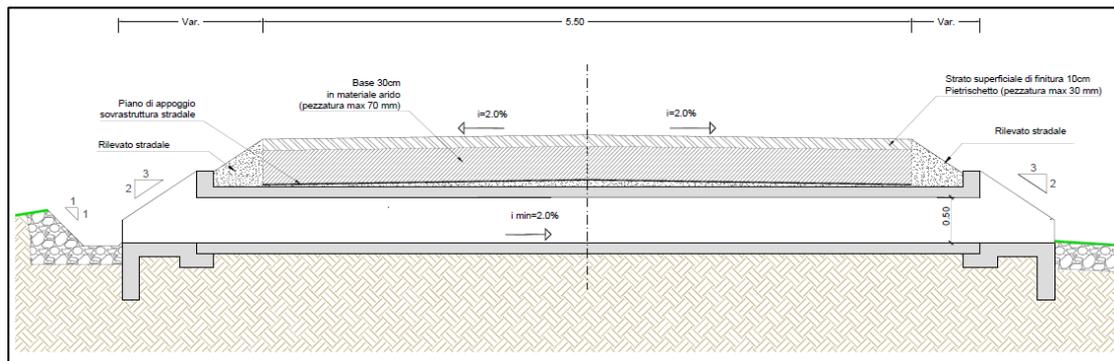


Figura 12 - Sezione tipica di sezione stradale con condotta di attraversamento estratta dal progetto



Figura 13 – Esempio di attraversamento stradale con tubazione circolare come in Figura 12

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.4 Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni per gli aerogeneratori hanno forma circolare in quanto tale forma ottimizza il comportamento nei confronti dell'azione del vento.

In base a calcoli preliminari è necessaria una fondazione di diametro pari a 24 m con profondità del piano di posa a -3,20 m dal piano campagna.

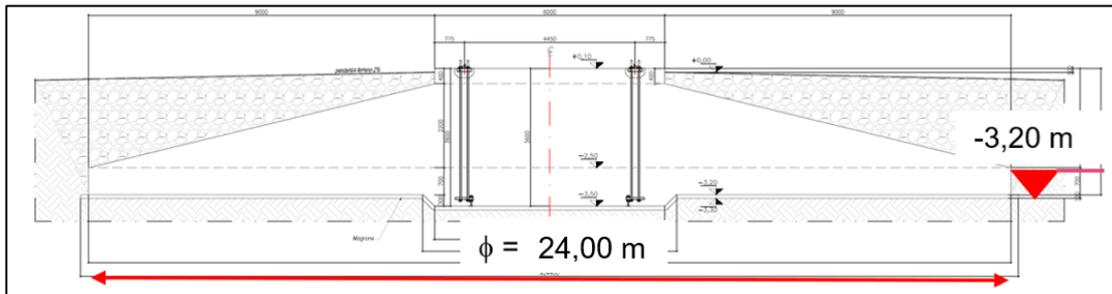


Figura 14 - Fondazione diretta tipologica circolare ϕ 24 m per aerogeneratore HH=125 m R=155 m

Riepilogo quantità			
Materiale	Elemento	Quantità	U. m.
C12/15	Magrone	46,0	mc
C30/37	Zattera	752,1	mc
C45/55	Pedistallo	11,3	mc
C90/105	Malta di livellamento	1,54	mc
B450C	Armatura	83975	Kg

Tabella 3 – Quantità di calcestruzzo e acciaio stimate per fondazione diretta

A seconda dei risultati delle prove geognostiche e degli approfondimenti geologici da effettuarsi in fase di progettazione esecutiva, potrebbe rendersi necessario l'utilizzo di pali.

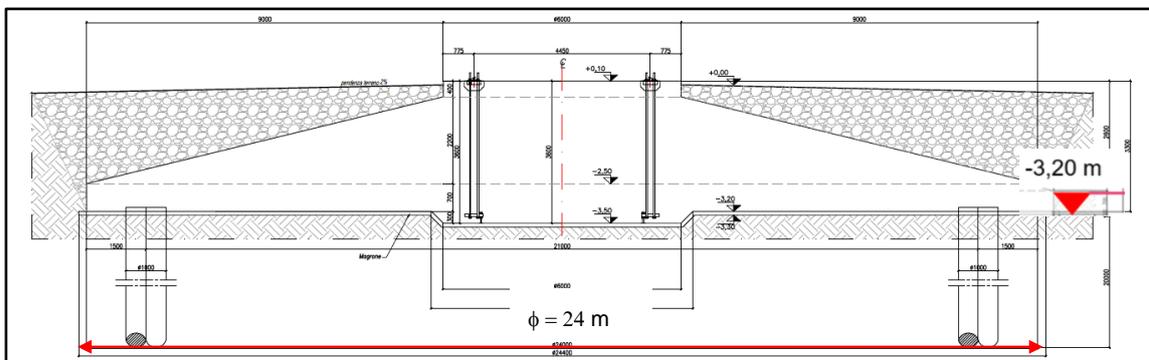


Figura 15 - Fondazione su pali tipologica circolare ϕ 24 m per aerogeneratore HH=125 m R=155 m

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Riepilogo quantità			
Materiale	Elemento	Quantità	U. m.
C12/15	Magrone	46,0	mc
C25/30	Pali	314	mc
C30/37	Zattera	752,1	mc
C45/55	Piedistallo	11,3	mc
C90/105	Malta di livellamento	1,54	mc
B450C	Armatura	83975	Kg
B450C	Armatura pali	28594	Kg

Tabella 4 - Quantità di calcestruzzo e acciaio stimate per fondazione su pali



Figura 16 – Fondazione circolare diretta di un aerogeneratore in fase di costruzione

Il collegamento fra torre e fondazione è garantito da una gabbia di tirafondi post-tesi disposti su due file, predisposta preliminarmente nel getto di calcestruzzo.

Prima del getto dovranno inoltre essere predisposte tubazioni per i cavi e la maglia di terra.

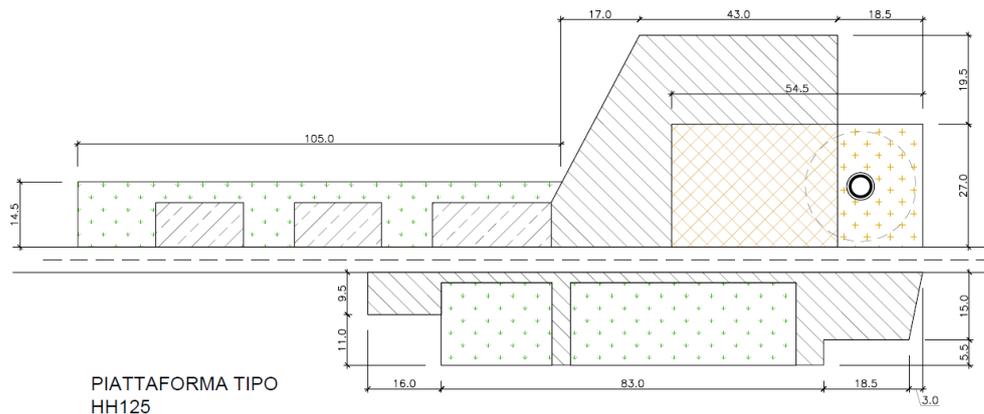
Si vedano Elaborati 1669043_SES_031 Fondazione su pali e 1669043_SES_032 Fondazione Diretta.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.5 Piazzole di montaggio e stoccaggio degli aerogeneratori

In corrispondenza degli aerogeneratori saranno realizzate, per la fase di cantiere ed esercizio, delle piazzole di dimensioni sufficienti per lo stoccaggio dei componenti, in particolare i tronchi di acciaio che costituiscono la torre, il mozzo, la navicella e le pale.

La piazzola sarà formata con misto stabilizzato adeguatamente compattato, con portanza sufficiente a sopportare i carichi delle gru utilizzate per il montaggio.



PIATTAFORMA TIPO
HH125

PIAZZOLA IN FASE DI COSTRUZIONE - Superficie totale: 6615 m ²	
	NAVICELLA E FONDAZIONE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 494 m ²
	AREA DI LAVORO GRU Capacità portante: 4 Kg/cm ² - Superficie: 963 m ²
	AREA DI STOCCAGGIO COMPONENTI Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 2372 m ²
	AREA PER LE GRU AUSILIARIE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 624 m ²
	AREA LIBERA DA OSTACOLI Superficie: 2162 m ²

Figura 17 – Tipico di piazzola per stoccaggio e montaggio dei componenti eolici per l'aerogeneratore di progetto

Si veda Elaborato 1669043_SES_026 Piazzola tipo in cantiere e in esercizio.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

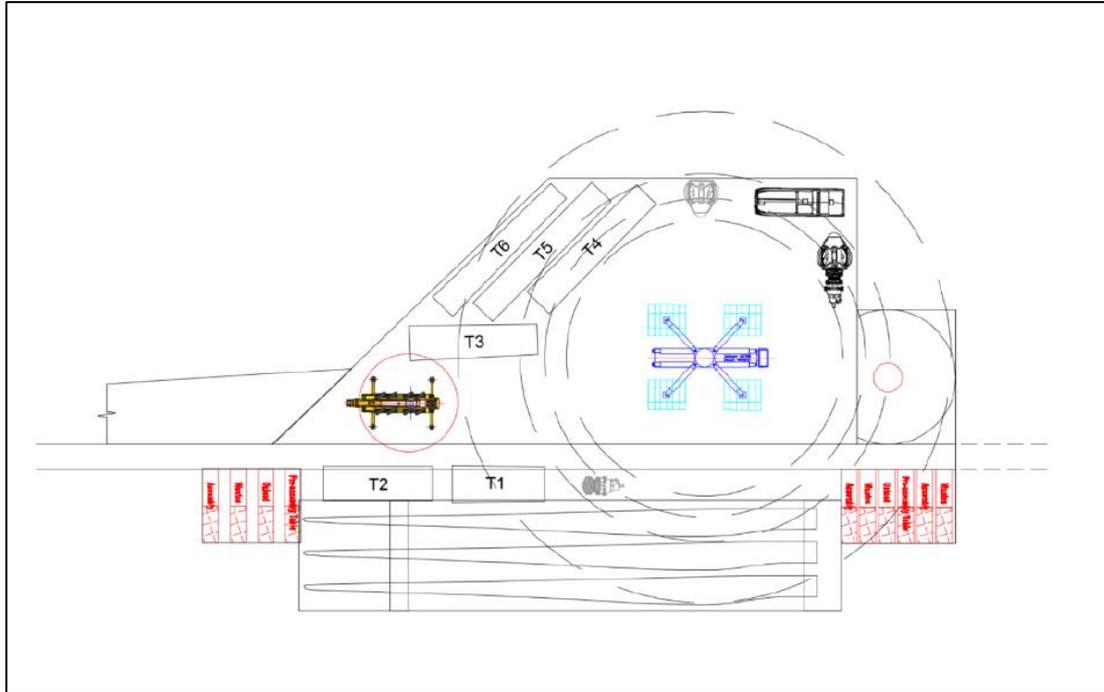


Figura 18 – Esempio di stoccaggio di tutti i componenti in piazzola di montaggio

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.6 Opere di sostegno

Per rilevati superiori ad un'altezza di 3 m e scavi superiori a 6 m, al fine di ridurre gli ingombri laterali e limitare i movimenti terra, potranno essere previste opere di sostegno realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica come, ad esempio, le gabbionate.

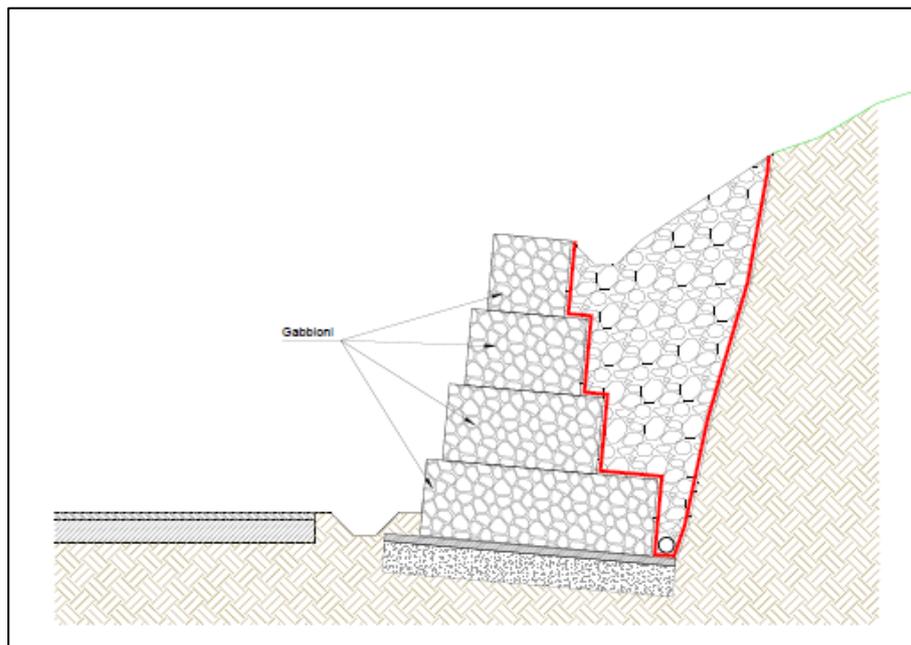


Figura 19 – Sezione tipo di opera di sostegno realizzata con gabbionate



Figura 20 – Esempio di gabbionate a sostegno delle scarpate di scavo di una piazzola di stoccaggio e montaggio

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.7 Cavidotti 30 kV interrati interni all'impianto

I cavidotti MT a 30 kV interrati saranno realizzati mediante scavi a sezione obbligata di varie larghezze a seconda del numero dei cavi e di profondità di circa 1,10 m.

Una volta eseguito lo scavo verrà realizzato uno strato di sabbia dello spessore di 30 cm all'interno del quale verranno posati i cavi MT, la corda di terra ed il cavo in fibra ottica.

Successivamente verranno inseriti di tegoli o lastre protettive e un riempimento di materiale arido a metà del quale sarà inserito un nastro monitor con funzione di segnalazione.

Nella tabella seguente è riportata la denominazione delle sezioni come nelle tavole di progetto e la larghezza in funzione del numero dei cavi.

Denominazione	Numero di cavi	Larghezza [m]	Lunghezza [m]
TIPO "A"	1	0,5	1155
TIPO "B"	2	0,7	1245
TIPO "C"	3	1,0	973
TIPO "D1"	4	1,2	820

Tabella 5 – Larghezza cavidotti in funzione del numero di cavi e lunghezza

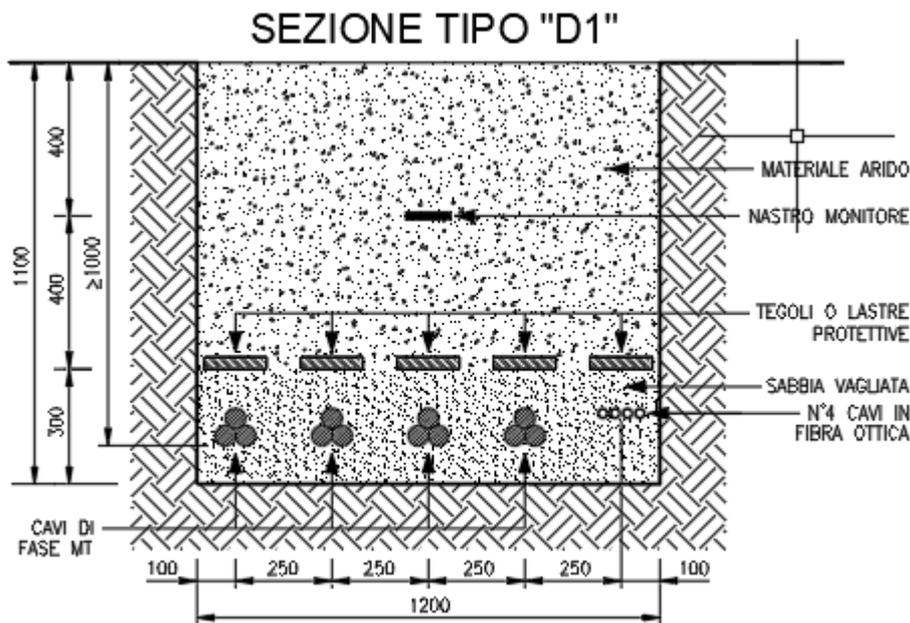


Figura 21 – Sezione tipo D1 estratta dal progetto

Per il dettaglio si veda il documento di progetto con le sezioni tipo di posa 1669043_SES_029.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.2.8 Rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate

Le superfici occupate durante la fase di cantiere dalle piazzole di assemblaggio e dalle aree logistiche, al termine dei lavori, verranno rinverdate con una semina di specie erbacee e quindi mantenute a prato (mediante una ordinaria manutenzione), al fine di ridurre gli impatti potenzialmente causati dalla presenza del cantiere e dalla movimentazione delle terre. Nella figura seguente si riporta l'individuazione delle aree sopra descritte, prendendo come esempio esplicativo l'area di cantiere prevista per WTG3.

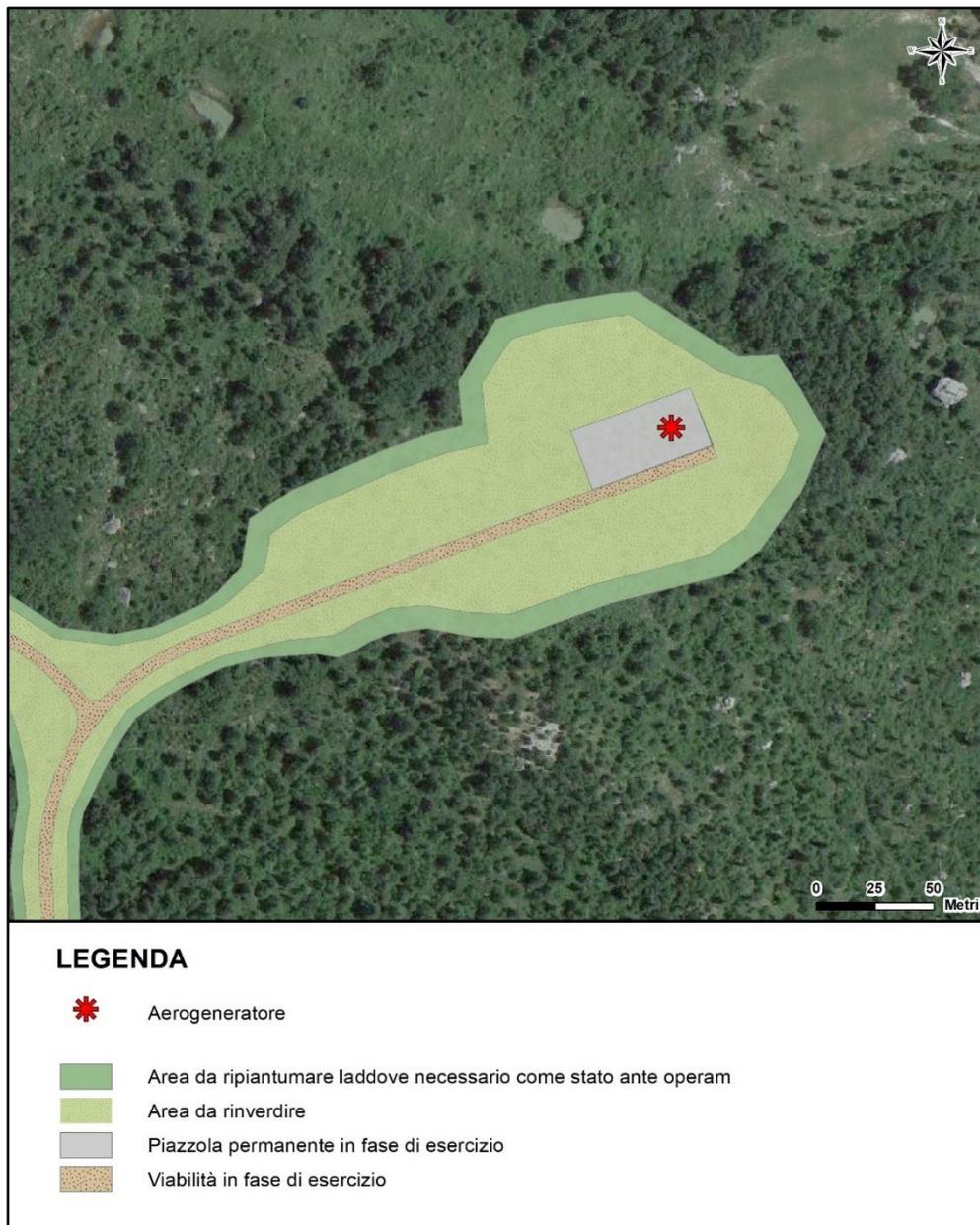


Figura 22 – Esempio identificazione aree interventi ripristino post cantiere

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

L'obiettivo di questi interventi è quello di ristabilire un sistema naturale che nel tempo possa raggiungere un nuovo equilibrio con l'ambiente circostante, resistendo agli agenti di degradazione e mantenendo le sue funzioni originarie.

La tipologia degli interventi che si applicheranno sarà basata su buone pratiche come ad esempio:

- regolarizzazione del terreno e ripopolamento con vegetazione autoctona, al fine accelerare un processo di rigenerazione naturale, ed un suo corretto inserimento nell'ecosistema circostante;
- sarà favorito il naturale processo di recupero dell'area interessata dal cantiere, e verranno messe in atto misure volte ad evitare la perdita di suolo nelle aree che hanno subito un intervento (quali la corretta gestione del terreno di scotico in fase di cantiere e l'utilizzo di specie locali);
- inerbimento delle scarpate.

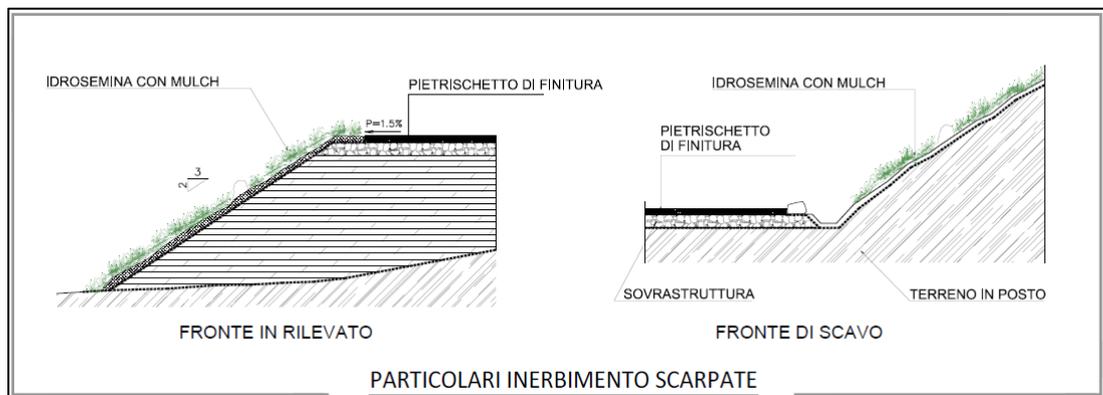


Figura 23 – Particolari inerbimento delle scarpate a fine lavori

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

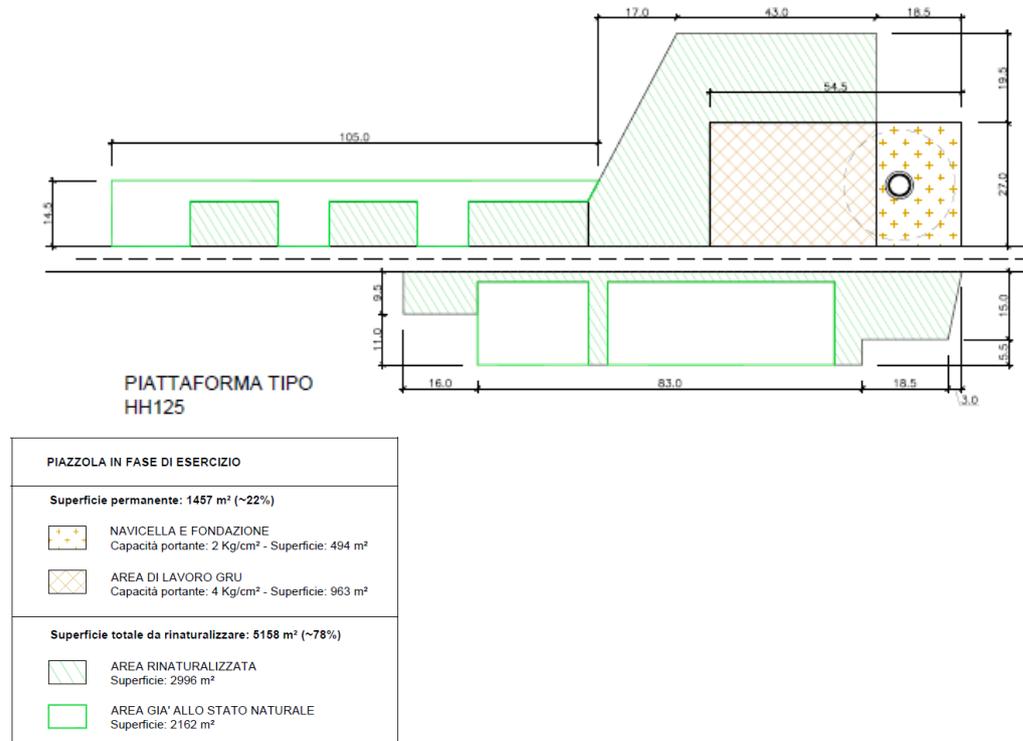


Figura 24 – Piazzola di stoccaggio e montaggio rinverdire in fase di esercizio.

Questi interventi favoriranno un corretto inserimento nel contesto naturale di provenienza e contribuiranno a minimizzare gli impatti visuali delle aree disturbate dal cantiere.

La superficie occupata dalle piazzole di assemblaggio e dalle aree logistiche verrà rinaturalizzata con uno strato di terreno vegetale.

La restante parte della superficie della piazzola di dimensione pari a circa 55 m x 27 m, resterà ricoperta con uno strato superficiale di circa 40 cm di inerte di cava per consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione degli aerogeneratori.

In aggiunta, esternamente alle aree di cantiere che saranno rinverdire come individuate in Figura 22, è prevista una ulteriore fascia potenzialmente utilizzabile in cantiere che, al termine dei lavori (se utilizzata), sarà soggetta a ripristino della copertura vegetale preesistente (quindi, nel caso di bosco e di arbusteto, anche a ripiantumazione di specie arboree e/o arbustive). Anche l'area di cantiere esterna una volta terminate le attività di cantiere sarà ripristinata nelle condizioni ante operam e resa ai proprietari.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.3 Cavidotti 30 kV interrati di connessione impianto eolico – nuova SU

Il cavidotto esterno all'area di impianto seguirà il percorso delle strade esistenti per circa 2 km su una strada locale (Via Stabbiarone), per circa 22,5 km sulla SP49 e per circa 0,5 km sulla SP258. Sulle strade asfaltate il cavidotto avrà profondità di 1,20 m.

Denominazione	Numero di cavi	Larghezza [m]	Lunghezza [m]
TIPO "D1"	4	1,2	1887
TIPO "DA1"	4	1,2	23040

Tabella 6 – Caratteristiche trincea di scavo per la posa cavidotti di connessione impianto eolico – nuova SU

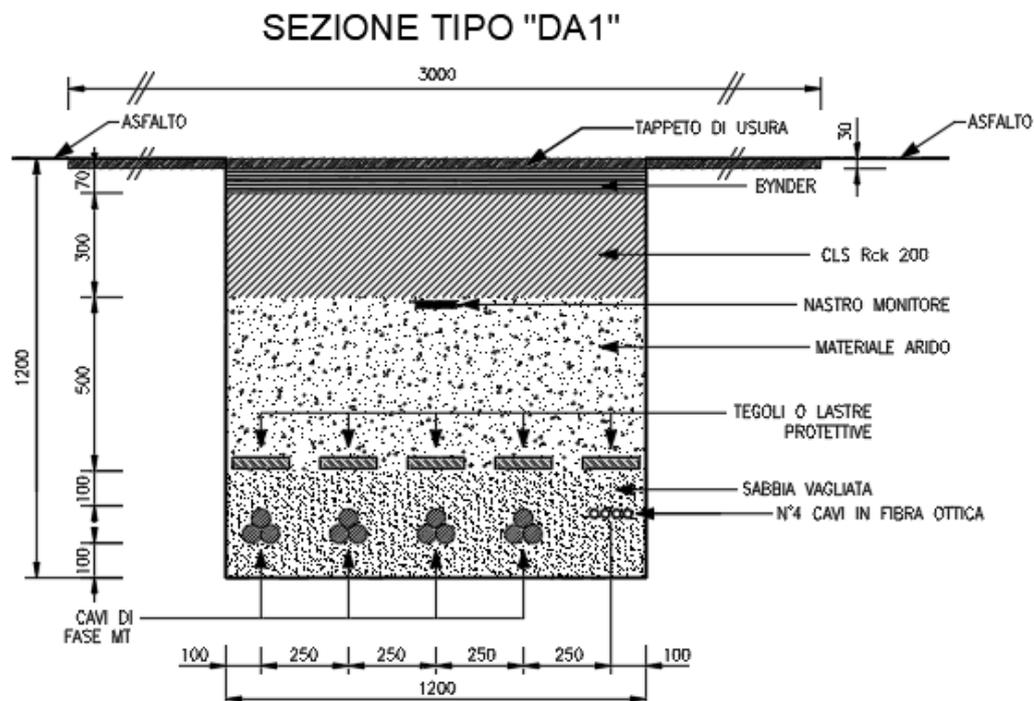


Figura 25 - Sezione tipo DA1 estratta dal progetto per posa su strade asfaltate

Per il dettaglio si veda il documento di progetto con le sezioni tipo di posa 1669043_SES_029.

2.4 Stazione di Utenza e BESS

La realizzazione della Stazione di Utenza e dell'impianto BESS è prevista su un appezzamento di terreno semi-pianeggiante che sarà livellato alla quota di progetto.

Lo strato finale è costituito da un pacchetto di materiale arido stabilizzato dello spessore di 30-40 cm che al termine dei lavori verrà in parte asfaltato.

All'interno dell'area di dimensioni di 40 m x 60 m sono presenti: la cabina di consegna, il trasformatore dell'impianto, le batterie del sistema BESS e i trasformatori ad esso associati.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

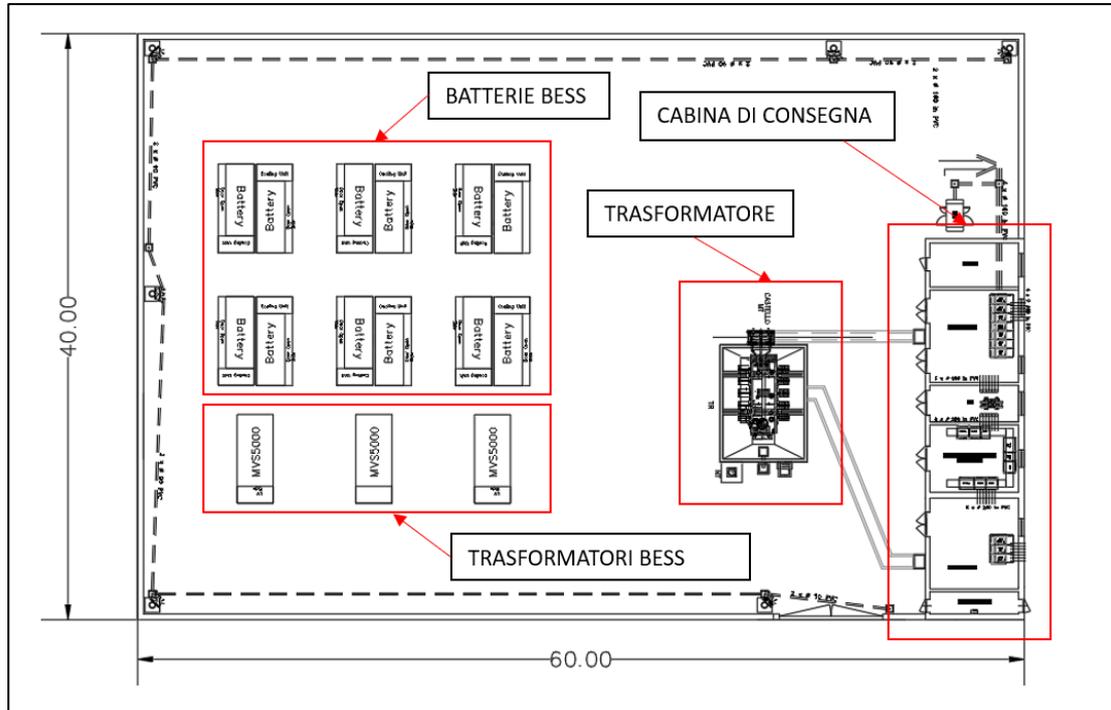


Figura 26 - Schema della stazione di utenza

Per tutte queste opere è prevista una fondazione a platea in c.a. per le quali è stato eseguito un calcolo preliminare che ha condotto alle dimensioni riportate nella tabella seguente.

Elemento	Larghezza [m]	Lunghezza [m]	Spessore [m]
Cabina di consegna	26,50	7,00	0,30
Trasformatore impianto	5,90	8,00	0,30
Batterie	5,50	6,50	0,30
Trasformatori BESS	3,00	6,50	0,30

Tabella 7 -Dimensioni preliminari delle fondazioni degli elementi presenti all'interno della SU e Impianto BESS

Completano l'area un muretto con una recinzione metallica di lunghezza circa 200 m, un cancello di ingresso, un serie di pali di illuminazione ed un sistema di pozzetti e tubazioni interrate in PVC per il drenaggio delle acque meteoriche verso gli scoli naturali.

2.5 Cavidotto 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN

Il cavidotto in AT 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN "Badia Tedalda" avrà una lunghezza di circa 150 m ed interesserà esclusivamente aree agricole. Il tipico di posa è riportato nell'Elaborato 1669298_SES_029 - Sezioni tipo di posa.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

2.6 Bilancio scavi e riporti

2.6.1 Stima preliminare dei volumi di scavo

Per la realizzazione delle opere oggetto della presentesi prevede l'escavazione di circa 244.850 m³ di terreno, che possono essere così suddivisi:

- Scotico superficiale sull'area di impianto (aerogeneratori, viabilità interna ed area di cantiere esterna) , ovvero l'asportazione dei primi 30 cm di terreno, per una quantità stimata di circa 37.000 m³ di terreno;
- Scavi di sbancamento per strade e piazzole, per una quantità stimata di circa 145.400 m³ di terreno;
- Scavi per le fondazioni degli aerogeneratori, per una quantità stimata di circa 20.800 m³ di terreno;
- Scavi per cavidotti, ovvero scavi a sezione obbligata che ospitano i cavi MT dalle turbine fino alla SU, per una quantità stimata di circa 40.300 m³ di terreno.
- Scavi per area relativa SU e BESS, per una quantità stimata di circa 1.200 m³ di terreno.
- Scavo per cavo AT a 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN di circa 150 m³ di terreno.

Nel paragrafo seguente le modalità di gestione previste delle terre escavate.

2.6.2 Gestione dei materiali di scavo

La gestione prevista per i materiali di scavo è finalizzata alla sostenibilità ambientale, cercando per quanto possibile di riutilizzare i materiali direttamente nel sito di produzione per i rinterri e i livellamenti/rimodellamenti.

Infatti il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente, il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo.

In dettaglio, delle terre rimosse a seguito dello scotico superficiale sull'area dell'impianto, pari a circa 37.000 m³, se conformi ai sensi della normativa vigente, ne saranno riutilizzate circa 34.000 m³ per il rimodellamento/livellamento delle aree da rinverdire ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/06 e smi.

Circa 10.500 m³ delle terre scavate per la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori (pari a circa 20.800 m³), se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno riutilizzate per i rinterri nelle piazzole di montaggio, a copertura delle opere fondazionali degli aerogeneratori.

La totalità delle terre scavate nell'area della SU ed Impianto BESS (pari a circa 1.200 m³), se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno riutilizzate per i livellamenti dell'area e per i rinterri delle apparecchiature presenti.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Per i cavidotti interrati, considerando che per gran parte del tracciato si sviluppano su strade asfaltate esistenti, si prevede di riutilizzare circa il 50% del materiale scavato. Si prevede quindi di riutilizzare circa 20.225 m³ di terreno a fronte di circa 40.450 m³ di terreno scavati.

Le terre rimanenti, pari a circa 179.225 m³, verranno inviate a recupero ed in subordine a smaltimento, come rifiuto ai sensi della normativa vigente.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

3 Progettazione elettrica

3.1 Impianto eolico

L'impianto eolico "Energia Monte Petralta" è costituito da 6 (sei) aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase ($V=690V$, $P_{max}=5000kW$) collegato al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina ($30/0.69kV$, $A=5500 kVA$). I sei gruppi di generazione sono stati suddivisi in due sottocampi aventi ognuno una potenza di 15 MW. Le motivazioni che portano alla necessità di suddividere l'impianto in sottocampi sono le seguenti:

- la sezione e quindi la dimensione dei cavi di interconnessione fra i vari generatori risulta ridotta facilitandone la posa;
- in caso di disservizio di un sottocampo, l'impianto può continuare la produzione nella parte restante dei sottocampi, con una perdita di produttività relativamente contenuta.

Gli aerogeneratori sono tra loro connessi attraverso una linea in media tensione a 30 kV, realizzata in cavo con collegamento di tipo "entra-esci". L'energia prodotta dai due sottocampi sopra detti viene convogliata direttamente alla cabina di consegna collocata all'interno della stazione d'utenza, ubicata nel comune di Sestino. Ogni aerogeneratore è collegato pertanto con un cavo in Media Tensione (30kV) all'aerogeneratore successivo e così via fino a raggiungere la stazione d'utenza (cabina di consegna). La stazione d'utenza (30/36 kV), tramite un trasformatore MT/AT, convoglia successivamente l'energia prodotta alla nuova stazione di rete (132/36 kV) Badia Tedalda.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione relativi alle macchine fino al quadro MT compreso.

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50 Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- il sistema AT a 36 kV c.a., esercito con neutro a terra;
- il sistema MT a 30 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema BT a 690 V c.a., esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- il sistema BT a 400 V c.a., esercito con neutro a terra (servizi ausiliari BT);
- Il sistema a 110 V c.c., per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina di macchina e di centrale

Nella seguente **Error! Reference source not found.** è riportato lo schema unifilare semplificato dell'impianto.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

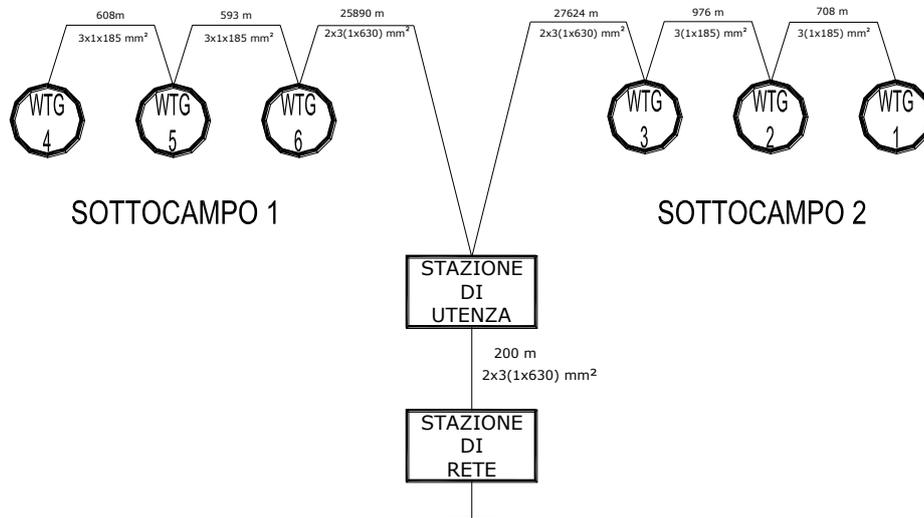


Figura 27 - Schema unifilare semplificato dell'impianto eolico di Sestino (AR)

3.2 Cavidotti 30 kV interrati di connessione impianto eolico – nuova SU

3.2.1 Descrizione del tracciato

Il tracciato dei Cavidotti 30 kV interrati di connessione tra l'impianto eolico e la nuova SU in oggetto, riportato nell'Elaborato 1669043_SES_027 "Tracciato Cavidotti su CTR", è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 27,5 km e interesserà i Comuni di Sestino (AR) e Badia Tedalda (AR) in Regione Toscana ed il Comune di Carpegna (PU) in Regione Marche.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- rispettando le distanze minime dalle abitazioni prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio evitando l'interessamento di aree boscate e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico e quella esistente.

3.2.2 Descrizione dell'opera

Il collegamento in cavo in esame segue per quanto possibile l'andamento di strade asfaltate e sterrate presenti nel sito. Le strade asfaltate interessate sono quasi esclusivamente Strade Provinciali o Comunali: in particolare la strada comunale Stabbiarone, la SP n° 49 Strada provinciale Sestinese e la SP n. 258.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

I cavidotti si estendono per una lunghezza complessiva di circa 29 km e sono suddivisi in 5 diverse tipologie di posa, di cui 4 per strade sterrate e una per strade asfaltate. Le 4 tipologie di posa utilizzate per le strade sterrate sono le seguenti: circa 1,2 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "A", circa 1,2 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "B", circa 1 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "C" e circa 2,7 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "D1". La tipologia di posa utilizzata per le strade asfaltate è costituita da circa 23 km di cavidotti con sezione di tipo "DA1". Tutte le sezioni utilizzate sono mostrate nella tavola "1669298_SES_029 - Sezioni tipo di posa".

3.2.3 Caratteristiche dei cavi MT

I cavi per le linee MT avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARE4H5E o ARE4H5EX
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio.
- Grado di isolamento: 18/30 kV
- Sezione nominale ≥ 70 mm²
- Tensione nominale: 30 kV
- Corrente massima di esercizio: 608 A (*) calcolata con $\cos\phi=0,95$
- Potenza Nominale: 30 MW (*)
- Frequenza Nominale: 50 Hz

(*) riferita alla producibilità massima totale dell'impianto

Nelle figure seguenti sono riportate delle composizioni tipiche dei cavi.

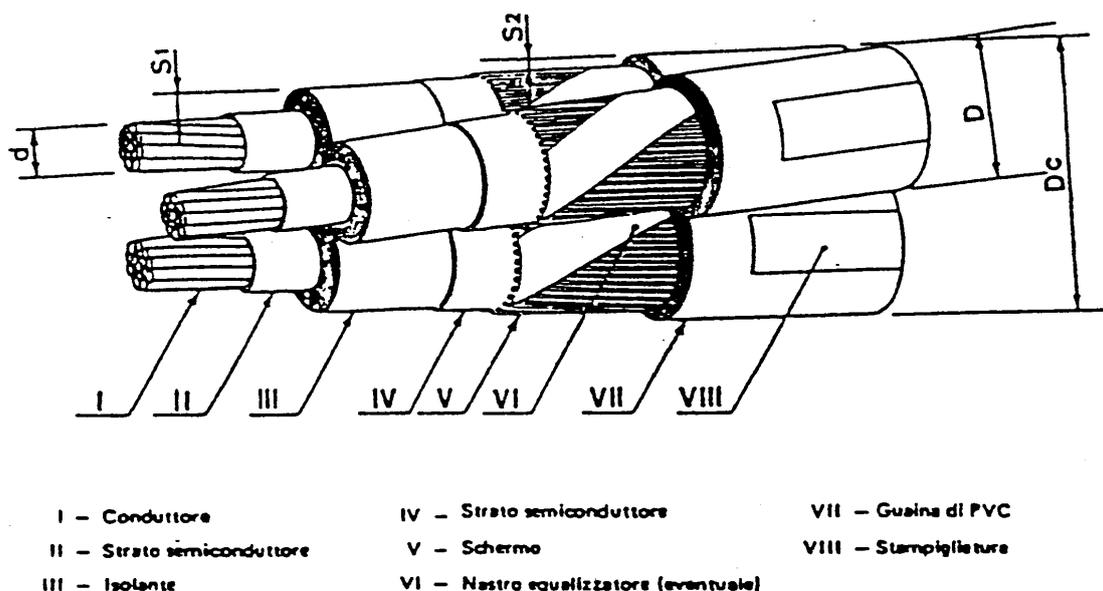


Figura 28 - composizione tipica cavo unipolare avvolto ad elica

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

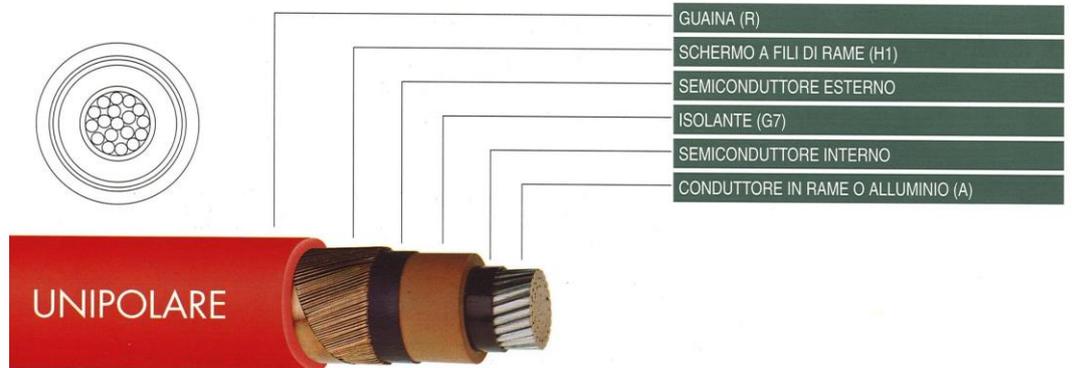


Figura 29 - composizione tipica cavo unipolare

Essi saranno distribuiti come di seguito riportato.

Sottocampo n. 1

Da	a	D [m]	S [mm ²]	vie parall.	Iz [A]
WTG4	WTG5	608	3 x 1 x 185	1	208
WTG5	WTG6	593	3 x 1 x 185	1	208
WTG6	CABINA	25890	1 x 630	2	763

Sottocampo n. 2

Da	a	D [m]	S [mm ²]	vie parall.	Iz [A]
WTG1	WTG2	708	3 x 1 x 185	1	230
WTG2	WTG3	976	3 x 1 x 185	1	230
WTG3	CABINA	27624	1 x 630	2	763

Con Iz portata dei cavi.

Il dimensionamento sopra elencato potrà subire variazioni in sede di progettazione esecutiva.

3.3 Stazione di utenza e Impianto BESS

Nella medesima area è prevista la realizzazione della Stazione di Utenza e dell'Impianto BESS da 6 MW di seguito descritti.

3.3.1 Stazione di utenza

Nella Stazione di utenza sono presenti:

- una cabina di consegna con all'interno le seguenti apparecchiature:

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

- quadro MT a 30 kV per l'interfacciamento dell'impianto eolico e del BESS con la rete e con le funzioni di sezionamento, comando e protezione;
- trasformatore TR-SC MT/BT (30/0.4 kV) da 160 kVA di alimentazione dei servizi ausiliari della cabina d'impianto;
- quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di cabina;
- unità di alimentazione protetta costituita da raddrizzatore, batteria protezione, comando e supervisione della centrale;
- (110Vcc) ed inverter per le alimentazioni delle apparecchiature di unità di acquisizione dei parametri di supervisione proveniente dalle macchine, elaborazione, archiviazione e trasmissione al posto di teleconduzione remoto dell'impianto.
- trasformatore TR MT/AT (30/36 kV) da 25/33 MVA;

3.3.2 Impianto BESS

La configurazione del BESS sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali, tecnologia disponibile e scalabilità della soluzione. La modularità o scalabilità dell'impianto sarà realizzata considerando i componenti principali del BESS come: trasformatori BT/MT (isolati in olio), cabinet personalizzati di "Power Converter System" (PCS) e container di batterie.

Al fine della progettazione preliminare è stata definita una unità di configurazione tipica da circa 2 MW di potenza erogabile/assorbibile, che sarà replicata per ottenere la potenza/energia nominale dell'impianto.

Tale unità di configurazione tipica è riportata nella figura seguente:

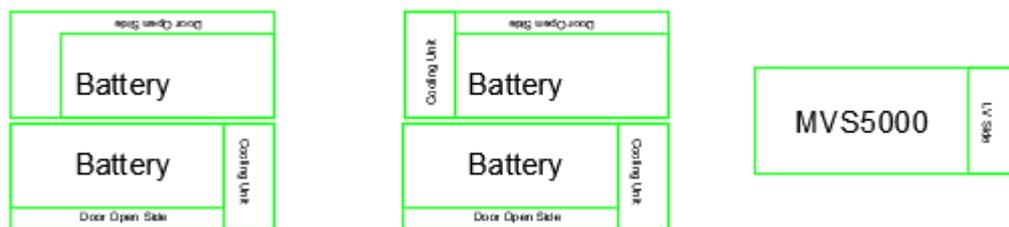


Figura 30: Unità di configurazione tipica dei componenti base del BESS

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

Il sistema di accumulo elettrochimico o Battery Energy Storage System (“BESS”) sarà collegato alla rete nazionale attraverso un collegamento a 36 kV tra la SU e la nuova stazione elettrica RTN di “Badia Tedalda”, secondo lo schema previsto dal codice di rete.

Il BESS consentirà di poter compensare la variabilità della potenza richiesta al sistema elettrico nazionale in modo da supportare la stabilità e la regolazione della rete.

La capacità in potenza del BESS è funzione della potenza nominale del sistema di conversione DC/AC e della massima corrente di carica/scarica delle batterie; la capacità in energia del BESS è definita dalla capacità disponibile dell'intero pacco batterie.

Nel caso specifico si ipotizza l'installazione di un sistema di accumulo avente una potenza nominale pari a circa 6 MW.

Il BESS è costituito essenzialmente dai seguenti componenti:

- Assemblati Batterie;
- PCS (apparecchiature di conversione dell'energia elettrica da c.c. in c.a.);
- Trasformatore di accoppiamento;
- Apparecchiature di manovra e protezione;
- Servizi ausiliari;
- Sistema di controllo.

Per il sistema proposto, in particolare si prevede l'installazione di:

- N° 12 container di energia (Battery Container)
- N° 3 sistema di conversione (PCS – Power Conversion System) comprensivo di due inverter in parallelo al trasformatore MT/BT
- N°3 (3x1) unità HVAC per il condizionamento delle cabine di impianto e cabine dei servizi ausiliari

All'interno della Cabina di consegna della stazione di utenza, saranno alloggiati i quadri MT di arrivo dai container, la partenza in MT per il trasformatore MT/AT ed il locale misure

I containers saranno collegati con i sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire il ricambio dell'aria e di conseguenza le migliori condizioni ambientali per il corretto funzionamento degli equipaggiamenti.

Allegati al presente documento vi sono l'inquadramento su CTR, su catastale, su ortofoto ed il layout di impianto, raffiguranti le aree destinate ai container batterie dell'impianto stesso.

Ns rif. 1669043_SES_002 Relazione tecnica

3.4 Cavidotto 36 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN

Il collegamento tra la nuova stazione elettrica di utenza e la stazione elettrica RTN dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a $\cos\phi$ 0.95, poiché l'impianto ha una potenza pari a 30 MW, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \phi} = 506A$$

I due cavi di sezione pari a 630 mm², con le condizioni standard di posa a trifoglio interrati in tubo, hanno un valore di portata massima pari a circa 938 A, sufficiente a trasportare la potenza richiesta e contenere la cdt al di sotto del 1%.

Il cavo avrà una lunghezza di circa 200 m e si svilupperà su aree agricole.