

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



Progetto Definitivo

Parco Eolico Orgosolo-Oliena

Titolo elaborato:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

TL	GD	GD	EMISSIONE	27/12/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	
PROPONENTE  SCIROCCO PRIME SRL Via A. De Gasperi n. 8 74023 Grottaglie (TA)			CONSULENZA  GECODOR SRL Via A. De Gasperi n. 8 74023 Grottaglie (TA) PROGETTISTA Ing. Gaetano D'Oronzio			
Codice OREG021				Formato A4	Scala	Foglio 1 di 55

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	DESCRIZIONE GENERALE	5
3.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AEROGENERATORE	6
3.1.	Caratteristiche meccaniche dei componenti	10
3.1.1.	Rotore	10
3.1.2.	Pale	10
3.1.3.	Mozzo o hub	11
3.1.4.	Navicella	11
3.1.5.	Supporto e albero principale	12
3.1.6.	Sistema di imbardata	12
3.1.7.	Torre	12
3.2.	Caratteristiche elettriche dei componenti	13
3.2.1.	Generatore	13
3.2.2.	Convertitore	13
3.2.3.	Trasformatore	13
3.3.	Impianto di condizionamento termico	14
3.4.	Sistema ausiliari	14
3.5.	Sensori del vento	14
3.6.	Sistema di controllo	15
3.7.	Sistema frenante	15
3.8.	Sistema di rilevamento fumi	15
3.9.	Sistema di protezione dai fulmini	15
3.10.	Rete di terra aerogeneratore	16
3.11.	Accesso all'aerogeneratore	17
3.12.	Colori delle parti di aerogeneratore	17
3.13.	Condizioni di impiego	17
4.	FONDAZIONI AEROGENERATORI	17
5.	VIABILITA' E PIAZZOLE	19
6.	QUADRI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE DEGLI AERONENERATORI	20
7.	SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELLE LINEE IN MEDIA TENSIONE	23
8.	CAVI ELETTRICI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE	30
9.	COESISTENZA TRA I CAVI ELETTRICI INTERRATI E COLLEGAMENTI INTERRATI DI ALTRA NATURA	33

9.1.	Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni	33
9.2.	Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche	33
9.3.	Incroci di cavi	34
10.	COLLEGAMENTO IN FIBRA OTTICA	34
11.	IMPIANTO DI TERRA	34
12.	STAZIONE IN CONDIVISIONE E STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 150/33 KV	35
12.1.	Descrizione Stazione Elettrica Utente	37
12.2.	Sistemi di misura	39
12.3.	Sistema di automazione	39
12.4.	Sistema di protezione	39
12.5.	Servizi ausiliari	39
12.6.	Rete di terra	40
12.7.	Edificio di comando e controllo	40
12.8.	Analisi del rischio elettrocuzione	41
12.9.	Rete di smaltimento acque bianche e nere	42
12.10.	Opere civili	43
13.	Impianto BESS	44
14.	CAVO ELETTRICO INTERRATO IN ALTA TENSIONE	49
15.	VOLUMETRIE PREVISTE TERRE E ROCCE DA SCAVO	50

1. PREMESSA

La “**Scirocco Prime s.r.l.**” è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Sardegna, denominato “**Parco Eolico Orgosolo-Oliena**”, nel territorio dei comuni di Orgosolo e Oliena nella provincia di Nuoro.

L’impianto è caratterizzato da una potenza totale di 109,8 MW e ha punto di connessione in corrispondenza della Stazione Elettrica RTN Terna 150 kV, di futura realizzazione, nel Comune di Nuoro.

A tale scopo la Ge.co.D’Or. s.r.l., società italiana impegnata nello sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, con particolare focus nel settore dell’eolico e proprietaria della suddetta società, si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l’esercizio del suddetto impianto eolico e della relativa Valutazione d’Impatto Ambientale (VIA).

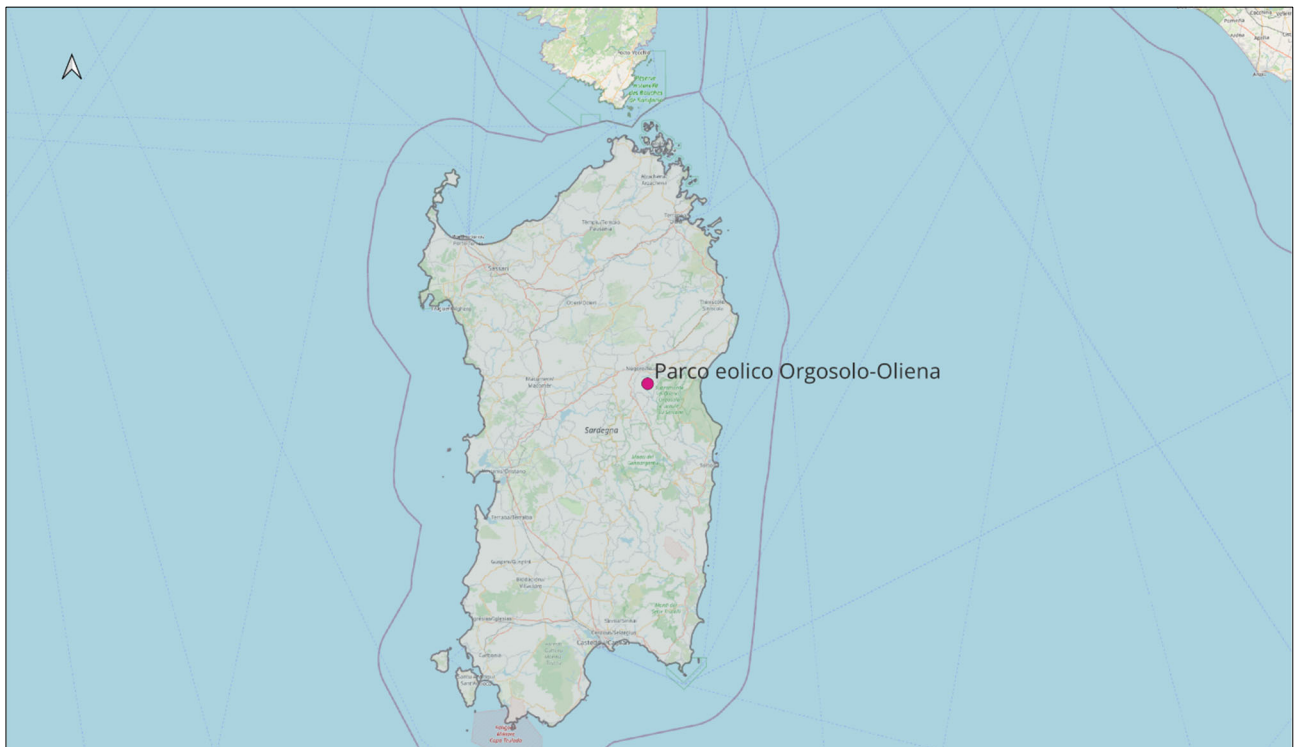


Figura 1.1: Localizzazione Parco Eolico Orgosolo-Oliena

Nella seguente trattazione è dapprima fornita la descrizione generale d’impianto, successivamente sono descritti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi di progetto in relazione alle relative caratteristiche, alla forma e alle principali dimensioni dell’intervento e ai componenti previsti.

2. DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto eolico presenta una potenza totale pari a 109,8 MW ed è costituito da:

- 11 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza della torre pari a 114 m e rotore pari a 172 m;
- un sistema di accumulo di energia (BESS) della potenza pari a 30,6 MW.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante terne di cavi interrati in Media Tensione a 33 kV che convogliano l'elettricità presso una Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, al fine di collegarsi alla futura Stazione Elettrica (SE) 150 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) Terna di Nuoro attraverso una terna di cavi interrati a 150 kV.

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Orgosolo (NU), ove ricadano 9 aerogeneratori, la SEU 150/33 kV e il sistema di stoccaggio dell'energia (Battery Energy Storage System, BESS), il Comune di Oliena (NU), ove ricadono 2 aerogeneratori, e il Comune di Nuoro, dove ricade la SE RTN Terna 150 kV.

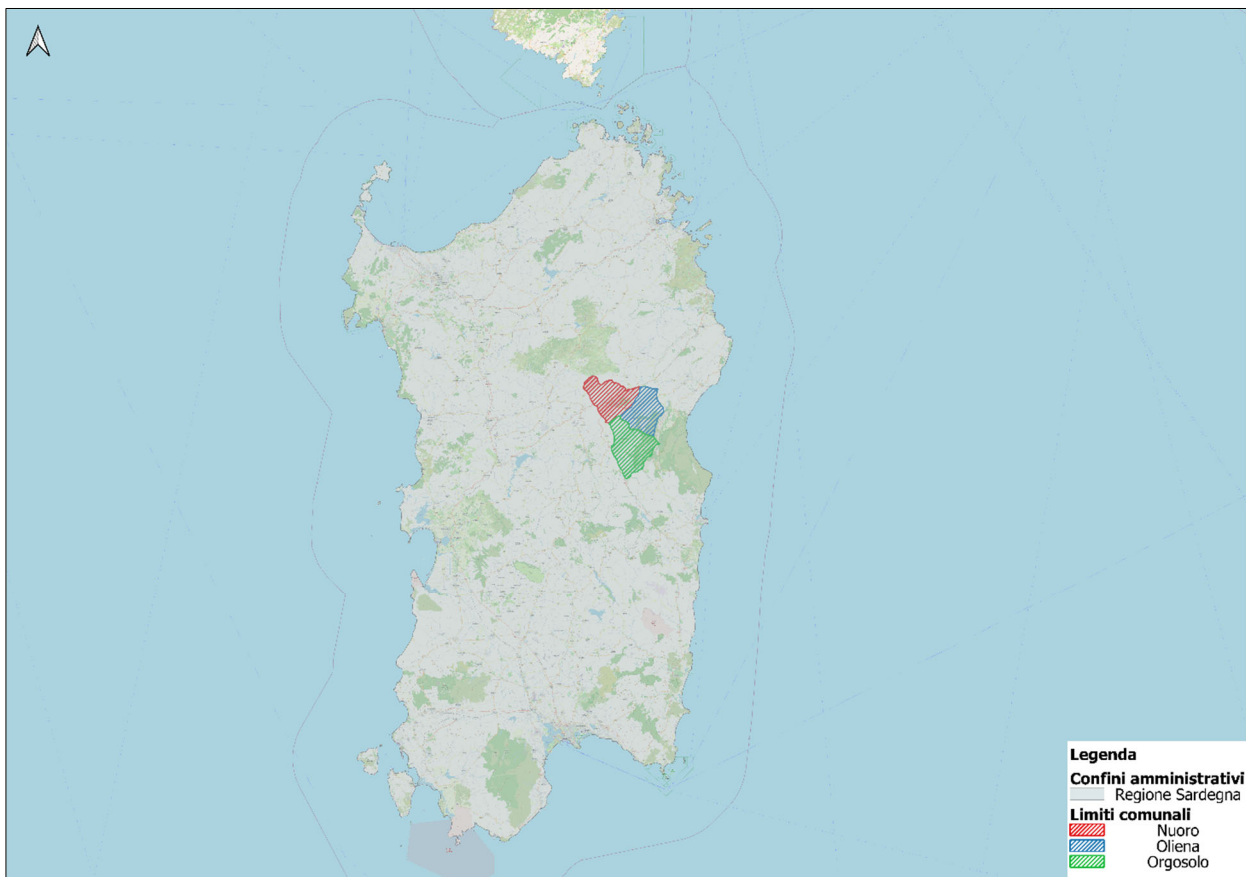


Figura 2.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni interessati

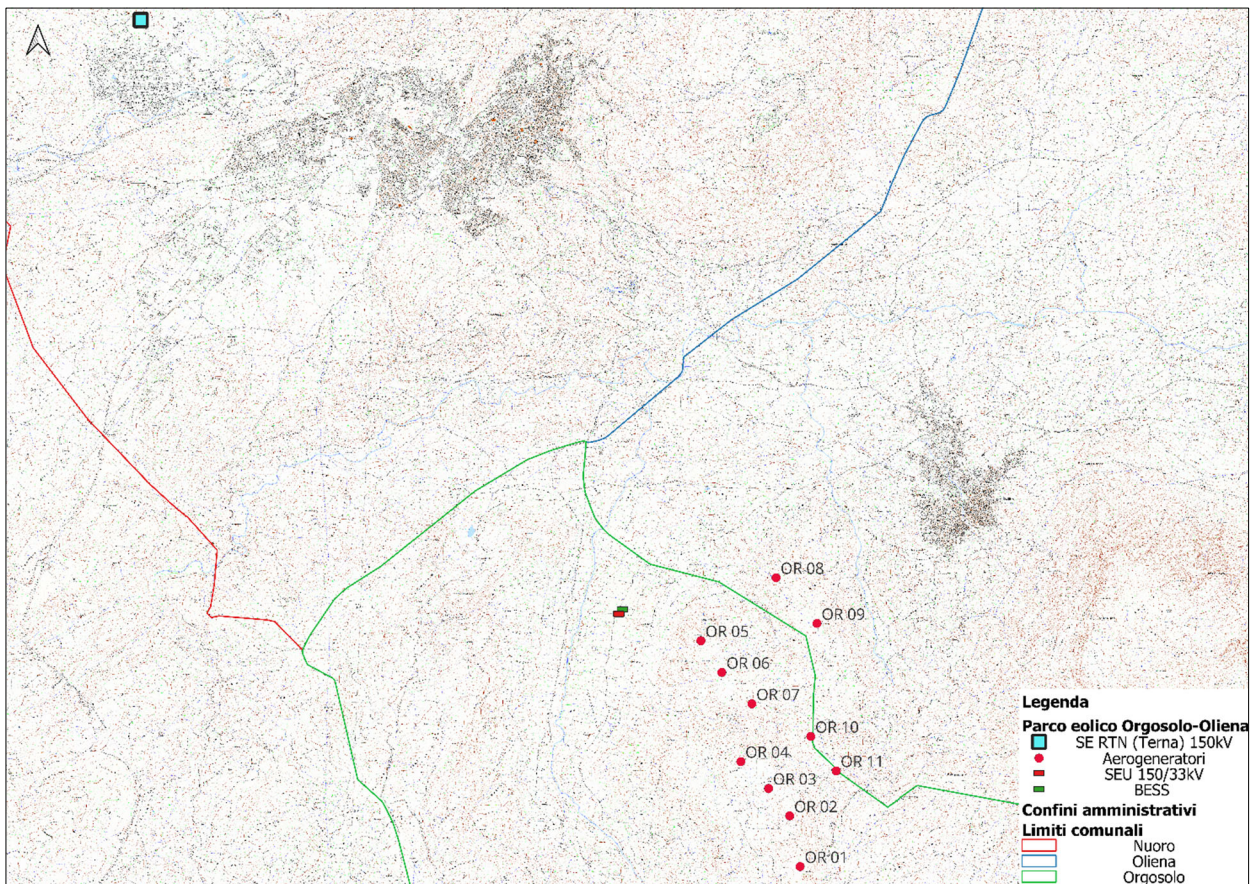


Figura 2.2: Layout d’impianto su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

Le linee elettriche interrate di Media Tensione a 33 kV sono allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna, necessario alla costruzione e alla gestione futura dell’impianto e realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (CP: 202200734), fornita da Terna, prevede che l’impianto eolico in progetto venga collegato in antenna a 150 kV sulla nuova Stazione Elettrica della RTN 150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Taloro – Siniscola 2", previa realizzazione del nuovo elettrodotto a 150 kV tra la nuova SE e il futuro ampliamento a 150 kV della SE RTN “Ottana”.

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’AEROGENERATORE

L’aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l’energia cinetica del vento in energia elettrica ed è principalmente costituito da una torre (suddivisa in più parti), dalla navicella, dal Drive Train, dall’Hub e da tre pale che costituiscono il rotore.

In linea generale il rotore è attivato dal vento e l’energia cinetica è trasferita dal rotore a un moltiplicatore di giri, all’interno della navicella, che trasforma la rotazione lenta delle pale in una a velocità superiore tale da far funzionare il generatore elettrico che, a sua volta, trasforma l’energia meccanica in energia elettrica (in taluni casi non è presente il moltiplicatore di giri e la funzione di questo componente è svolta elettricamente).

La navicella è ancorata al sistema di imbardata necessario a mantenere un allineamento tra l'asse del rotore e la direzione del vento al fine di assicurare il massimo rendimento, mentre il sistema di controllo consente il monitoraggio continuo dei parametri di funzionamento dell'aerogeneratore e aziona eventualmente il dispositivo di sicurezza necessario all'arresto in caso di malfunzionamento o nel caso di eccessiva velocità del vento.

Il sistema frenante è costituito da un sistema di arresto aerodinamico, necessario al controllo della potenza nel caso di elevata velocità del vento, e da un sistema di arresto meccanico utilizzato come freno di stazionamento.

La torre, di forma tubolare, è ancorata al terreno mediante fondamenta che sono interrate e costruite con cemento armato in modo da permettere all'aerogeneratore di resistere alle oscillazioni e vibrazioni dovute alla pressione del vento.

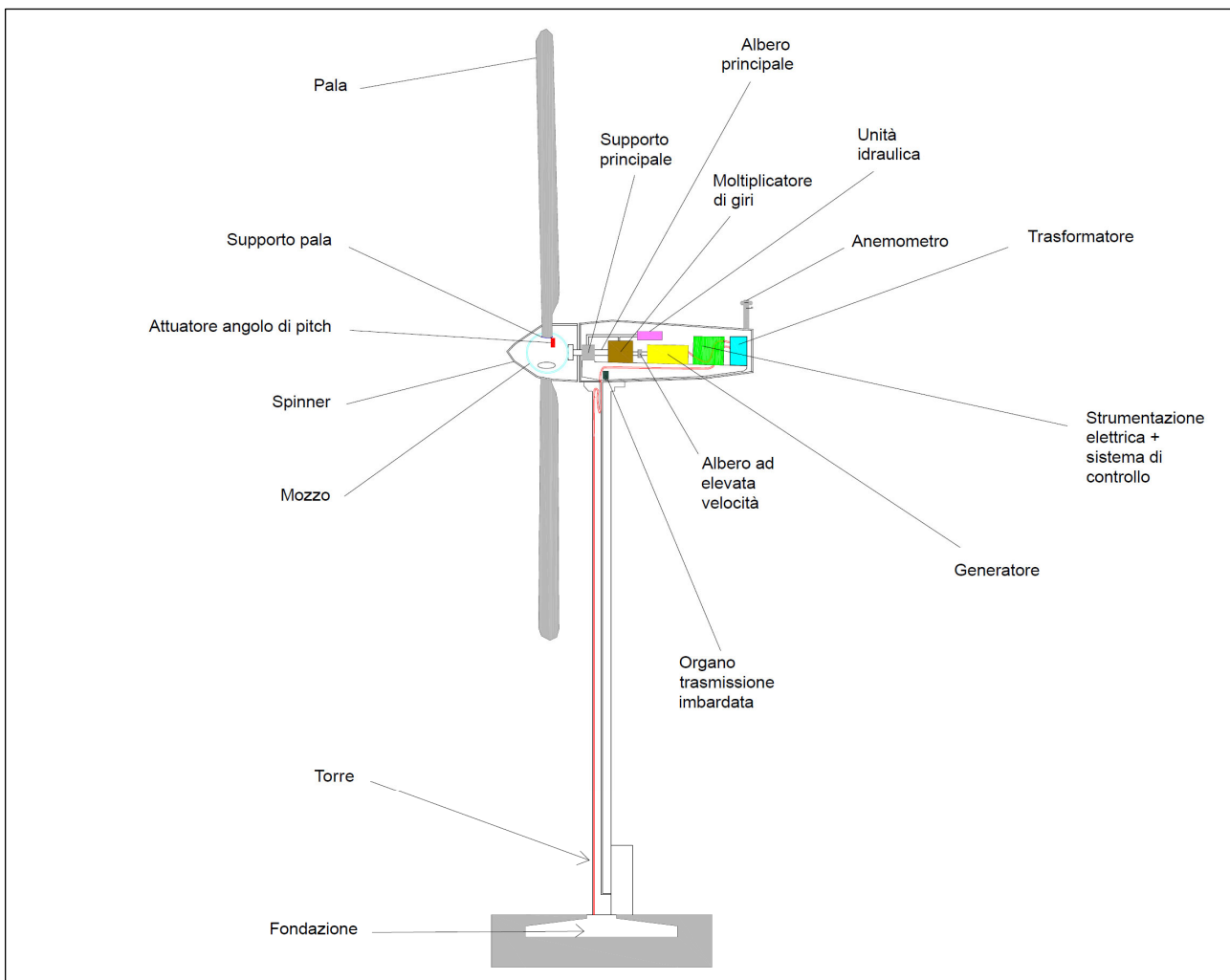


Figura 3.1: Componenti principali dell'aerogeneratore (il disegno non è da intendersi in scala)

Il progetto prevede l'installazione dell'aerogeneratore di modello **Vestas V172**, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza torre all'hub pari a 114 m e diametro del rotore pari a 172 m.

Il profilo dell'aerogeneratore è riportato nella **Figura 3.2** e le principali caratteristiche descrittive e tecniche delle componenti sono trattate nei paragrafi seguenti.

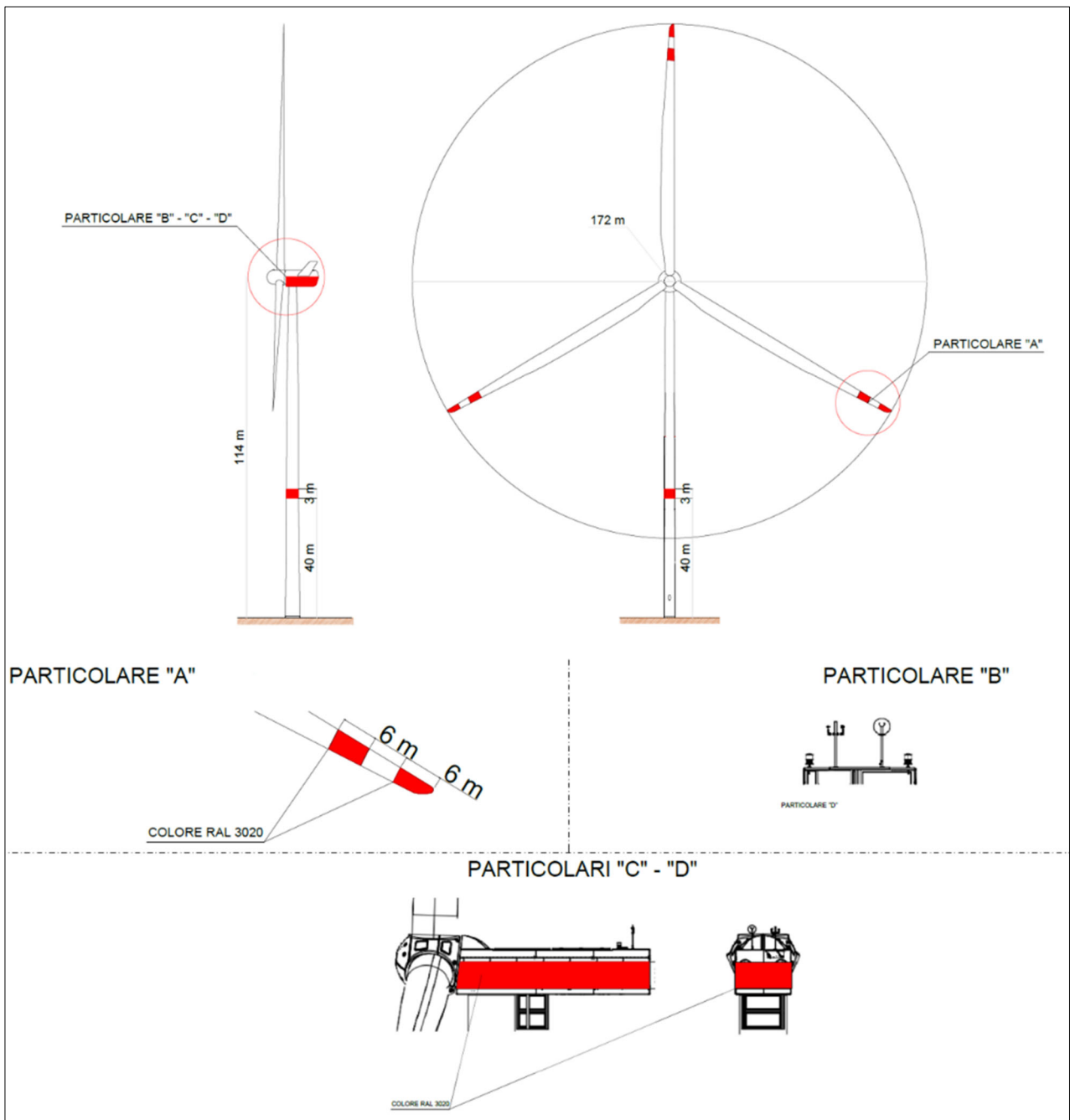


Figura 3.2: Profilo aerogeneratore V172 – 7,2 MW – HH= 114 m – D=172 m



Figura 3.3: Aerogeneratore modello Vestas V170 – 7,2 MW

Technical specifications											
POWER REGULATION OPERATIONAL DATA Pitch regulated with variable speed <table><tr><td>Standard rated power</td><td>7,200kW</td></tr><tr><td>Cut-in wind speed</td><td>3m/s</td></tr><tr><td>Cut-out wind speed</td><td>25m/s</td></tr><tr><td>Wind class</td><td>IEC S</td></tr><tr><td>Standard operating temperature range</td><td>from -20°C* to +45°C</td></tr></table> *High wind Operation available as standard		Standard rated power	7,200kW	Cut-in wind speed	3m/s	Cut-out wind speed	25m/s	Wind class	IEC S	Standard operating temperature range	from -20°C* to +45°C
Standard rated power	7,200kW										
Cut-in wind speed	3m/s										
Cut-out wind speed	25m/s										
Wind class	IEC S										
Standard operating temperature range	from -20°C* to +45°C										
SOUND POWER <table><tr><td>Maximum</td><td>106.9dB(A)**</td></tr></table> **Sound Optimised Modes available dependent on site and country		Maximum	106.9dB(A)**								
Maximum	106.9dB(A)**										
ROTOR <table><tr><td>Rotor diameter</td><td>172m</td></tr><tr><td>Swept area</td><td>23,235m²</td></tr><tr><td>Aerodynamic brake</td><td>full blade feathering with 3 pitch cylinders</td></tr></table>		Rotor diameter	172m	Swept area	23,235m ²	Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders				
Rotor diameter	172m										
Swept area	23,235m ²										
Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders										
ELECTRICAL <table><tr><td>Frequency</td><td>50/60 Hz</td></tr><tr><td>Converter</td><td>full scale</td></tr></table> GEARBOX <table><tr><td>Type</td><td>two planetary stages</td></tr></table> TOWER <table><tr><td>Hub heights*</td><td>114 m (IEC S), 150 m (IEC S), 164 m (DIBt), 166 m (IEC S), 175 m (DIBt) and 199 m (DIBt)</td></tr></table> *Site specific towers available on request		Frequency	50/60 Hz	Converter	full scale	Type	two planetary stages	Hub heights*	114 m (IEC S), 150 m (IEC S), 164 m (DIBt), 166 m (IEC S), 175 m (DIBt) and 199 m (DIBt)		
Frequency	50/60 Hz										
Converter	full scale										
Type	two planetary stages										
Hub heights*	114 m (IEC S), 150 m (IEC S), 164 m (DIBt), 166 m (IEC S), 175 m (DIBt) and 199 m (DIBt)										
SUSTAINABILITY <table><tr><td>Carbon Footprint</td><td>6.4g CO₂e/kWh</td></tr><tr><td>Return on energy break-even</td><td>6.9 months</td></tr><tr><td>Lifetime return on energy</td><td>34 times</td></tr><tr><td>Recyclability rate</td><td>86.6%</td></tr></table> Configuration: 166m hub height, Vavg=7.4m/s, k=2.48. Depending on site-specific conditions. Metrics are based on an internal streamlined assessment. An externally reviewed Life Cycle Assessment will be made available on vestas.com once finalised.		Carbon Footprint	6.4g CO ₂ e/kWh	Return on energy break-even	6.9 months	Lifetime return on energy	34 times	Recyclability rate	86.6%		
Carbon Footprint	6.4g CO ₂ e/kWh										
Return on energy break-even	6.9 months										
Lifetime return on energy	34 times										
Recyclability rate	86.6%										

Figura 3.1: Specifiche tecniche aerogeneratore di progetto

3.1. Caratteristiche meccaniche dei componenti

3.1.1. Rotore

L'aerogeneratore è dotato di un rotore, costituito da 3 pale e un mozzo (hub).

Le pale sono controllate da un sistema di controllo del passo a microprocessore OptiTip® grazie al quale sono continuamente posizionate in modo da ottimizzare l'angolo di beccheggio sulla base delle condizioni prevalenti del vento.

Per l'aerogeneratore di progetto il diametro è di 172 m, l'area spazzata di 23235 m² e l'intervallo operativo di velocità in termini di giri al minuto è 4.3 ÷ 12.1 rpm.

3.1.2. Pale

Le pale sono costituite da 2 gusci aventi profilo alare con una struttura incorporata e sono adibite ad entrare in contatto con il vento e subirne la spinta propulsiva.

La struttura di una pala non è fissa in quanto la sua posizione è regolabile da un sistema alloggiato nel mozzo che ne consente la rotazione mediante la regolazione dell'angolo di pitch (β), ovvero lo scostamento angolare tra il piano di rotazione dell'asse della pala e la corda massima della sezione della stessa, al fine di rendere costante la portanza lungo tutto il braccio.

In linea generale, la portanza dipende proporzionalmente dall'angolo di attacco (α), ovvero l'angolo compreso tra la direzione del flusso d'aria risultante e la corda massima della sezione della pala.

L'angolo di attacco dipende dalla velocità periferica della pala, che aumenta man mano che ci si sposta dal mozzo verso l'estremità della pala stessa.

Pertanto, al diminuire dell'angolo di pitch, aumenta l'angolo di attacco e la portanza è mantenuta costante anche verso l'estremità della pala.

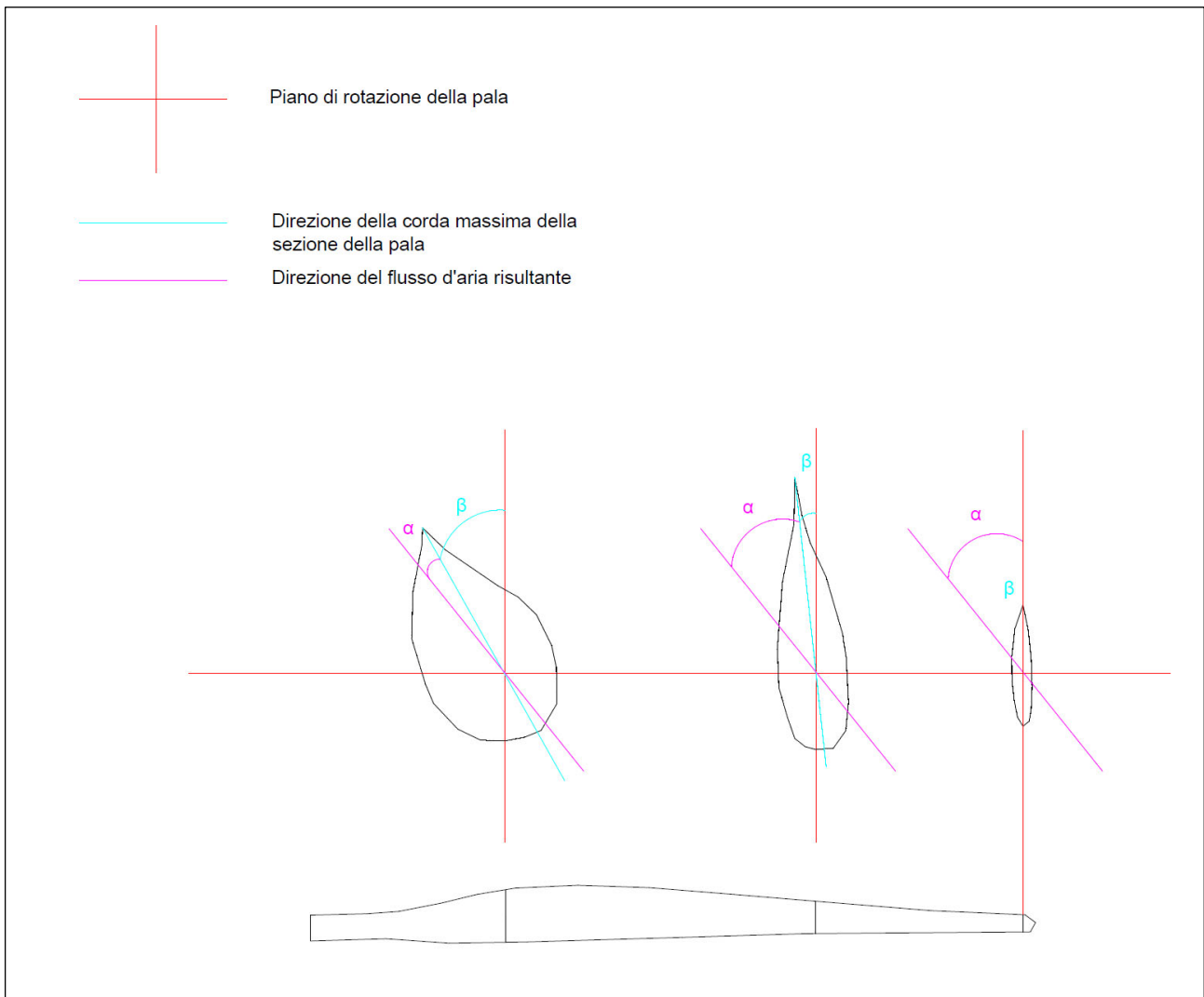


Figura 3.1.2.1: Rappresentazione grafica degli angoli di pitch e di attacco (il disegno non è da intendersi in scala)

Le pale sono realizzate in fibre di carbonio e fibra di vetro poliestere, hanno una lunghezza di 84,35 m e la corda massima ha una lunghezza di 4,3 m.

I cuscinetti delle pale consentono alle stesse di ruotare con angoli di inclinazione variabili.

Ogni pala è collegata ad un sistema idraulico a passo individuale costituito da un cilindro contenuto nel mozzo, da un pistone montato sul cuscinetto della pala e da una unità idraulica, contenuta nella navicella e collegata al cilindro mediante tubi.

3.1.3.Mozzo o hub

Il mozzo, costituito da un guscio di forma sferica in ghisa, supporta le 3 pale, i cuscinetti e il cilindro e trasferisce le forze di reazione all'albero principale in ghisa contenuto nella navicella.

3.1.4.Navicella

La navicella è costituita da una sezione frontale in ghisa, il telaio di base in ghisa e 2 strutture modulari, la navicella principale e uno scomparto laterale realizzati principalmente in lamiera di metallo.

Il telaio di base della navicella trasmette i carichi dal rotore alla torre, mentre ad esso sono imbullonati gli ingranaggi di imbardata trattati nel seguito.

La navicella principale ospita una serie di componenti, tra cui il supporto principale, l'albero principale, il moltiplicatore di giri, l'unità idraulica di raffreddamento, il generatore, i dispositivi di controllo e il trasformatore.

Un sistema di binari assicura eventuali operazioni di assistenza e manutenzione mediante una gru all'intero apparato.

La navicella principale è dotata di una porta posizionata nella base della struttura e necessaria per l'evacuazione di personale e/o trasporto delle varie attrezzature o componenti.

All'interno dello scomparto laterale avviene la produzione di energia elettrica grazie a componenti quali il generatore e il trasformatore.

Il tetto della struttura è dotato di luci a segnalazione aerea che possono essere azionate dall'interno della navicella e dall'esterno della stessa, mentre l'accesso dalla torre alla navicella principale avviene attraverso il telaio di base.

La navicella è dotata di una gru di servizio interna avente una capacità di sollevamento di 800 kg.

3.1.5.Supporto e albero principale

Il punto di connessione tra il sistema di trasmissione e la navicella è rappresentato dal supporto principale, in ghisa, che è connesso all'albero principale, il principale percorso di trasferimento del carico per il rotore e che è lubrificato grazie alla circolazione di olio.

Per l'aerogeneratore in progetto non è presente il moltiplicatore di giri, necessario per aumentare la velocità del rotore in modo da far funzionare il generatore elettrico, in quanto la funzione di moltiplicazione meccanica è realizzata elettricamente.

3.1.6.Sistema di imbardata

Il sistema di imbardata è necessario per mantenere l'allineamento tra l'asse del rotore e la direzione risultante del vento in modo che il rotore fronteggi sempre il vento.

Esso è realizzato con un sistema basato su cuscinetti lisci a strisciamento PETP, i cui ingranaggi sono a stadi multipli (per l'aerogeneratore in progetto la velocità di imbardata a 50 Hz è approssimativamente di $0,4^{\circ}/\text{sec}$ e a 60 Hz di $0,5^{\circ}/\text{sec}$).

3.1.7.Torre

Per l'aerogeneratore di progetto sono disponibili diverse tipologie di torri a seconda dell'altezza al mozzo.

Le torri tubolari sono costituite da sezioni in acciaio unite da flange, mentre le torri ibride sono realizzate

in calcestruzzo ad alta resistenza nella parte inferiore e in acciaio nella parte superiore.

Nel caso specifico la torre è interamente in acciaio.

Le torri sono caratterizzate da moduli interni certificati per le relative omologazioni, mentre l'altezza designata al mozzo (nel caso specifico di 114 m) include anche la distanza dal centro del mozzo della flangia superiore della torre.

3.2. Caratteristiche elettriche dei componenti

3.2.1. Generatore

Il generatore ha la funzione di trasformare l'energia meccanica in energia elettrica.

Esso è di tipo sincrono ed è realizzato con magneti permanenti trifase ed è collegato alla rete attraverso un convertitore.

L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore, mentre il calore generato dalle perdite viene rimosso grazie all'ausilio di uno scambiatore di calore aria-acqua.

Il range di frequenze di funzionamento è 0-126 Hz e la tensione dello statore è 3x800 V alla velocità nominale (La gamma delle velocità operative va da 0 a 420 giri al minuto).

3.2.2. Convertitore

Il convertitore è costituito da un sistema di conversione su vasta scala che controlla il generatore e la potenza immessa in rete.

Esso è composto da 4 unità di conversione lato macchina e altrettante unità lato linea funzionanti in parallelo, oltre ad una unità di controllo comune.

La funzione principale riguarda la conversione di potenza a frequenza variabile in uscita dal generatore alla potenza a frequenza fissa con potenza attiva e reattiva adatta alla rete.

Il convertitore alloggia all'interno della navicella ed ha una tensione nominale di 800 V lato generatore e 720 V lato rete (la potenza nominale apparente è di 7750 KVA).

3.2.3. Trasformatore

Il livello di tensione in uscita dal generatore è incrementato dal trasformatore al fine di ridurre le perdite di trasmissione.

Tale componente è trifase a 2 avvolgimenti, è immerso in un liquido estere naturale biodegradabile classe K ed è dotato di un circuito esterno di raffreddamento ad acqua.

Il trasformatore si trova nello scomparto laterale della navicella, ha un peso non superiore a 15000 kg ed è progettato secondo lo standard IEC (IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1).

La potenza nominale è pari a 8400 KVA, la potenza reattiva a vuoto vale circa 21 kVar e la potenza reattiva a pieno carico circa 882 kVar, mentre il livello di potenza sonora vale 80 dB(A).

3.3. Impianto di condizionamento termico

L'impianto di condizionamento termico è costituito da un sistema di raffreddamento a liquido, un sistema di raffreddamento a flusso libero, un sistema di raffreddamento ad aria all'interno della navicella principale e dello scomparto laterale e un sistema di raffreddamento ad aria del convertitore con funzione di filtraggio.

Il sistema di raffreddamento a liquido rimuove le perdite di calore dal generatore, dall'impianto idraulico, dal convertitore e dal trasformatore.

Al suo interno il gruppo delle pompe comprendono una serie di valvole in grado di assicurare un flusso utile ai vari componenti.

Inoltre, all'interno di tale sistema è contenuto un apparato elettrico di controllo della temperatura del liquido e un apparato necessario al filtraggio di particelle di liquido di raffreddamento.

Il sistema di raffreddamento a flusso libero è situato in cima all'estremità posteriore della navicella principale e funge da base per i sensori del vento, del rilevamento del ghiaccio, delle precipitazioni e delle luci esterne.

Il sistema di raffreddamento ad aria è un apparato di ventilazione avente lo scopo di dissipare l'aria calda generata dalle apparecchiature meccaniche ed elettriche immettendo aria ambiente nella navicella principale.

Il sistema di raffreddamento ad aria del convertitore è costituito da uno scambiatore di calore aria-aria al quale il flusso di aria dall'ambiente è fornito da un filtro per poi essere indirizzato verso i punti ritenuti critici.

3.4. Sistema ausiliari

Il sistema ausiliari è alimentato grazie ad un trasformatore 720/400 V separato contenuto nella navicella principale, la cui alimentazione (lato primario) è fornita dall'armadio del convertitore.

Tale sistema assicura l'alimentazione dei vari componenti quali motori, pompe, ventilatori, riscaldatori e del sistema di controllo.

L'alimentazione a 400 V è trasferita all'unità di controllo della torre per poi essere distribuita ai vari servizi quali l'ascensore di servizio, il sistema delle luci necessarie alle operazioni di manutenzione, il sistema di ventilazione.

3.5. Sensori del vento

L'aerogeneratore di progetto è dotato di un sensore del vento a ultrasuoni e di un sensore del vento

meccanico. I sensori sono dotati di riscaldatori incorporati per ridurre al minimo le interferenze dovute al ghiaccio e alle neviccate.

Il software della turbina rileva automaticamente un eventuale guasto e fornisce informazioni quando un sensore del vento è usurato e necessita di essere sostituito.

In tal caso l'aerogeneratore continua a funzionare utilizzando l'altro sensore senza alcuna perdita di produzione fino alla sostituzione.

3.6. Sistema di controllo

L'aerogeneratore è dotato di un sistema di controllo e monitoraggio VMP8000 multiprocessore composto dal controller principale, dai nodi di controllo distribuiti, dai nodi Input/Output (IO) distribuiti, dallo switch ethernet e da altre apparecchiature di rete.

Il controller principale è contenuto nella parte inferiore della torre della turbina e gestisce gli algoritmi di controllo dell'intero sistema e tutte le comunicazioni IO.

3.7. Sistema frenante

Il sistema frenante è costituito da un freno principale aerodinamico, localizzato nella testa dell'aerogeneratore e che provoca il rallentamento delle pale in condizioni di vento forte grazie a un accumulatore idraulico che fornisce energia per il beccheggio della lama.

Un secondo freno a disco meccanico è integrato nel generatore elettrico, è ad azionamento idraulico, è utilizzato come freno di stazionamento e può essere attivato grazie ai pulsanti di arresto in condizioni di emergenza.

3.8. Sistema di rilevamento fumi

L'aerogeneratore è dotato di un sistema costituito da sensori di rilevamento del fumo allocati nella navicella principale, nello scomparto laterale, nel vano trasformatore, nei quadri elettrici e nella base della torre.

Nel caso di rilevamento di fumo, il sistema è in grado di garantire immediatamente l'apertura del quadro di Media Tensione.

3.9. Sistema di protezione dai fulmini

Ogni aerogeneratore di progetto è dotato di un sistema in grado di proteggerlo dai danni fisici provocati dai fulmini.

Esso è costituito da un sottosistema di captazione dell'aria, un sottosistema di conduzione della corrente dovuta ai fulmini verso il basso, un sottosistema di protezione da sovratensione e da sovracorrente, una schermatura dai campi elettrici e magnetici e un impianto di messa a terra.

3.10. Rete di terra aerogeneratore

Ciascun aerogeneratore è dotato di un sistema di terra costituito da anelli dispersori concentrici collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti.

Nelle figure seguenti sono riportate la vista in sezione e in pianta del sistema di messa a terra della turbina.

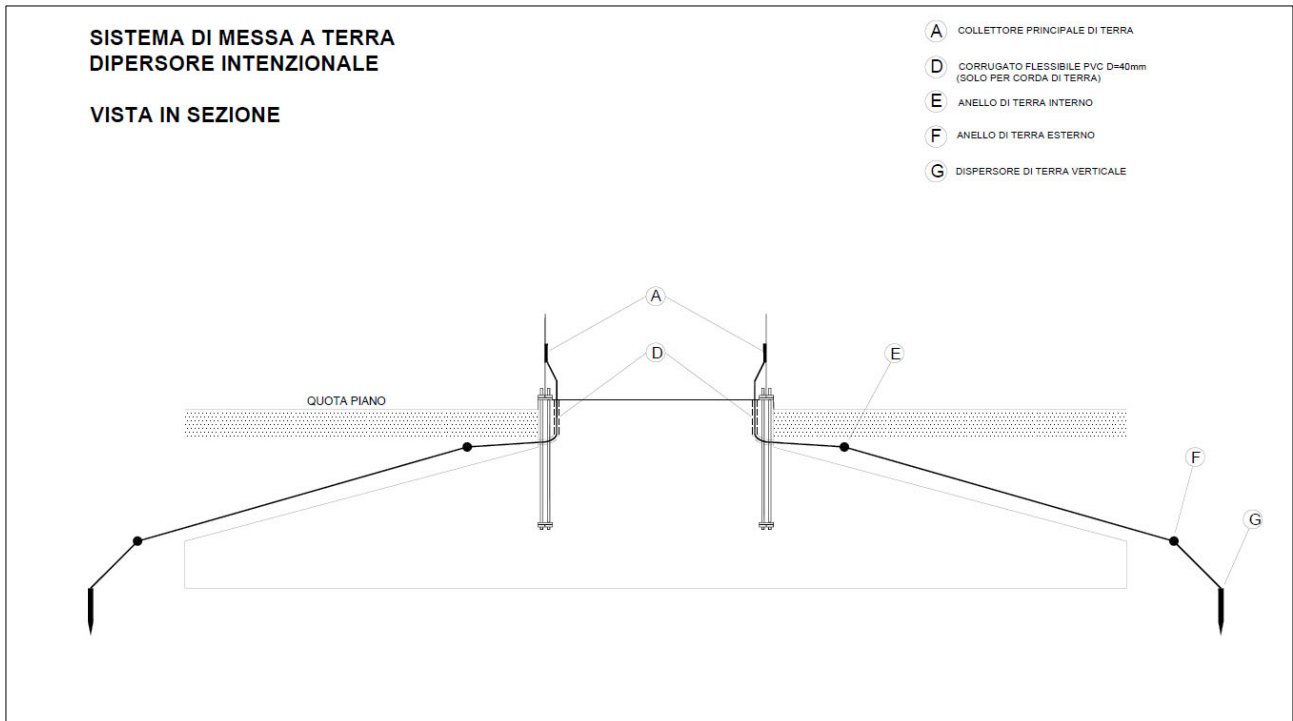


Figura 3.10.1: Tipico sezione del sistema di messa a terra dell'aerogeneratore

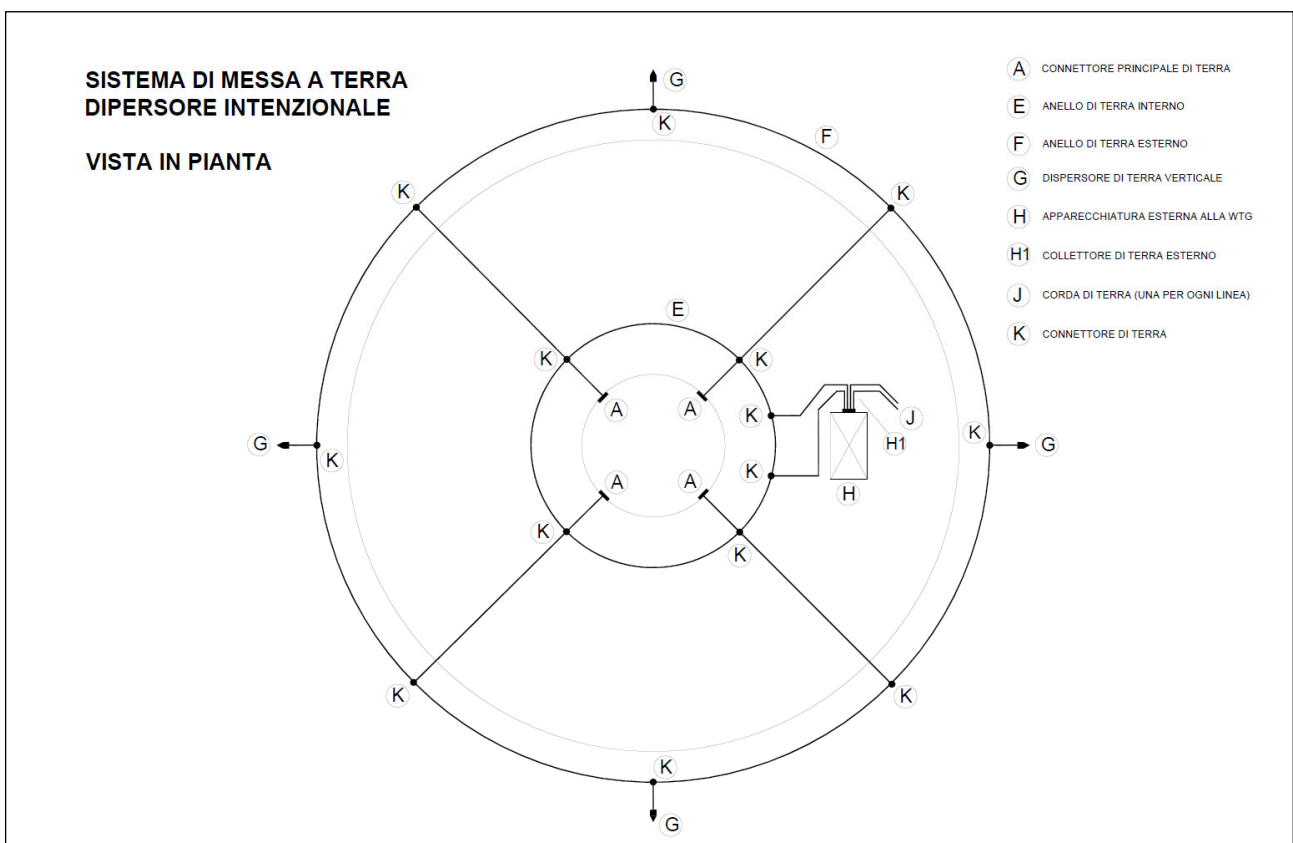


Figura 3.10.2: Tipico in pianta del sistema di messa a terra dell'aerogeneratore

3.11. Accesso all'aerogeneratore

L'accesso alla turbina dall'esterno avviene attraverso una porta, dotata di una serratura, posta all'ingresso della piattaforma a circa 3 metri dal livello del suolo.

L'accesso alla sommità della torre avviene tramite una scala con sistema di arresto caduta o ascensore di servizio.

In particolare, sono previsti due distinti percorsi di accesso alla navicella principale tramite una scala, così come lo scomparto laterale ha due aperture di accesso, una nella parte anteriore e una nella parte posteriore, e l'accesso alla cabina di trasformazione è controllata da dispositivi di interblocco.

L'accesso al rotore è limitato con protezione fissa o mobile e controllata da dispositivi di interblocco.

3.12. Colori delle parti di aerogeneratore

La navicella, le pale e la parte esterna della torre dell'aerogeneratore sono di colore grigio chiaro (RAL 7035), mentre la parte interna della torre è realizzata in colore bianco crema (RAL 90001).

3.13. Condizioni di impiego

Le condizioni meteo del sito in cui è prevista l'installazione delle turbine sono prese in considerazione, durante la fase di progettazione, al fine di valutare le relative prestazioni.

I vari componenti dell'aerogeneratore, i liquidi e gli oli adoperati sono in grado di resistere nell'intervallo di temperature che varia tra -40° e $+50^{\circ}$ (valore calcolato all'altezza del mozzo), mentre l'aerogeneratore è progettato per funzionare tra -20° e $+45^{\circ}$.

A temperature all'interno della navicella superiori a $+50^{\circ}$ l'aerogeneratore si porta automaticamente in posizione di riposo.

4. FONDAZIONI AEROGENERATORI

L'aerogeneratore scarica gli sforzi su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo diretto e indiretto su pali.

La fondazione è calcolata preliminarmente in modo tale da poter sopportare il carico della macchina, il momento prodotto sia dal carico concentrato, posto in testa alla torre, che dall'azione cinetica delle pale in movimento e le sollecitazioni sismiche in funzione del sito geologico di installazione degli aerogeneratori.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente e sono di tipo diretto.

Il plinto di fondazione calcolato presenta una forma assimilabile a un tronco di cono con base maggiore avente diametro pari a 20.00 m e base minore avente diametro pari a 7.10 m.

L'altezza massima della fondazione, misurata al centro della stessa, risulta essere di 3.50 m, mentre l'altezza minima misurata sull'estremità risulta essere di 1.00 m.

Al centro della fondazione è realizzato un accrescimento di 0.50 m al fine di consentire l'alloggio dell'Anchor Cage per l'installazione della torre eolica.

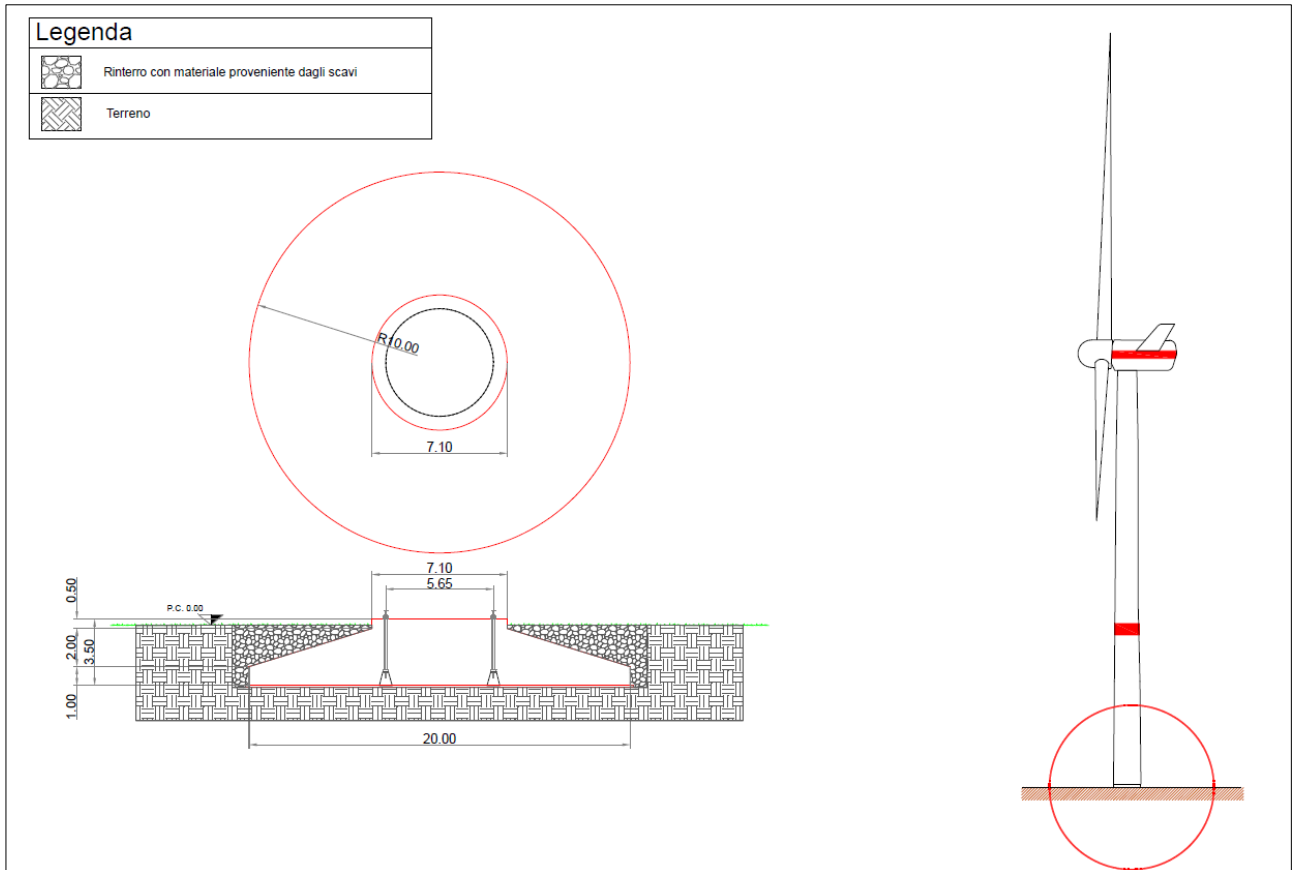


Figura 4.1: Fondazioni tipo per l'installazione degli aerogeneratori

L'interfaccia fondazione – torre è rappresentata da un inserto metallico, riportato in figura, annegato nel calcestruzzo della fondazione, che consente il collegamento con la torre per mezzo di una piastra superiore.

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo una vista dell'inserto metallico (Anchor Cage).

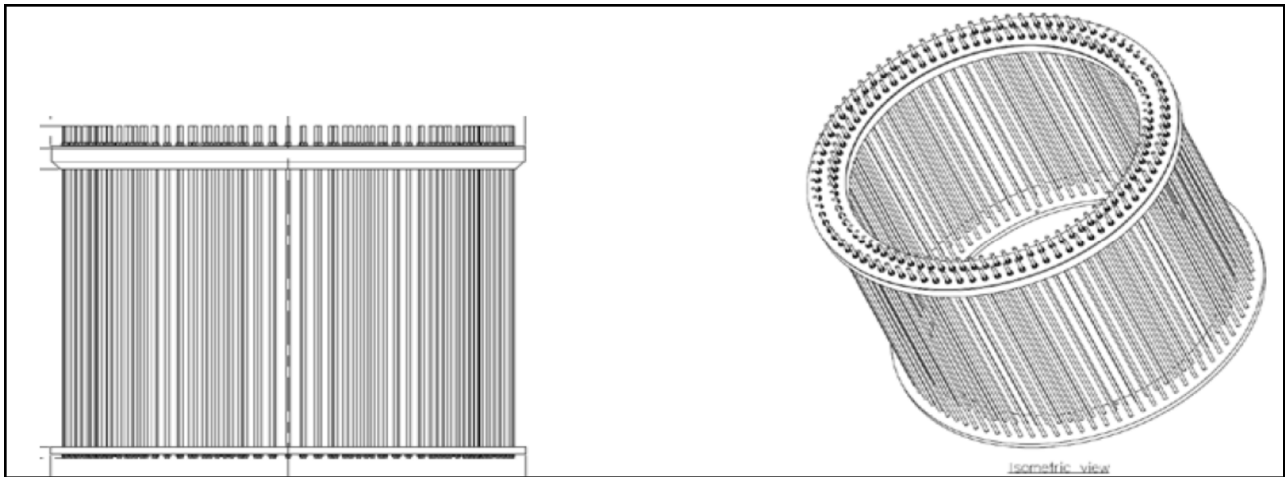


Figura 4.2: Dettaglio Anchor Cage

5. VIABILITA' E PIAZZOLE

La viabilità e le piazzole del parco eolico sono elementi progettati considerando la fase di costruzione e la fase di esercizio dell'impianto eolico.

In merito alla viabilità, ove possibile, si utilizza il sistema viario esistente adeguandolo al passaggio dei mezzi eccezionali.

Tale indirizzo progettuale consente di minimizzare l'impatto sul territorio e di ripristinare tratti di viabilità comunale e interpoderali che si trovano in stato di dissesto migliorando l'accessibilità dei luoghi anche alla popolazione locale.

Nei casi in cui tale approccio non sia applicabile sono progettati tratti di nuova viabilità seguendo il profilo naturale del terreno senza interferire con il reticolo idrografico presente in sito.

Nelle figure seguenti sono riportate le sezioni stradali tipo di riferimento per i tratti di viabilità.

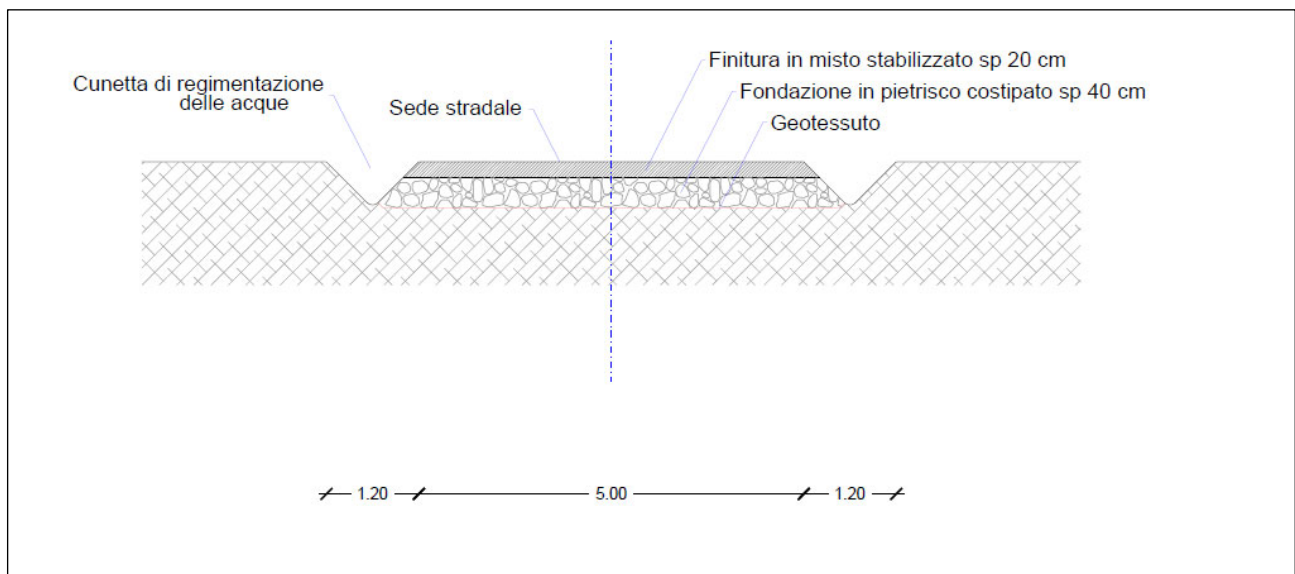


Figura 5.1: Sezioni tipo viabilità parco eolico

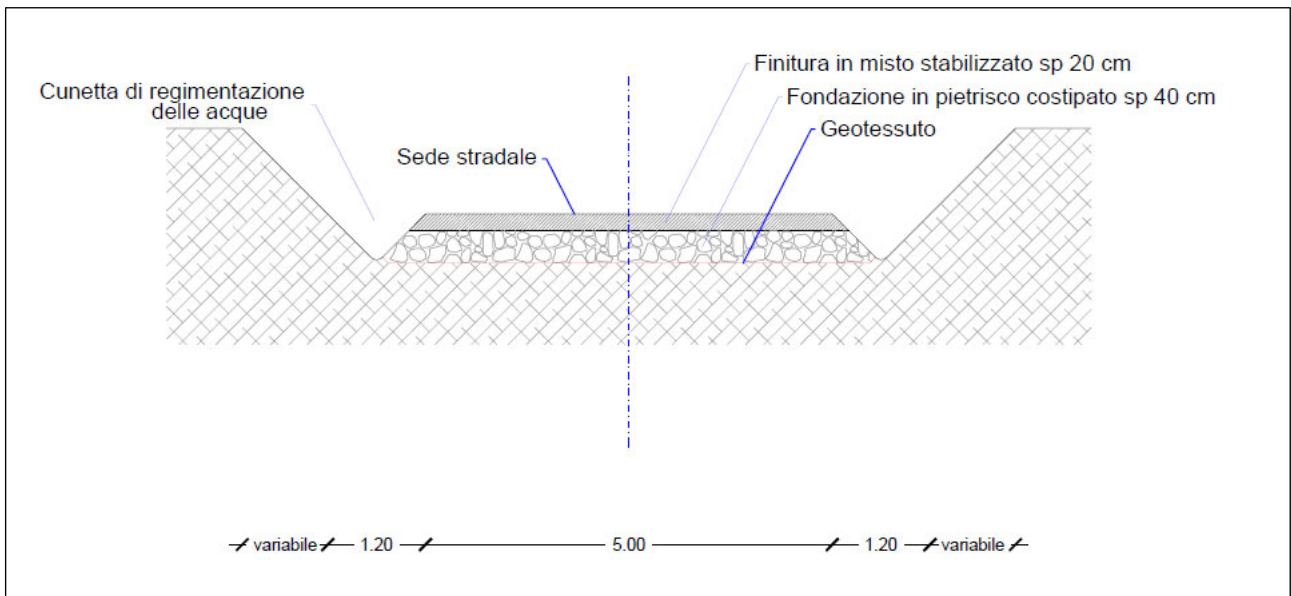


Tabella 5.2: Sezioni tipo viabilità parco eolico

La progettazione delle piazzole da realizzare per l'installazione di ogni aerogeneratore prevede due configurazioni, la prima necessaria all'installazione dell'aerogeneratore, e la seconda, a seguito di opere di ripristino parziale, necessaria alla fase di esercizio e manutenzione dell'impianto (**Figura 5.3**).

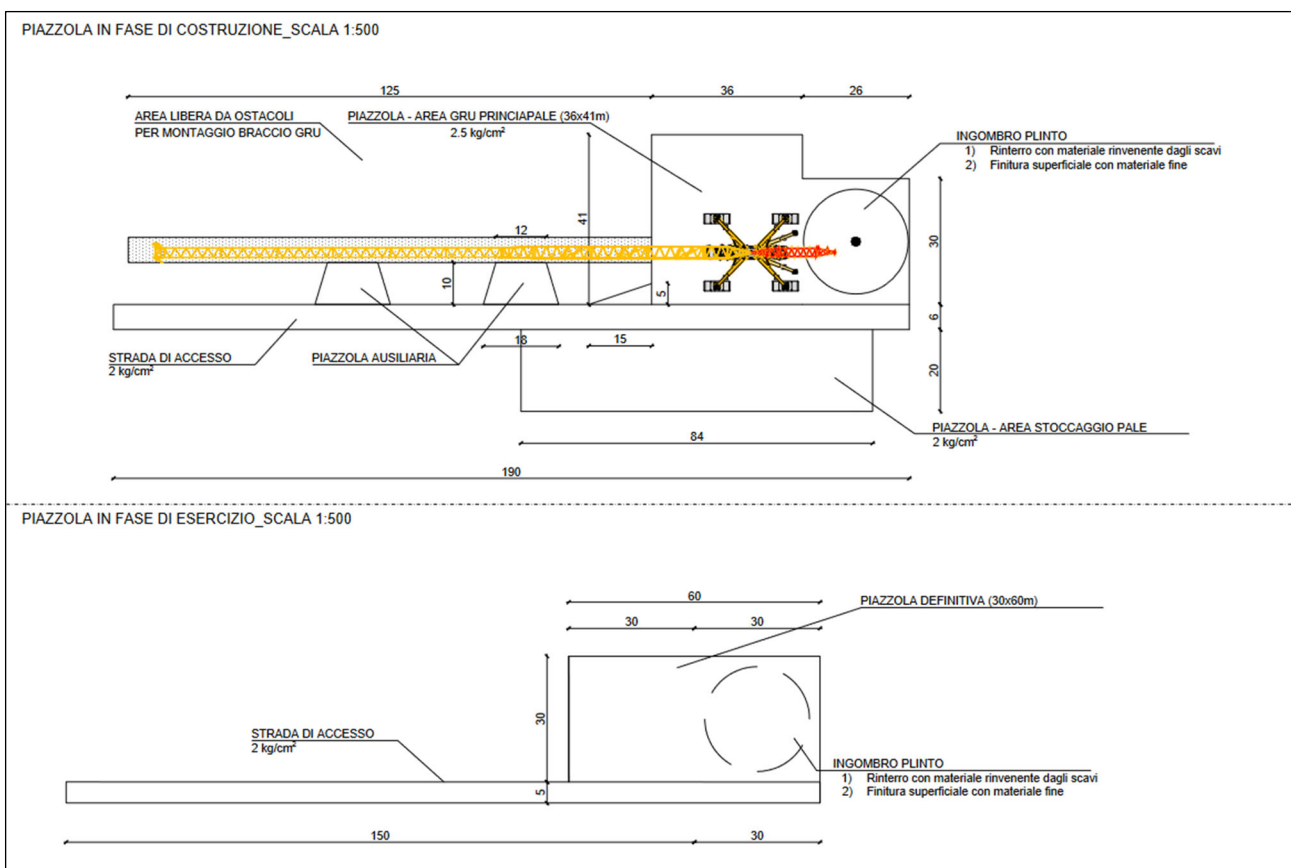


Figura 5.3: Planimetria piazzola tipo per la fase di installazione e fase di esercizio e manutenzione

6. QUADRI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE DEGLI AERONENERATORI

Ad ognuno degli aerogeneratori corrisponde un Quadro Elettrico a 33 kV, costituito da componenti in Media Tensione sulla piattaforma più bassa e Interruttori di protezione del trasformatore.

A seconda della posizione di ogni turbina nello schema unifilare (elaborato di progetto "OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente") si ha una particolare configurazione del quadro a 33 kV.

In particolare, nelle figure seguenti sono riportate le 3 tipologie di collegamento dei quadri elettrici degli aerogeneratori:

- Fine Linea

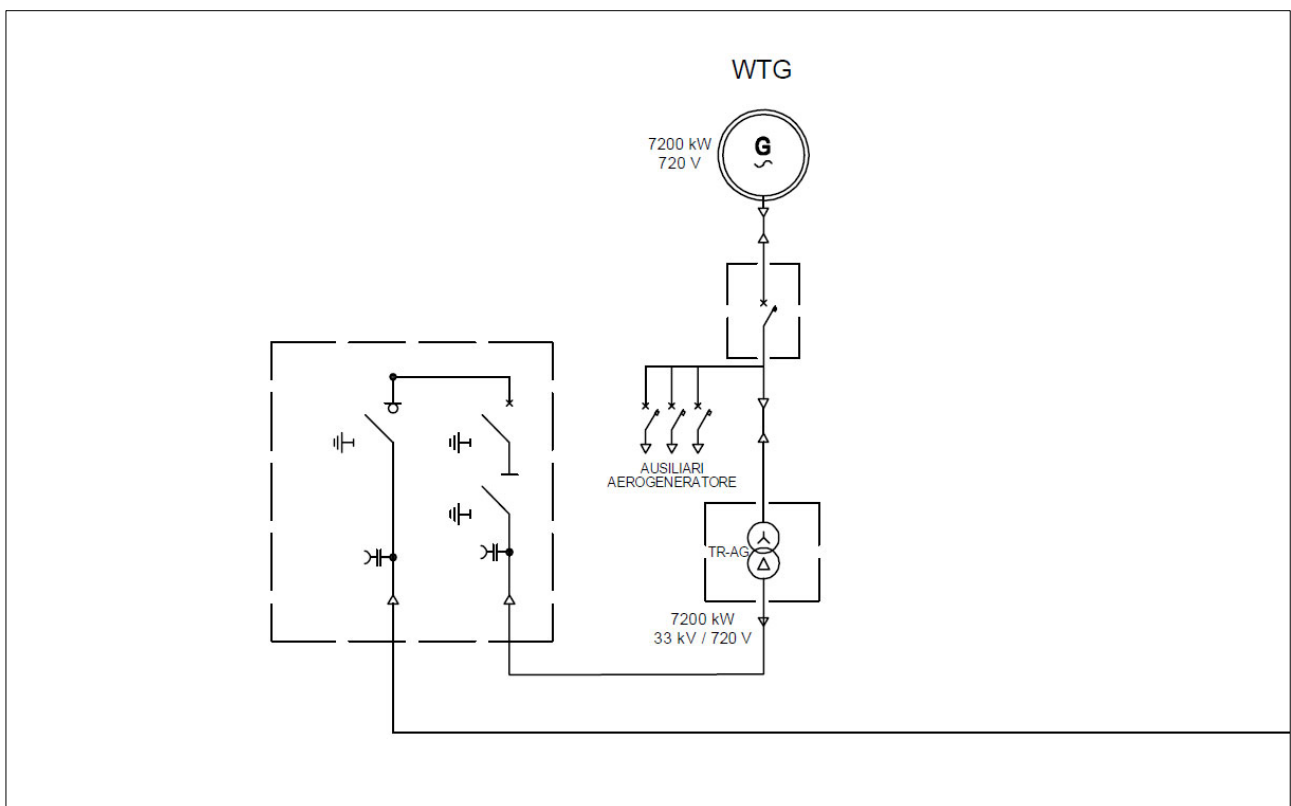


Figura 6.1: Configurazione di fine linea

Entra – Esci

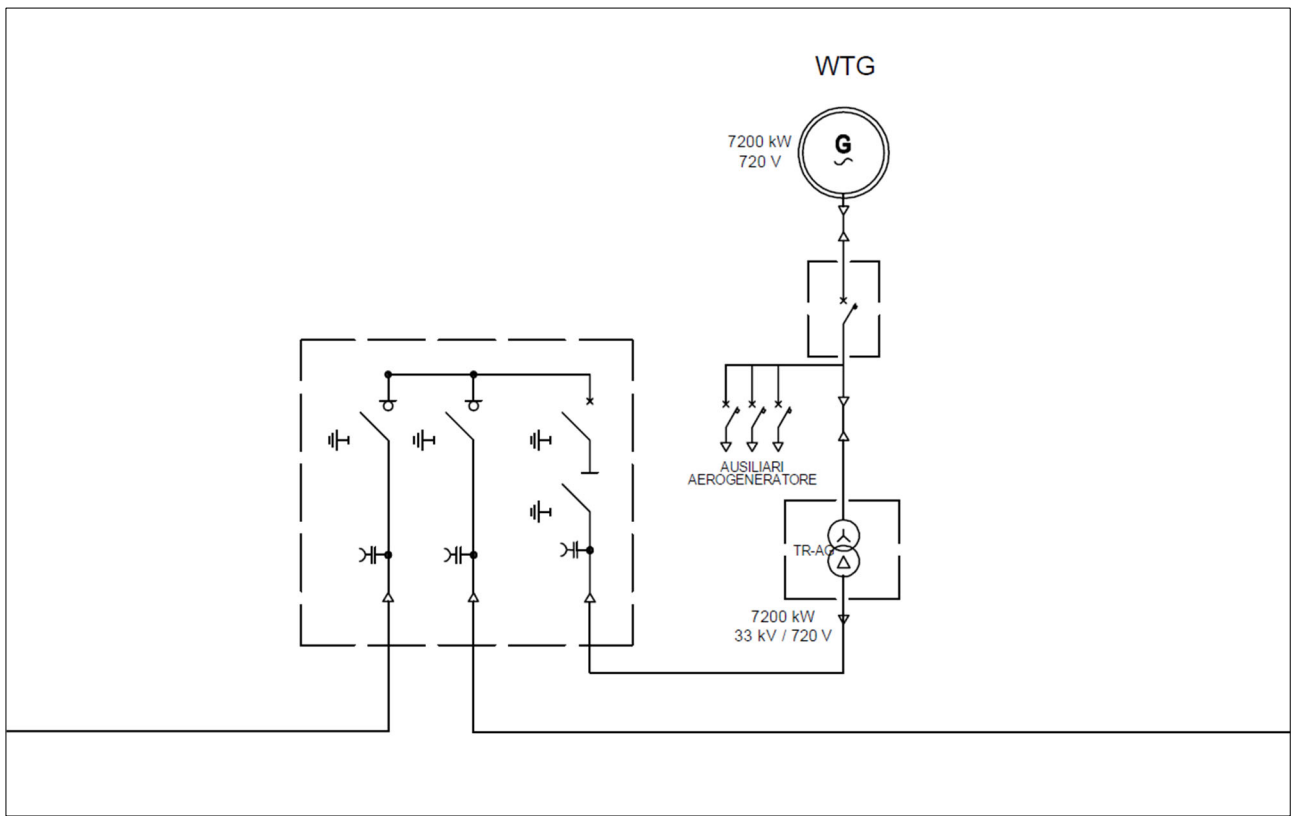


Figura 6.2: Configurazione di Entra – Esci

- Smistamento

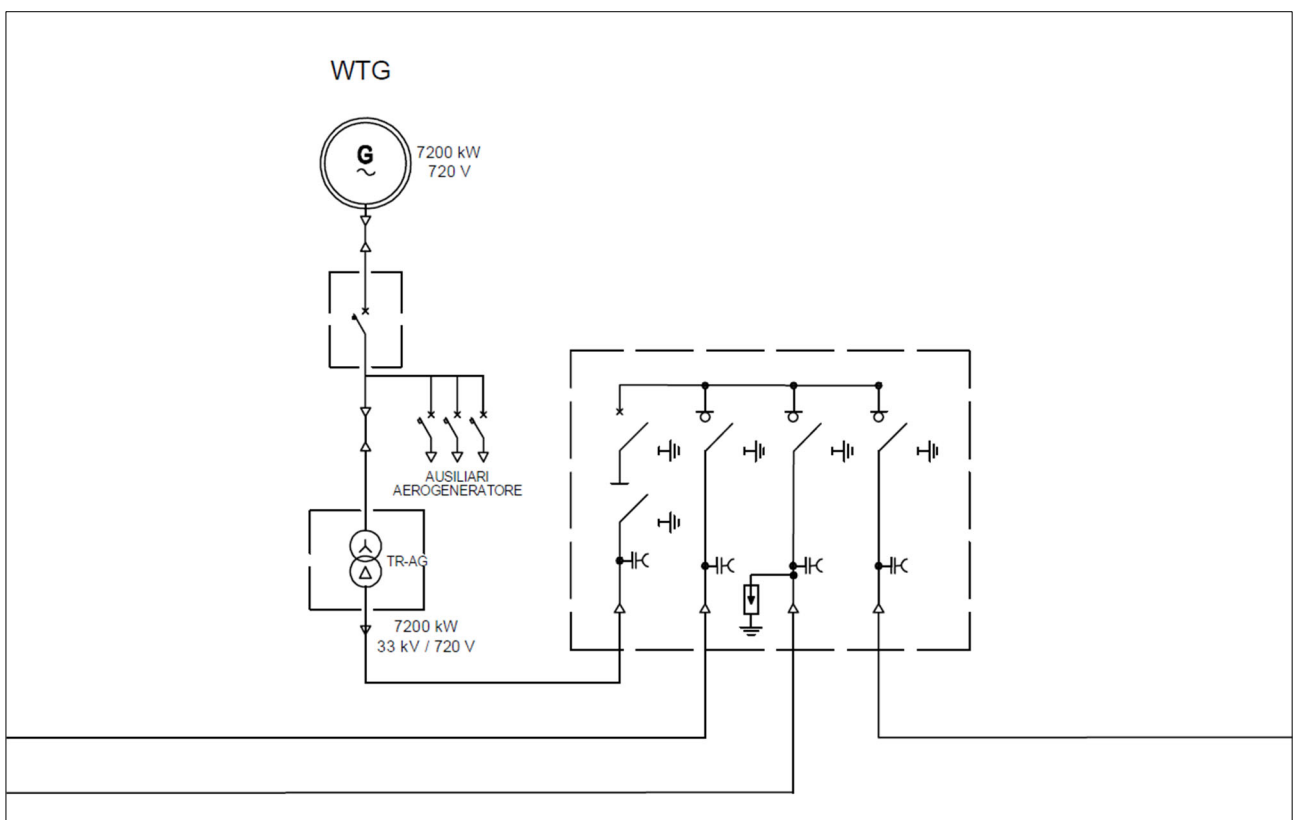


Figura 6.3: Configurazione di Smistamento

Come trattato nel seguito, gli aerogeneratori sono suddivisi in 5 sottocampi o circuiti, ognuno collegato

alla SEU 150/33 kV e costituito da 2 o 3 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

Circuito	Aerogeneratore	Configurazione Quadro Elettrico aerogeneratore
CIRCUITO A	OR 01	Fine Linea
	OR 04	Entra – Esci
CIRCUITO B	OR 03	Fine Linea
	OR 02	Entra – Esci
CIRCUITO C	OR 11	Fine Linea
	OR 10	Entra – Esci
CIRCUITO D	OR 05	Fine Linea
	OR 07	Fine Linea
	OR 06	Smistamento
CIRCUITO E	OR 08	Fine Linea
	OR 09	Entra – Esci

Tabella 6.1: Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di Quadro Elettrico

7. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELLE LINEE IN MEDIA TENSIONE

Il Parco Eolico Orgosolo - Oliena è caratterizzato da una potenza complessiva di 109,8 MW, ottenuta da 11 aerogeneratori, di potenza pari a 7,2 MW ciascuno, e da un BESS da 30,6 MW.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante terne di cavi a 33 kV in modo da formare 5 sottocampi (Circuiti A, B, C, D ed E) di 2 o 3 WTG, a cui è associato un colore diverso per una più chiara identificazione, come riportato nella tabella seguente.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MW]
CIRCUITO A	OR 01 – OR 04	14,4
CIRCUITO B	OR 03 – OR 02	14,4
CIRCUITO C	OR 11 – OR 10	14,4
CIRCUITO D	OR 05 – OR 07 – OR 06	21,6
CIRCUITO E	OR 08 – OR 09	14,4

Tabella 7.1: Suddivisione degli aerogeneratori in circuiti elettrici e potenza associata

Gli aerogeneratori sono connessi elettricamente secondo un criterio che tiene in considerazione i valori di cadute di tensione, le perdite di potenza e l'ottimizzazione delle lunghezze dei cavi utilizzati.

Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze dei cavi di ogni linea elettrica e nel quale gli aerogeneratori sono collegati tra loro secondo lo schema in schema in entra – esce, in smistamento e in fine linea, è riportato nella **Figura 7.1** (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto “OROE068 Schema a blocchi impianto utente”).

L'aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci o in smistamento (OR 06) e ognuno dei 5 circuiti è collegato alla SEU 150/33 kV.

Il BESS, di potenza complessiva di 30,6 MW, è collegato alla Stazione Elettrica Utente attraverso 2 linee elettriche interrata a 33 kV, come rappresentato nella **Tabella 7.2**.

Elemento	Potenza totale [MW]
Linea 1 BESS – SEU 150/33 kV	15,3
Linea 2 BESS – SEU 150/33 kV	15,3

Tabella 7.2: Linee elettriche di collegamento tra BESS e SEU 150/33 kV e potenza associata

Ulteriori due linee elettriche interrate a 33 kV occorrono per collegare l’Auxiliary Power Block, in grado di assicurare i servizi ausiliari del BESS, al quadro di Media Tensione della SEU 150/33 kV, come rappresentato nella tabella seguente (maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto “OROE059 Relazione descrittiva BESS” e “OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente”).

Elemento	Potenza totale [MW]
Linea 1 BESS AUX – SEU 150/33 kV	1,071
Linea 2 BESS AUX– SEU 150/33 kV	1,071

Tabella 7.3: Linee elettriche di collegamento tra BESS AUX e SEU 150/33 kV e potenza associata

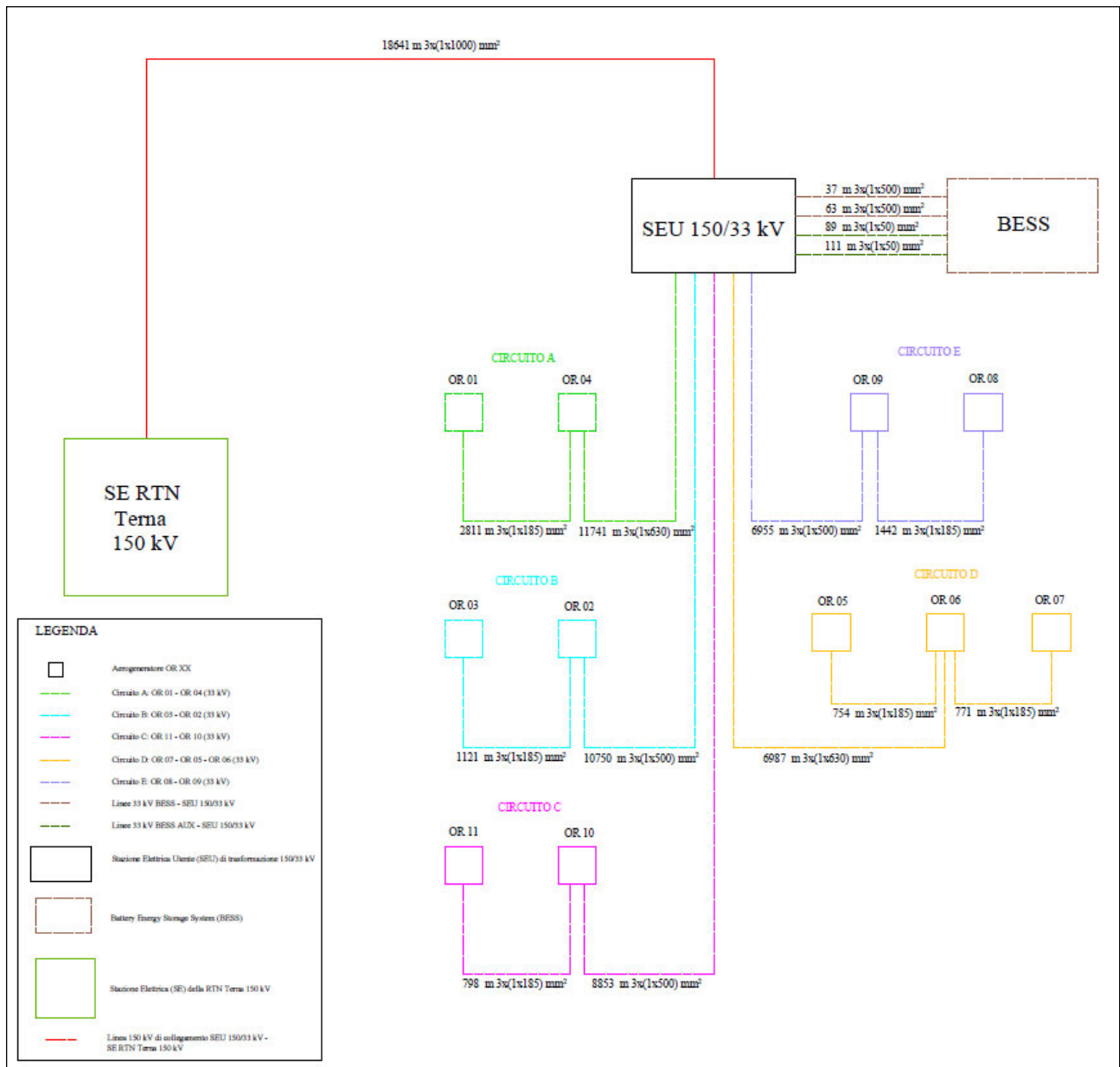


Figura 7.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Orgosolo-Oliena (nello schema è altresì riportato il collegamento di Alta Tensione tra la SEU 150/33 kV e la SE RTN 150 kV, come successivamente trattato nel dettaglio)

Nel seguito è riportata la planimetria di distribuzione delle linee a 33 kV e della linea a 150 kV (maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto “Planimetria sottocampi elettrici MT su CTR (generale)” e “Planimetria sottocampi elettrici MT (circuiti), collegamento BESS e linea AT su CTR”).

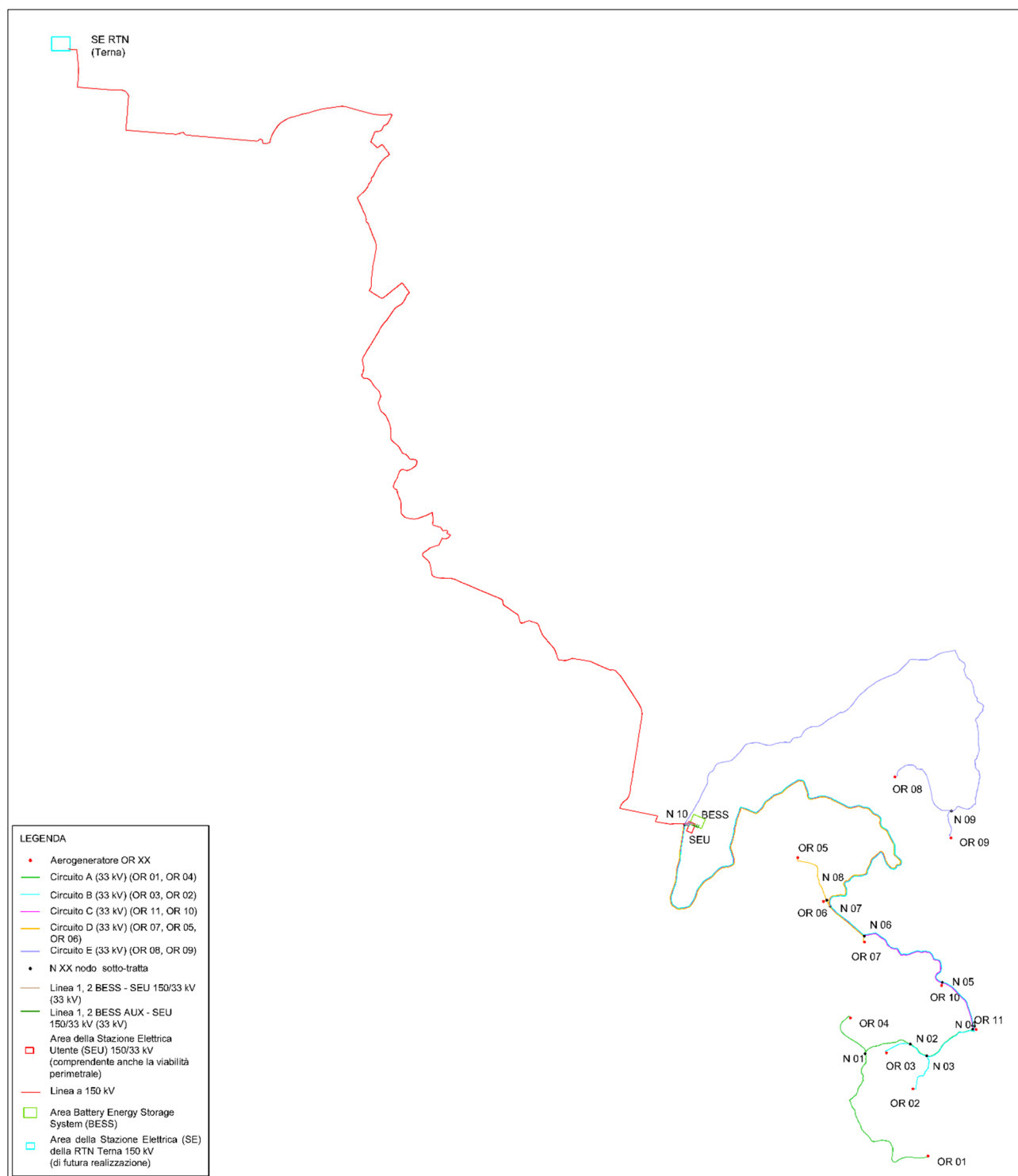


Figura 7.2: Planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV e a 150 kV, SEU 150/30 kV, BESS e SE RTN Terna 150 kV

Nelle figure seguenti sono esplicitati i dettagli della planimetria di cui sopra (i nodi N XX rappresentano elementi fittizi di disegno introdotti per definire univocamente il numero di circuiti in parallelo presenti in una sotto-tratta o il numero di terne di cavi in parallelo in una sotto-tratta nel caso di collegamento tra BESS e SEU 150/33 kV).

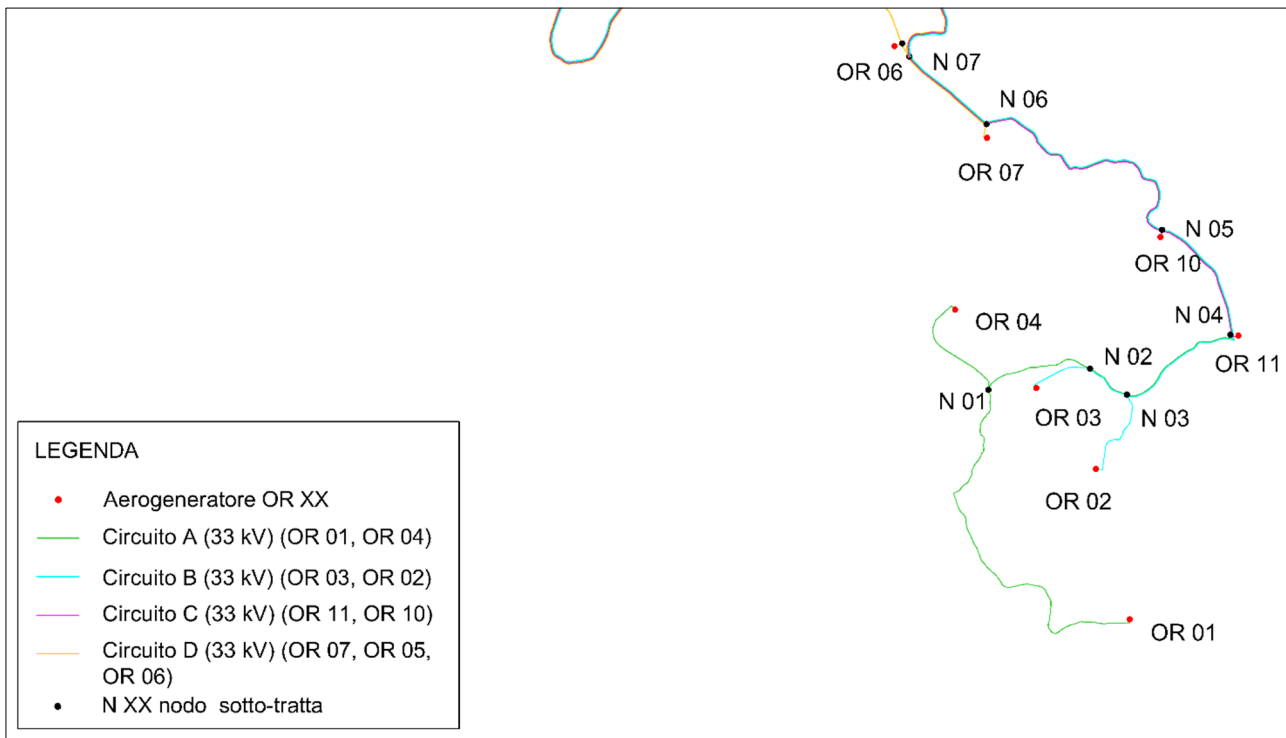


Figura 7.3: Dettaglio 1 planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV

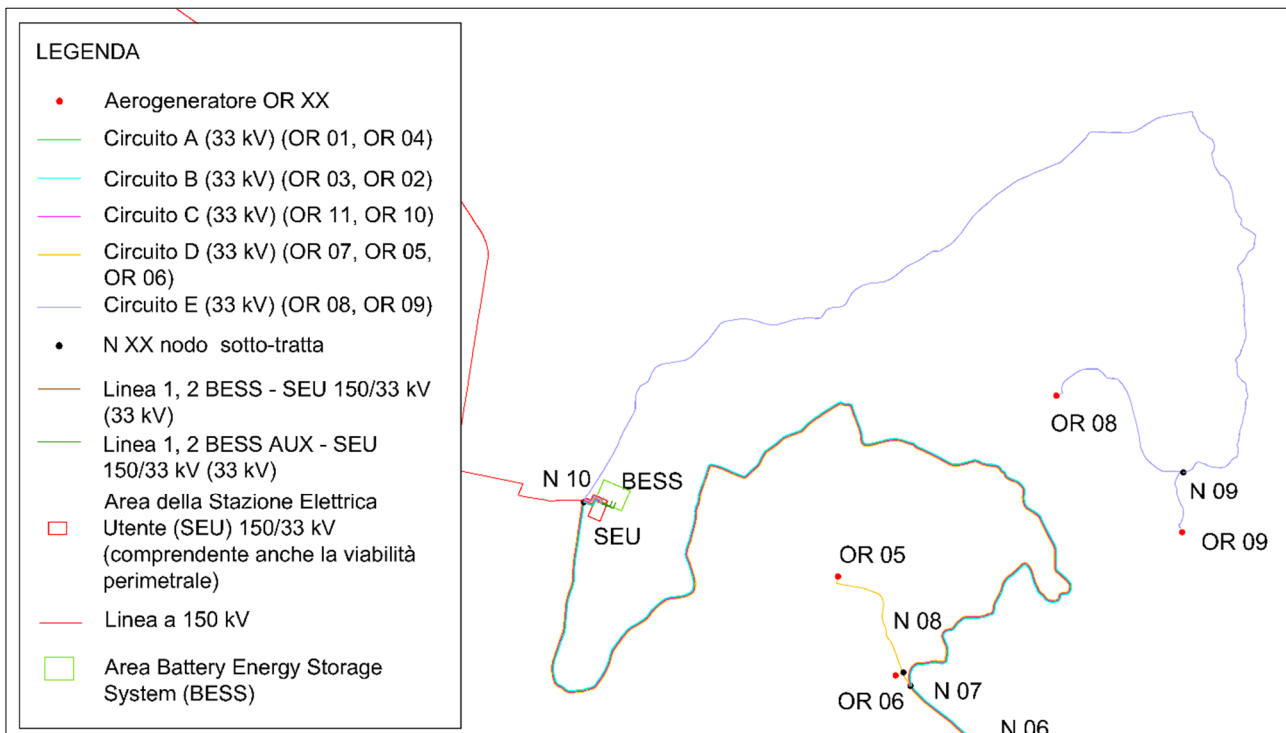


Figura 7.4: Dettaglio 2 planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV

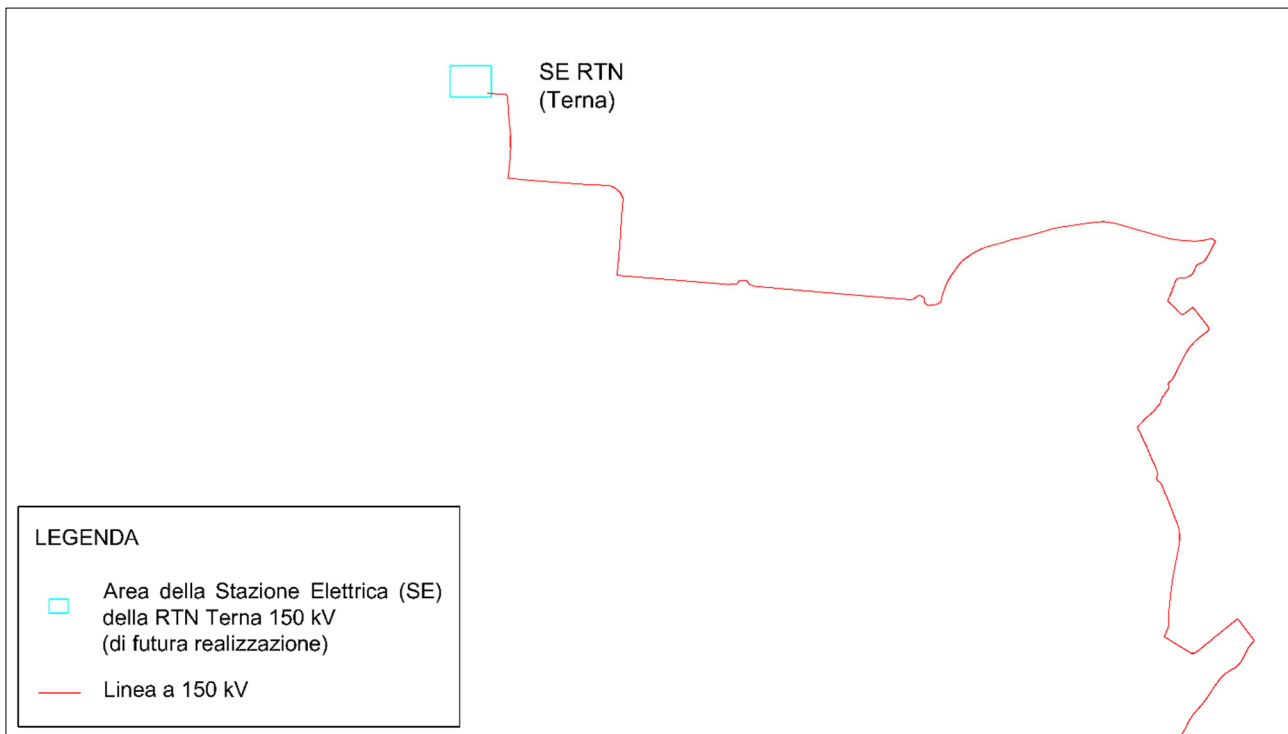


Figura 7.5: Dettaglio 3 planimetria generale di distribuzione linea a 150 kV

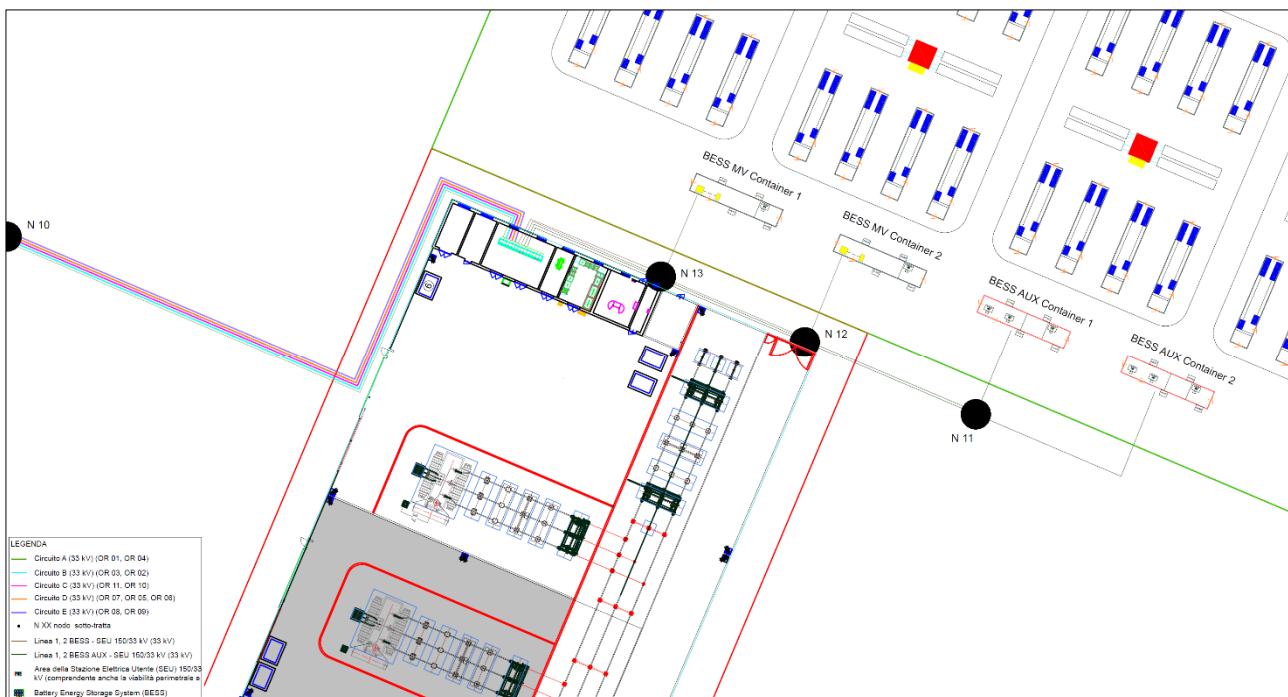


Figura 7.6: Dettaglio 4 arrivo linee a 33 kV al quadro MT della SEU 150/33 kV e partenza linea a 150 kV dalla SEU 150/33 kV (le distanze tra le terne di cavi a 33 kV di circuiti distinti in parallelo non sono in scala essendo state maggiorate per chiarezza di rappresentazione; nel seguito della trattazione tali distanze sono indicate così come la larghezza e la profondità dello scavo di ogni sotto-tratta elettrica)

Le lunghezze e sezioni dei cavi per ogni linea a 33 kV che costituisce una tratta del circuito o che è necessaria per il collegamento tra la SEU 150/33 kV e il BESS sono indicate nelle tabelle seguenti.

PARCO EOLICO ORGOSOLO - OLIENTA					
CIRCUITO A	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
OR 01 - OR 04	2811	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 04 - SEU 150/33 kV	11741	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO B	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
OR 03 - OR 02	1121	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 02 - SEU 150/33 kV	10750	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO C	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
OR 11 - OR 10	798	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 10 - SEU 150/33 kV	8853	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO D	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
OR 07 - OR 06	771	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 05 - OR 06	754	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 06 - SEU 150/33 kV	6987	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO E	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
OR 08 - OR 09	1442	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
OR 09 - SEU 150/33 kV	6955	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

Tabella 7.4: Lunghezze e sezioni linee a 33 kV relativamente ai circuiti elettrici

Linee BESS - SEU 150/33 kV	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
Linea 1 BESS - SEU 150/33 kV	37	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 2 BESS - SEU 150/33 kV	63	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linee BESS AUX - SEU 150/33 kV	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
Linea 1 BESS AUX - SEU 150/33 kV	89	50	AL 3x(1x50)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 2 BESS AUX - SEU 150/33 kV	111	50	AL 3x(1x50)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

Tabella 7.5: Lunghezze, sezioni e modello dei cavi a 33 kV per le linee elettriche BESS – SEU 150/33 kV

Tenendo presente lo schema a blocchi riportato nella **Figura 7.1** e le **Figure 7.2 ÷ 7.6**, nelle tabelle seguenti è riportata la suddivisione in sotto-tratte delle linee elettriche a 33 kV.

SOTTO-TRATTA					CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D		CIRCUITO E	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA TRINCEA [m]	PROFONDITA' TRINCEA [m]	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO
OR 01	N 01	2144	0,47	1,1	1	3x(1x185)								
OR 04	N 01	667	0,79	1,1	2	3x(1x185) + 3x(1x630)								
N 01	N 02	598	0,47	1,1	1	3x(1x630)								
OR 03	N 02	355	0,47	1,1			1	3x(1x185)						
N 02	N 03	246	0,79	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)						
OR 02	N 03	520	0,79	1,1			2	3x(1x185) + 3x(1x500)						
N 03	N 04	696	0,79	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)						
OR 11	N 04	39	0,47	1,1					1	3x(1x185)				
N 04	N 05	720	1,1	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)				
OR 10	N 05	39	0,79	1,1					2	3x(1x185) + 3x(1x500)				
N 05	N 06	1413	1,1	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)				
OR 07	N 06	108	0,47	1,1							1	3x(1x185)		
N 06	N 07	538	1,43	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)		
N 07	N 08	85	0,79	1,1							2	3x(1x185) + 3x(1x630)		
OR 05	N 08	715	0,47	1,1							1	3x(1x185)		
OR 06	N 08	39	1,1	1,1							3	2x(3x(1x185)) + 3x(1x630)		
N 07	N 10	6807	1,43	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x630)		
OR 08	N 09	1082	0,47	1,1									1	3x(1x185)
N 09	N 09	360	0,79	1,1									2	3x(1x185) + 3x(1x500)
N 09	N 10	6541	0,47	1,1									1	3x(1x500)
N 10	SEU 150/33 kV	102	1,75	1,1	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)

Tabella 7.6: Suddivisione in sotto-tratte delle linee elettriche associate ai circuiti

SOTTO-TRATTA					Linea 1 BESS - SEU 150/33 kV		Linea 2 BESS - SEU 150/33 kV		Linea 1 BESS AUX - SEU 150/33 kV		Linea 2 BESS AUX - SEU 150/33 kV	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA TRINCEA [m]	PROFONDITA' TRINCEA [m]	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO	N. TERNE	FORMAZIONE CAVO
BESS AUX Container 2	N 11	35	0,47	1,1							1	3x(1x50)
BESS AUX Container 1	N 11	13	0,47	1,1					1	3x(1x50)		
N 11	N 12	26	0,79	1,1					1	3x(1x50)	1	3x(1x50)
BESS MV Container 2	N 12	13	0,47	1,1			1	3x(1x500)				
N 12	N 13	26	1,11	1,1			1	3x(1x500)	1	3x(1x50)	1	3x(1x50)
BESS MV Container 1	N 13	13	0,47	1,1	1	3x(1x500)						
N 13	SEU 150/33 kV	24	1,43	1,1	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)	1	3x(1x50)	1	3x(1x50)

Tabella 7.7: Singole sotto-tratte delle linee elettriche a 33 kV per le linee BESS-SEU

8. CAVI ELETTRICI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE

Il cavo previsto per il collegamento di tutte le tratte in Media Tensione è il tipo ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAGTM (o similari), a norma IEC 60502-2 e HD 620, del primario costruttore Prysmian.

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, il semiconduttivo interno è costituito da materiale elastomerico estruso, l'isolante è in mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE), il semiconduttivo esterno è costituito da materiale in mescola estrusa.

La schermatura è realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, la protezione meccanica è in materiale polimerico (Air Bag) e la guaina è in polietilene di colore rosso e qualità DMP 2.

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, a trifoglio, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa.

I cavi sono collocati in trincee ad una profondità di posa di 1 m dal piano del suolo su un sottofondo di sabbia di spessore di 0,1 m e la distanza di separazione delle terne adiacenti in parallelo sul piano orizzontale è pari a 0,20 m.

Una lastra protettiva, installata nella parte soprastante, assicura la protezione meccanica del cavo, mentre un nastro monitor ne segnala la presenza.

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 - 17, tale modalità di posa potrà essere modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un'adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

I fattori di progetto presi in considerazione per l'installazione dei cavi sono i seguenti:

- temperatura massima del conduttore pari a 90°C;
- temperatura aria ambiente di 30 °C;
- temperatura del terreno di 20°C;
- resistività termica del terreno pari a 1,5 K m/W;
- tensione nominale pari a 30 kV;
- frequenza pari a 50 Hz;
- profondità di posa di 1,00 m dal piano del suolo.

Nel seguito è rappresentato il dettaglio dei tipologici di posa, come anche riportato nell'elaborato di progetto "OROE077 Sezione tipica della trincea cavidotto AT", nel quale le misure sono espresse in mm.

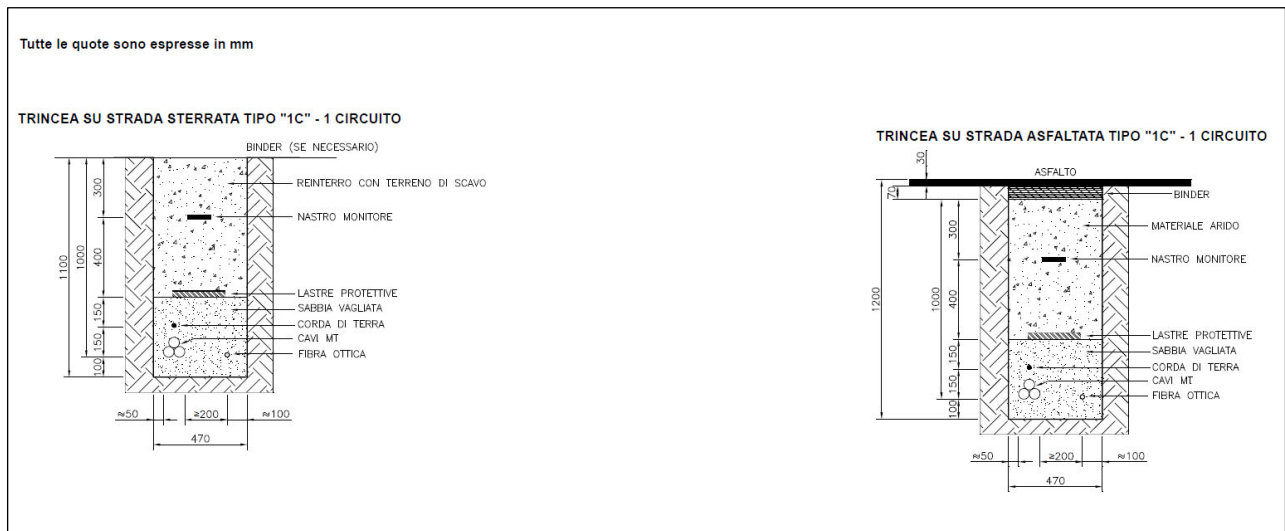


Figura 8.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per una terna di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

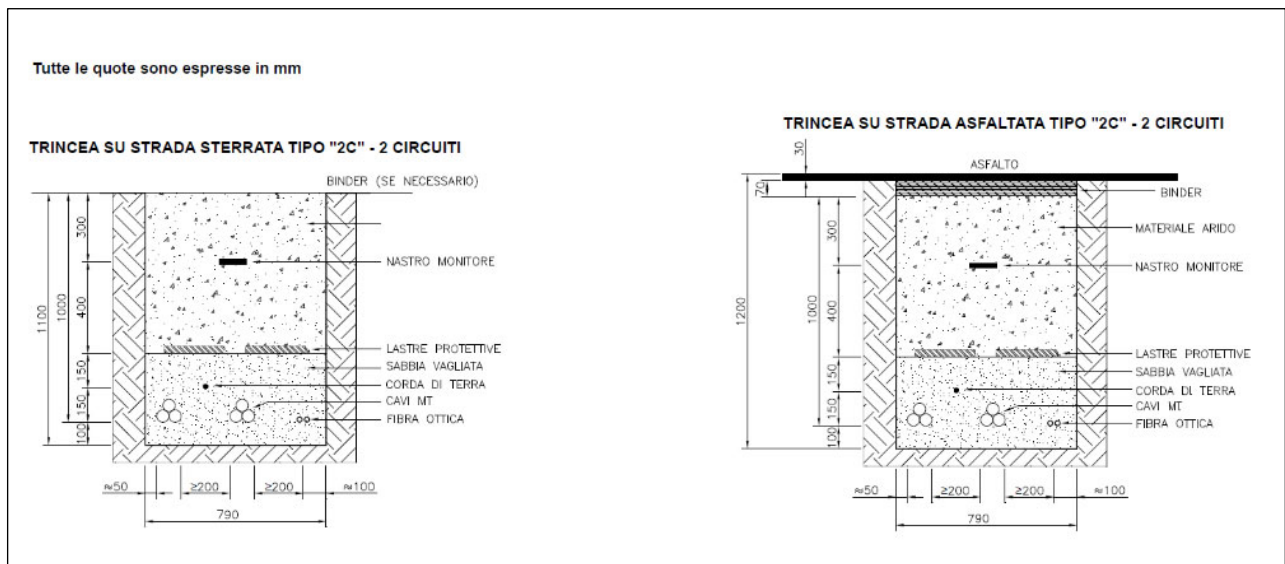


Figura 8.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

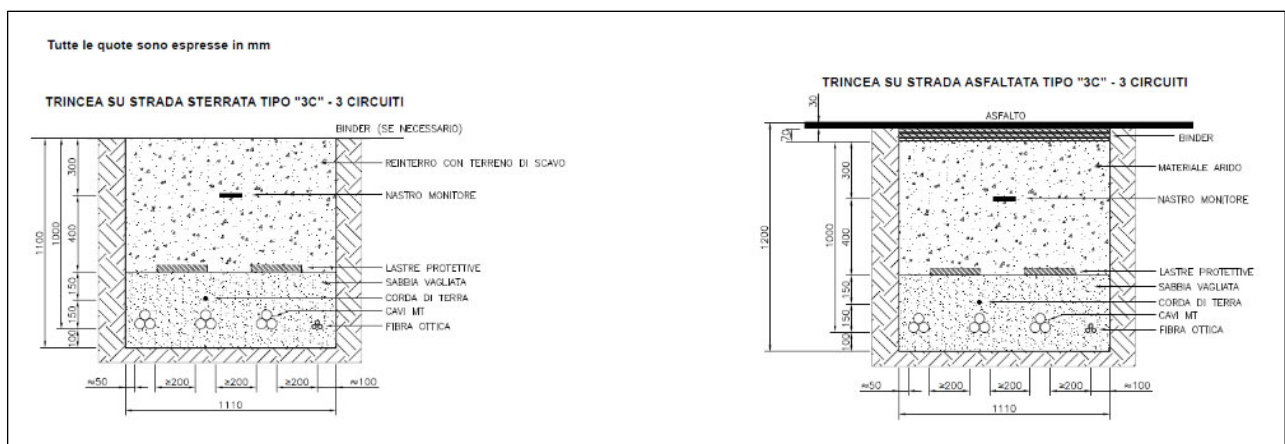


Figura 8.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per tre terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

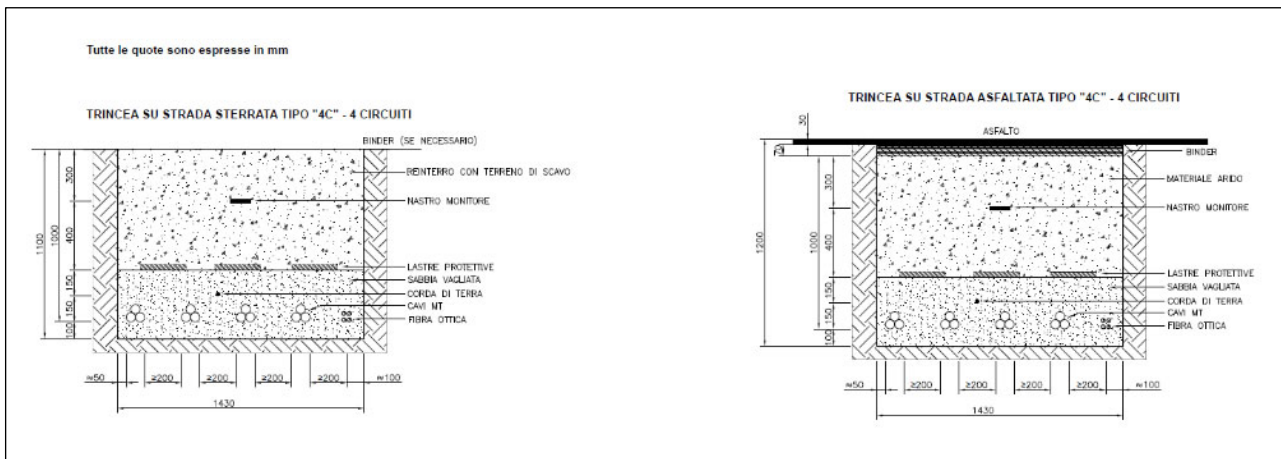


Figura 8.4: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per quattro terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

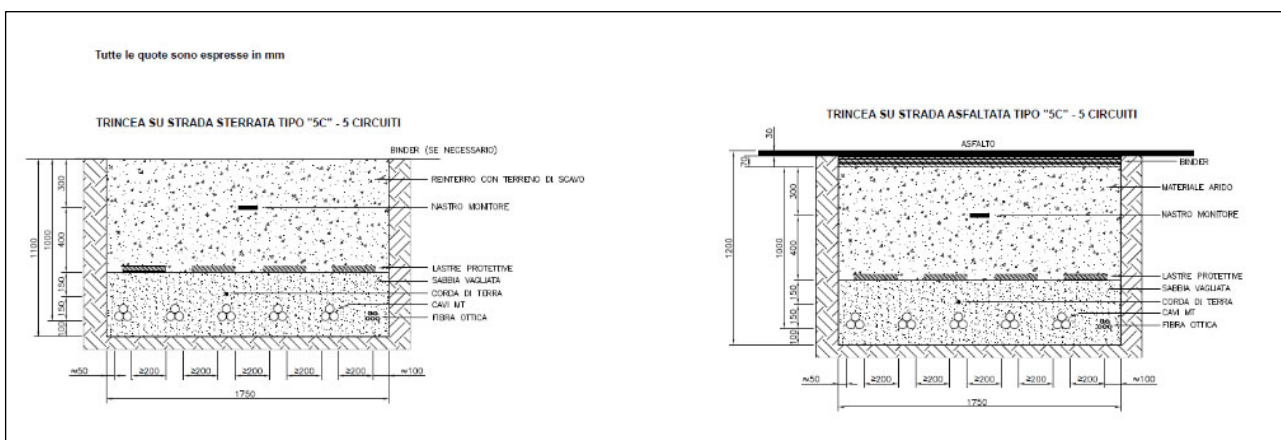


Figura 8.5: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per cinque terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

I cavi sono opportunamente segnalati grazie ai picchetti segnalatori, posizionati a distanze non superiori a 50 m sui tratti rettilinei e in corrispondenza di punti di cambio direzione del percorso e dei giunti.

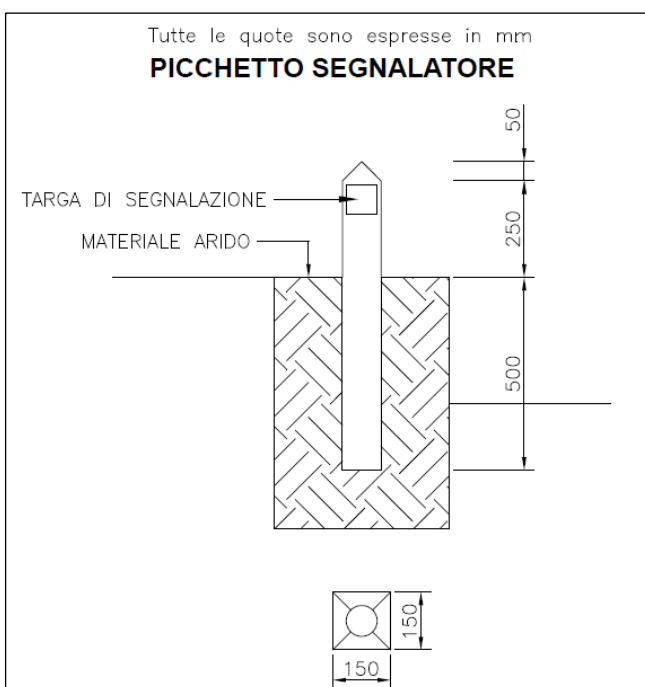


Figura 8.6: Sezione tipica del picchetto segnalatore

9. COESISTENZA TRA I CAVI ELETTRICI INTERRATI E COLLEGAMENTI INTERRATI DI ALTRA NATURA

9.1. Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con i cavi di telecomunicazioni è buona norma disporre i due cavi sui lati opposti della strada e, ove tale situazione non può essere verificata, è auspicabile mantenere i 2 cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Nei casi in cui anche tale ultima distanza non possa essere rispettata è necessario adoperare alcuni dispositivi di protezione dei cavi quali tubazioni in acciaio zincato a caldo o in materiale plastico conforme alle norme CEI in vigore e cassette metalliche con zincatura a caldo.

Qualora i cavi in parallelo avessero una differenza di quota almeno pari a 0,15 m i dispositivi di protezione di cui sopra potrebbero essere omessi per il cavo interrato ad una maggiore profondità.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui ambo i cavi siano disposti all'interno dello stesso manufatto, nel quale, tuttavia, è necessario evitare contatti meccanici diretti e disporre i cavi stessi in distinte tubazioni.

9.2. Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con tubazioni metalliche interrate, quali per esempio oleodotti e acquedotti, necessarie al trasporto di fluidi, è necessario disporre i due cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Tale distanza può non essere rispettata nel caso in cui la differenza di quota tra le superfici esterne cavo energia-tubazione metallica sia superiore a 0,50 m o nel caso in cui sia compresa tra 0,30 e 0,50 m, si frappongano tra le 2 strutture elementi non metallici e la tubazione non sia interna ad un dispositivo di protezione non metallico.

Inoltre, le superfici esterne dei cavi di energia interrati devono essere distanti almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti gas o liquidi infiammabili, mentre i cavi di energia e le tubazioni metalliche non devono essere contenute negli stessi dispositivi di protezione.

Si rende necessario realizzare giunzioni sui cavi di energia ad una distanza di almeno 1 m da ogni eventuale punto di incrocio, tranne nei casi in cui la distanza tra le superfici esterne del cavo di energia e della tubazione metallica o dispositivo di protezione sia superiore a 0,50m.

Nel caso di coesistenza tra cavi di energia, interrati secondo la modalità di posa a M (protezione meccanica) o L (senza protezione meccanica), e gasdotti è possibile adottare le distanze di rispetto di cui

sopra purché siano rispettate al contempo le disposizioni presenti nelle “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

9.3. Incroci di cavi

Nel caso di incroci tra cavi di energia è necessario rispettare una interdistanza di almeno 0,30 m e proteggere il cavo disposto a profondità superiore per una lunghezza di almeno 1 m adoperando i dispositivi di protezione di cui al paragrafo 9.1, da disporre in maniera simmetrica rispetto alla disposizione del cavo a profondità inferiore.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui i 2 cavi sono contenuti in 2 dispositivi di protezione di caratteristiche analoghe.

10. COLLEGAMENTO IN FIBRA OTTICA

Come si evince dalle figure precedenti, oltre alle terne di cavi presenti in trincea, è previsto un collegamento in **fibra ottica**, da adoperare per controllare e monitorare gli aerogeneratori.

Per realizzare il sistema di telecontrollo dell'intero impianto, come previsto dal progetto, si adopera un cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione, corredato degli accessori necessari per la relativa giunzione e attestazione, essendo lo stesso adatto alla condizione di posa interrata e tale da assicurare un'attenuazione accettabile di segnale.

Il cavo in fibra è posato sul tracciato del cavo mediante l'utilizzo di tritubo in PEHD e le modalità di collegamento seguono lo schema di collegamento elettrico degli aerogeneratori (“OROE070 Schema rete di comunicazione in Fibra Ottica (FO)”).

11. IMPIANTO DI TERRA

Il progetto prevede di adoperare un conduttore di terra di collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori consistente in una corda di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm², interrata all'interno della trincea in cui sono posati i cavi a 33 kV e i cavi in fibra ottica e ad una profondità di 0,850 m e 0,950 m dal piano del suolo rispettivamente nel caso di strada sterrata o asfaltata (“OROE072 Schema rete di terra impianto eolico”).

Al fine di evitare, in presenza di eventuali guasti, il trasferimento di potenziale agli elementi sensibili circostanti, come tubazioni metalliche, sottoservizi, in corrispondenza di attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto, si prevede di adoperare un cavo Giallo-Verde avente diametro superiore a 95 mm² del tipo FG16(O)R.

Il cavo di cui sopra è opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, è inserito da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza e assicura una resistenza analoga a quella della corda di rame nudo di 95 mm².

In definitiva, si realizza una maglia di terra complessiva in grado di ottenere una resistenza di terra con un più che sufficiente margine di sicurezza in accordo con la Normativa vigente.

Per quanto riguarda l'esecuzione dei cavidotti, sono previste 3 fasi:

- fase 1 di apertura delle piste quando necessario;
- fase 2 in cui avviene la posa dei cavi;
- fase 3 in cui si realizza la finitura stradale.

In particolare, durante la fase 1 si realizza l'apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di 30 cm.

Durante la fase 2 si realizza lo scavo a 1,10 m di profondità dalla quota di progetto stradale finale, si colloca una corda di rame e la si riempie con terreno vagliato proveniente dagli scavi.

Successivamente sono inserite le terne di cavo previste dallo schema di progetto, i cavi in fibra ottica con reinterro di materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. e materiale proveniente dagli scavi compattato, al di sopra del quale è installata una lastra protettiva.

Il passo successivo consiste nell'inserimento del nastro segnalatore dei cavi sottostanti, nel reinterro, solitamente per 30 cm, di materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale prima steso.

Infine, durante la fase 3, avviene la stesura dello strato di finitura stradale per 3 cm fino al piano stradale di progetto.

Solitamente per lo strato inserito nella Fase 2 si adopera materiale proveniente da cava e/o si riutilizza materiale precedentemente estratto.

12. STAZIONE IN CONDIVISIONE E STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 150/33 KV

Il progetto prevede che l'impianto eolico, costituito da 11 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MW e collegati tra loro mediante un cavidotto interrato alla tensione nominale di 33 kV, e da un BESS di potenza di 30,6 MW, convogli l'elettricità presso una Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV, da ubicarsi nel Comune di Orgosolo (NU) (elaborati di progetto "OROE062 Inquadramento Sottostazione Elettrica Utente su Ortofoto", "OROE063 Inquadramento Sottostazione Elettrica Utente su CTR" e "OROE064 Inquadramento Sottostazione Elettrica Utente su catastale").

All'interno della SEU 150/33 kV, contenuta in una stazione in condivisione con altro produttore, è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) ed è trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

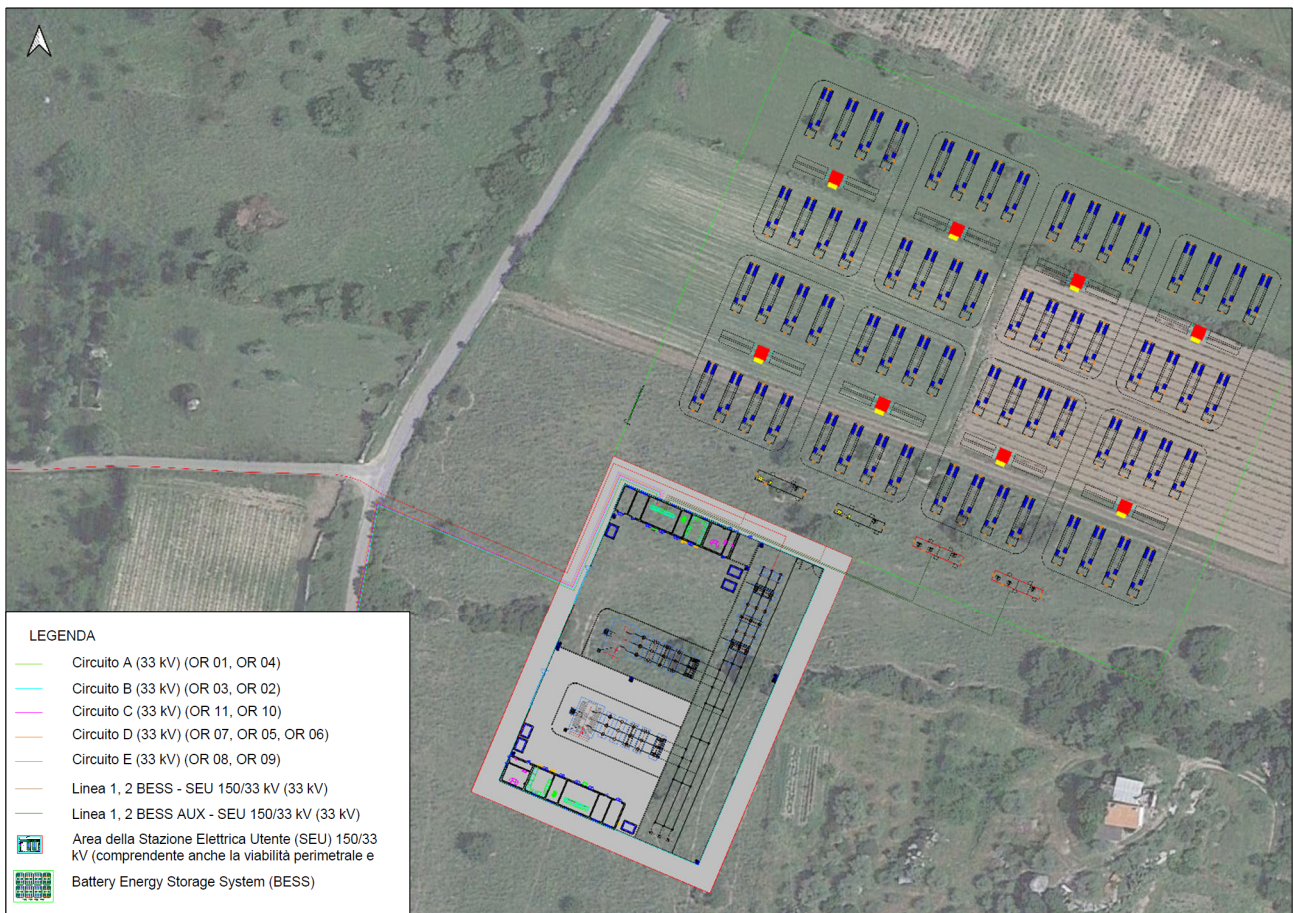


Figura 12.1: Localizzazione della SEU 150/33 kV, oltre che del BESS, nel Comune di Orgosolo (NU) su immagine satellitare

L'intera area è delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con moduli in calcestruzzo prefabbricati di altezza pari a 2,5 m.

Di seguito è riportata la planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "OROE073 Sottostazione elettrica utente - planimetria e sezioni elettromeccaniche").

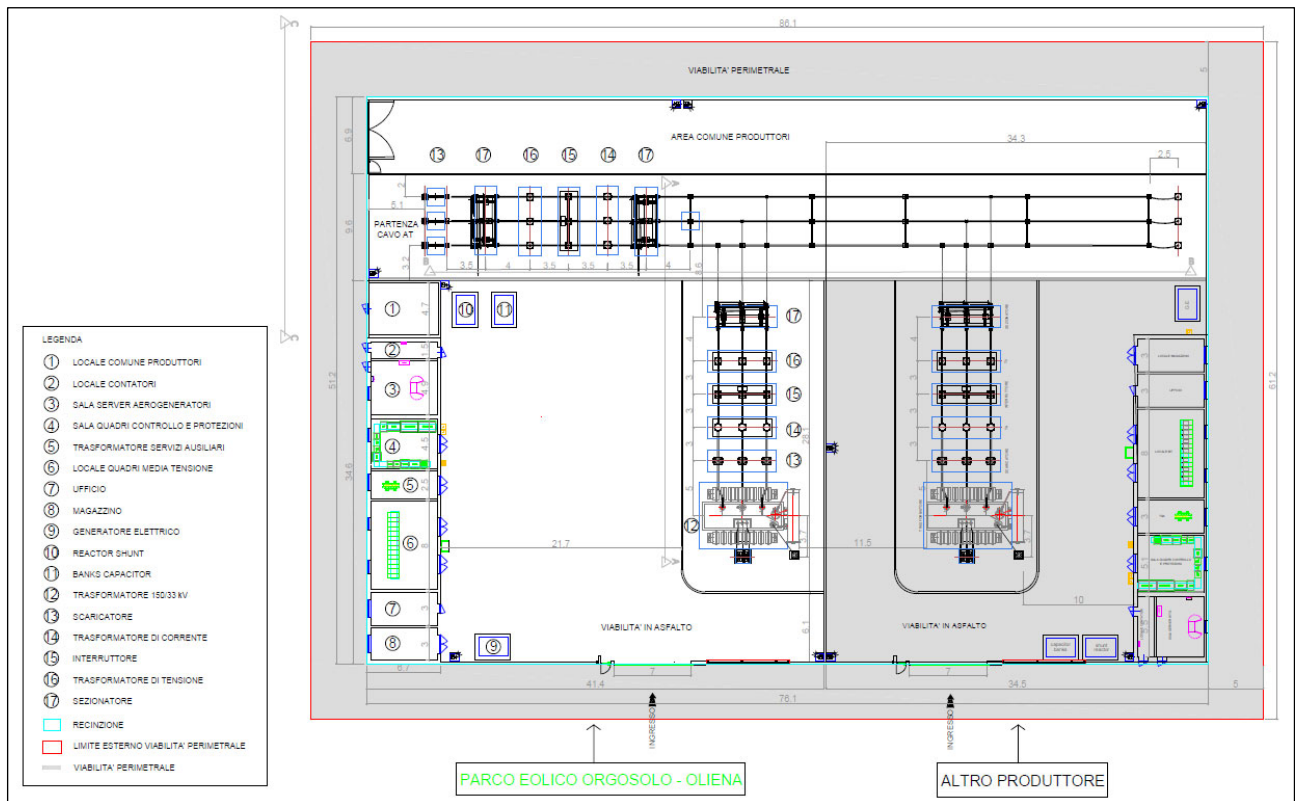


Figura 12.2: Planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV

12.1. Descrizione Stazione Elettrica Utente

Il progetto prevede che la Stazione Elettrica Utente sia costituita dalle seguenti apparecchiature:

- 1 trasformatore da 150/33 kV di potenza 140 MVA ONAN/ONAF;
- interruttori tripolari;
- 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- trasformatore di tensione;
- trasformatore di corrente;
- scaricatori;
- sezionatori tripolari.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto "OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente".

Le sezioni a 33 kV e BT sono costituite dalle seguenti apparecchiature:

- sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA (MT/BT);
- quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV;
- sistema di protezione AT, MT, BT;
- sistema di monitoraggio e controllo;
- quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri MT a 33 kV comprendono:

- scomparti di sezionamento linee di campo;
- scomparti trasformatore ausiliario;
- scomparti di misura;
- scomparto Shunt Reactor;
- scomparto Bank Capacitor.

La sezione AT 150 kV è caratterizzata da un punto di vista elettrico dai seguenti parametri:

- tensione di esercizio AT: 150 kV;
- tensione massima di sistema: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione di tenuta alla frequenza industriale:
 - Fase-fase e fase a terra: 325 kV;
 - Sulla distanza di isolamento: 375 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):
 - Fase-fase e fase terra: 750 kV;
 - Sulla distanza di isolamento: 860 kV;
- Corrente nominale sulle sbarre: 2000 A;
- Corrente nominale di stallo: 1600 A;
- Corrente di corto circuito: 31,5 kA.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del trasformatore di potenza.

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 150 +/-10 x 1,25% / 33 kV;
- Potenza di targa: 140 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd₁₁ (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: $V_{cc}=13\%$;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 150 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 170 kV.

12.2. Sistemi di misura

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di misura UTF, collegato con i dispositivi di lettura all'interno del locale misure, al fine di contabilizzare l'energia prodotta dal parco eolico.

Tale sistema è corredato da un gruppo per la misura dei consumi dei sistemi ausiliari.

In accordo con le procedure di Terna e con quanto stabilito nel Regolamento di Esercizio, è altresì predisposto un sistema di trasmissione remoto delle misure verso Terna.

12.3. Sistema di automazione

Le apparecchiature di sezionamento, manovra e di misura sono monitorate e controllate da remoto da un sistema SCADA.

12.4. Sistema di protezione

Al fine di assicurare la sicurezza del parco eolico, degli operatori, della Stazione di condivisione, contenente la SEU 150/33 kV, sono previsti tutti i sistemi di protezione.

12.5. Servizi ausiliari

L'alimentazione dei servizi ausiliari avviene mediante il trasformatore 33/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali a 33 kV.

Inoltre, un generatore ausiliario assicura la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature.

I trasformatori e il generatore ausiliario alimentano il Quadro dei Servizi Ausiliari, a cui sono collegate le utenze in corrente alternata in Bassa Tensione quali:

- ausiliari sezione a 33 kV;
- ausiliari sezione AT;
- illuminazione aree esterne;
- circuiti prese e circuiti illuminazione edificio della stazione elettrica;
- motori e pompe;
- raddrizzatore BT;
- sistema di monitoraggio;
- altre utenze minori.

Inoltre, dal Quadro dei Servizi Ausiliari verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando.

12.6. Rete di terra

Il sistema di terra previsto presso la Sottostazione è dimensionato tenendo in conto le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), le prescrizioni Terna, il tempo di eliminazione del guasto di 0,5 s e la corrente di guasto che sarà comunicata da Terna.

L'impianto di terra è costituito da una maglia di terra in corda di rame nudo di sezione minima pari a 120 mm², interrato a 60 cm dal piano del suolo e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva.

Presso il trasformatore AT/MT l'impianto di terra è costituito da ulteriori dispersori verticali.

Inoltre, il sistema di terra è collegato all'impianto di terra presso l'edificio della Sottostazione, in considerazione delle specifiche indicazioni del gestore.

La rete di terra è collegata alle apparecchiature di Alta Tensione tramite cavo di rame nudo da 125 mm².

Il collegamento tra i conduttori in rame è realizzato tramite morsetti in rame a compressione, le connessioni tra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature sono realizzate tramite capicorda e bulloni di fissaggio.

In definitiva si realizza un sistema di terra completo in grado di assicurare un sufficiente livello di sicurezza per quanto riguarda la capacità di dispersione.

Come anticipato, in sede di progettazione sarà eventualmente possibile individuare aree in cui inserire sistemi di dispersione ausiliaria, al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite sulla base delle norme citate, installare conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature e infittire la maglia di terra in corrispondenza delle apparecchiature di Alta Tensione.

12.7. Edificio di comando e controllo

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio di dimensioni in pianta di circa 34,6 m x 6,7 m in grado di contenere locali tecnici e uffici, quali:

- locale comune produttori
- locale contatori;
- sala server WTG;
- locale quadri controllo e protezioni;
- locale trasformatore per servizi ausiliari;
- locale quadri in Media Tensione a 33 kV;
- locale adibito ad ufficio;
- locale magazzino.

L'edificio di comando e controllo è completo di illuminazioni e prese e potrà subire miglioramenti nel suo assetto in fase di progettazione esecutiva.

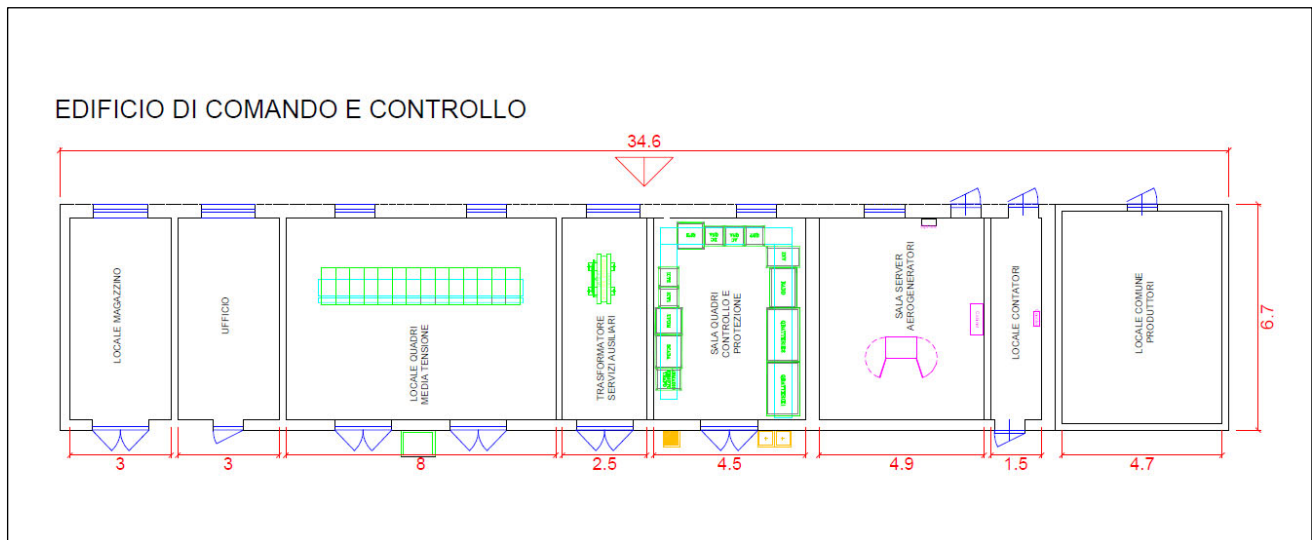


Figura 12.7.1: Edificio di comando e controllo

Maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “OROE074 Sottostazione elettrica utente - piante, prospetti e sezioni”

12.8. Analisi del rischio elettrocuzione

L’elettrocuzione si verifica con il passaggio di corrente nel corpo umano dovuto al contatto diretto tra corpo – elemento in tensione.

L’entità del danno provocato dall’elettrocuzione dipende dalla durata del fenomeno, dall’intensità della corrente che attraversa l’organismo, dalle condizioni dell’organismo coinvolto e dagli organi interessati dal passaggio di corrente.

In questa trattazione si valuta il rischio di elettrocuzione nelle seguenti situazioni:

- contatti elettrici diretti;
- contatti elettrici indiretti;
- fulminazione diretta.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici diretti**, la norma CEI 11-1 classifica le parti di impianto quali aerogeneratori e stazione di trasformazione come aree elettriche chiuse e gli elettrodotti interrati come esterni ad aree elettriche chiuse.

Pertanto, nel caso di aerogeneratori e stazione di trasformazione, le misure di protezione riguardano involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, sulla base delle misure di cui al punto 7.1.3.2 della norma stessa.

Nel caso degli elettrodotti interrati, in base al punto 7.1.3.1 della norma citata, si adottano misure di protezione contro i contatti elettrici diretti quali distanziamento e involucri (nello specifico si adoperano cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17).

Inoltre, si adoperano ulteriori accorgimenti relativamente ad eventuali contatti diretti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

La Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e la Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza vengono comunque rispettate.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici indiretti**, presso ogni aerogeneratore è realizzato un impianto di terra, costituito da anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell’aerogeneratore.

Essi sono collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all’interno dell’aerogeneratore.

Gli accorgimenti relativi ad eventuali contatti indiretti, in presenza dell’elettrodotto interrato, riguarda la posa, sul fondo dello scavo, di una treccia di rame della sezione di 90 mm², tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra.

Gli schermi dei cavi in corrispondenza dei giunti sono collegati a tale treccia.

Per quanto riguarda la sottostazione, la protezione da contatti indiretti è assicurata dall’impianto di terra, connesso a tutte le parti metalliche non in tensione e al centro stella del trasformatore.

In particolare, si prendono i seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori MT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 55 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V. In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e della Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza.

Per quanto riguarda la protezione contro le **fulminazioni dirette**, gli aerogeneratori sono dotati di un sistema di protezione, costituito da un anello di alluminio disposto sulle pale, una rete di terra intorno alla relativa fondazione e una linea di drenaggio.

12.9. Rete di smaltimento acque bianche e nere

L’area della stazione è dotata di una rete di raccolta superficiale delle acque necessaria allo smaltimento delle acque meteoriche dalle strade e dai piazzali asfaltati.

La rete è costituita da pozzetti in calcestruzzo prefabbricati con copertura in ghisa o caditoie e tubazioni in PVC con rinfiando in calcestruzzo o tubazioni in calcestruzzo.

Il sistema di raccolta è progetto sulla base delle caratteristiche pluviometriche del sito ed è in grado di assicurare lo scarico delle acque piovane con regolarità e sicurezza anche nelle condizioni di massimo deflusso.

Qualora risultasse difficoltoso smaltire le acque a causa dell'eccessiva distanza o assenza di un punto di dispersione, in sede di progettazione esecutiva potrebbero essere valutate alternative, quali ad esempio pozzi disperdenti, previo rilascio autorizzazioni e purché non influiscano negativamente sui costi di realizzazione.

Oltre al sistema di cui sopra, nell'area della stazione è prevista una rete fognaria che assicura lo smaltimento degli scarichi provenienti dai servizi igienici dell'edificio di controllo in accordo con i regolamenti locali vigenti e le normative nazionali.

12.10. Opere civili

Le principali opere civili previste riguardano:

- scavo superficiale;
- scavo di sbancamento e successivo consolidamento per garantire la necessaria qualità del sottofondo;
- eventuali opere strutturali necessarie alla preparazione dell'area (palificate e/o gabbionate);
- realizzazione della rete di terra;
- realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaia;
- realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in calcestruzzo, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,5 m;
- realizzazione di un ingresso carrabile (larghezza 7 m) e di uno pedonale, lungo il muro perimetrale;
- realizzazione accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SEU.

13. IMPIANTO BESS

L'impianto eolico è dotato di un sistema di accumulo di energia (BESS) di potenza pari a 30,6 MW.

Il BESS è localizzato nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV nel Comune di Orgosolo, come rappresentato nella **Figura 13.1** (elaborati di progetto "OROE065 Inquadramento BESS su CTR" e "OROE066 Inquadramento BESS su catastale").

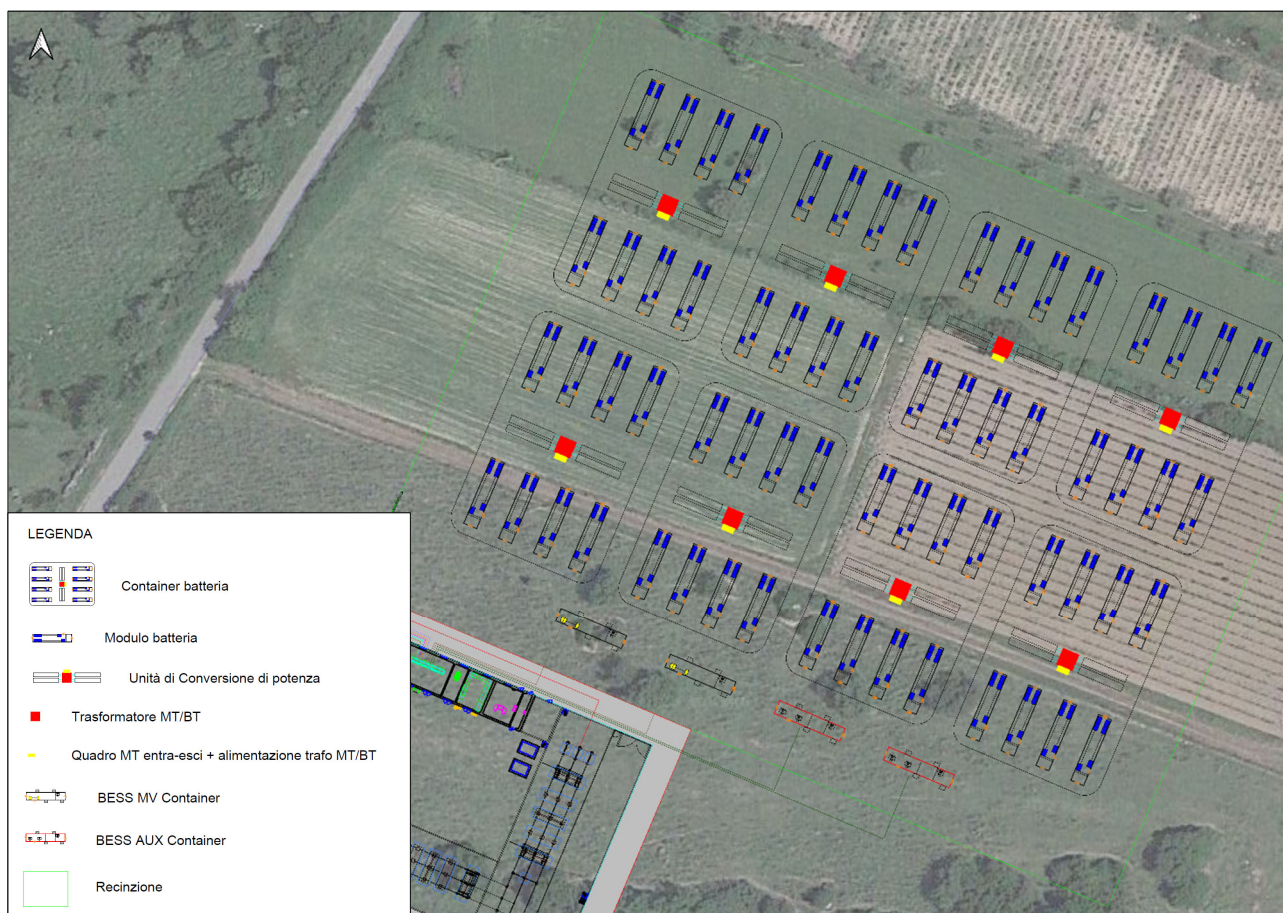


Figura 13.1: Localizzazione del BESS nel Comune di Orgosolo (NU) su immagine satellitare

Il BESS è un sistema costituito da apparecchiature e dispositivi in grado di immagazzinare a livello elettrochimico l'energia al fine di convertirla in energia elettrica in Media Tensione (nel caso specifico a 33 kV).

In particolare, il sistema BESS è costituito da un insieme di celle elettrochimiche connesse elettricamente tra loro in serie e parallelo in modo da formare i singoli moduli batterie, i quali, a loro volta, sono connessi elettricamente tra loro in serie e parallelo e assemblati in un unico sistema (armadio batteria).

Le batterie adoperate sono agli ioni di litio e presentano un'aspettativa di vita pari alla vita di impianto prevista in condizioni operative standard all'aperto.

Un sistema di controllo batterie (BMS, Battery Management System) assicura la gestione, il controllo e il monitoraggio locale degli assemblati-batterie, mentre il PCS (Power Conversion System) assicura la conversione bidirezionale della corrente da AC/DC.

La gestione e il controllo locale dell'impianto è assicurato dal Sistema di Controllo Integrato (SCI).

I componenti e le apparecchiature principali del sistema di accumulo sono di seguito elencati:

- celle elettrochimiche;
- moduli batterie;
- sistema di gestione, controllo e monitoraggio locale delle batterie (BMS);
- sistema di conversione di corrente AC/DC (PCS);
- sistema di gestione e controllo dell'impianto (SCI);
- trasformatori di potenza 33 kV/BT;
- quadri elettrici 33 kV;
- sistema di misurazione;
- servizi ausiliari;
- sistema SCADA in grado di garantire la supervisione, il controllo e la raccolta dei dati relativi all'impianto;
- container batterie.

Nella **Figura 13.2** è rappresentata la configurazione della unità base presa in considerazione, ovvero quella costituita da 8 batterie e avente potenza nominale pari a 4 MW (8 h, ore di funzionamento) (in fase di progettazione esecutiva sarà possibile adottare soluzioni diverse che assicurino la potenza complessiva di 30,6 MW).



Figura 13.2: Unità base da 4 MW del BESS

Il sistema BESS è ottenuto replicando 8 unità da 3,825 MW (tale valore di potenza è riferito al massimo contributo al punto di connessione della singola unità e non alla potenza nominale della stessa) per una potenza totale di 30,6 MW (la replicazione delle 8 Sub-Unit da 4 MW corrisponderebbe ad una potenza

complessiva di 32 MW, superiore a quella richiesta, motivo per cui si è ridotto proporzionalmente la taglia delle singole unità).

Considerando la configurazione di base sopra rappresentata, il BESS avrebbe il layout rappresentato nella **Figura 13.3**.

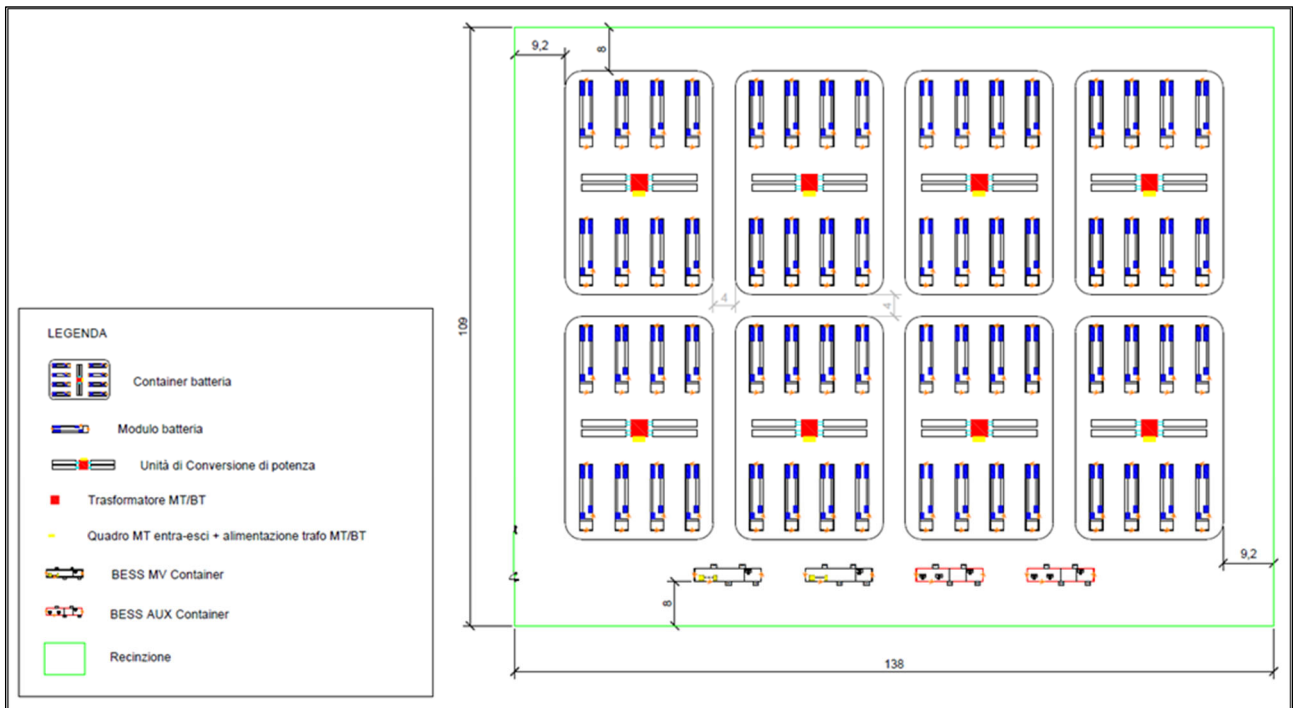


Figura 13.3: Configurazione BESS di potenza 30,6 MW

Le Sub-Unit sono suddivise in 2 gruppi da 4 Sub-Unit, collegate tra loro in entra – esci e ognuno di tali gruppi è collegato ad a un BESS MV Container, contenente i quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV e collegato alla SEU 150/33 kV tramite 2 cavi interrati a 33 kV, come esplicitato nella **Tabella 5.2.2** e nella **Tabella 5.2.4** con riferimento alle singole sotto-tratte a 33 kV.

Nella **Tabella 13.1** è indicato anche il valore di potenza assorbita dai sistemi ausiliari dell’impianto (il valore di potenza assorbita dai sistemi ausiliari è fissato al 7 % della potenza totale del BESS, ovvero $0,07 \times 30,6 \text{ MW} = 2,142 \text{ MW}$).

I sistemi ausiliari sono in grado di assicurare servizi ausiliari quali:

- illuminazione esterna dell’area del BESS;
- sistema per la ventilazione delle batterie;
- illuminazione interna all’area BESS e di sicurezza;
- alimentazione per i sistemi di controllo.

L’alimentazione dei servizi ausiliari avviene in Bassa Tensione (400/230 V) e il numero di cabine di trasformazione (BESS AUX Container) per la connessione alla Media Tensione d’impianto (33 kV) è pari a 2 (uno per ogni gruppo di batterie) (elaborato di progetto “OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente”).

Il collegamento tra il BESS AUX Container e il quadro elettrico a 33 kV della SEU 150/33 kV, come trattato in precedenza, è realizzato tramite 2 terne di cavi interrato a 33 kV, come esplicitato nella **Tabella 7.5** e nella **Tabella 7.7** con riferimento alle singole sotto-tratte a 33 kV.

Gruppo	Numero Sub-Unit	Potenza richiesta al punto di connessione della singola Sub-Unit (Contributo al PoC) [MW]	Potenza servizi ausiliari [MW] (7% * P _{poc})
Gruppo 1	4	0,26775	1,071
Gruppo 2	4	0,26775	1,071

Tabella 13.1: Potenza al punto di connessione e potenza dei servizi ausiliari dei gruppi delle Sub - Unit

All'interno dell'area d'impianto la disposizione delle Sub-Unit è tale da garantire una reciproca distanza di 4 m, necessaria per le strade interne, e una distanza di almeno 8 m dalla recinzione (elaborati di progetto "OROE080 Planimetria architettonica BESS su CTR", "OROE081 Planimetria architettonica BESS su Ortofoto" e "OROE082 Planimetria architettonica BESS su catastale").

Al fine di installare il sistema di accumulo è realizzato un piazzale parzialmente in rilevato e parzialmente in scavo con le relative scarpate opportunamente inerbite con graminacee e arbusteti di macchia mediterranea presenti in sito.

Il piazzale è delimitato con una recinzione a maglie metalliche installata su un cordolo in cemento armato.

Al fine di mitigare l'impatto visivo dell'opera si prevede la piantumazione di alberi lungo il perimetro del piazzale e internamente all'area recintata. In particolare, verranno piantati alberi sempre verdi presenti nell'area d'impianto tipo *Quercus ilex*.

I containers sono poggiati su fondazioni in calcestruzzo armato e raggruppati in isole delimitate da cordoni di altezza 10 cm e pavimentate con calcestruzzo impermeabile.

La parte restante del piazzale, necessario alla gestione e manutenzione dell'impianto, è, invece, realizzata con misto stabilizzato.

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche ricadenti sul BESS, essendo l'impianto ubicato in un'area dedicata senza collegamenti con impianti esistenti, il progetto prevede la realizzazione di un impianto idraulico apposito, necessario all'allontanamento delle acque dalle superfici impermeabilizzate delle isole BESS e dai container, in accordo ai regolamenti Regionali.

Le acque di prima pioggia sono collettate, tramite adeguato pozzetto scolmatore, in un'apposita vasca di trattamento (vasca di prima pioggia), dotata altresì di disoleatore con filtro a coalescenza Class I, posta subito fuori dell'impianto BESS, opportunamente dimensionata in base al volume di acque da trattare.

Le acque così trattate e le acque di seconda pioggia, prima di essere scaricate al punto di recapito, sono laminate in base alla massima portata consentita allo scarico in accordo alle indicazioni degli Enti preposti.

Le acque meteoriche impattanti i trasformatori MT/BT sono raccolte con una rete dedicata e inviate ad un disoleatore con filtro a coalescenza Class I, per garantire i limiti allo scarico secondo il D.Lgs 152/2006.

Le acque reflue antincendio impattanti sul container BESS, nel caso venga usato il dry-pipe, sono altresì raccolte in una vasca di contenimento e smaltite con autobotti come rifiuto liquido.

La vasca è impermeabile e intercettata all'ingresso con una valvola, tenuta normalmente chiusa e aperta poi manualmente da un operatore prima dell'azionamento del dry-pipe.

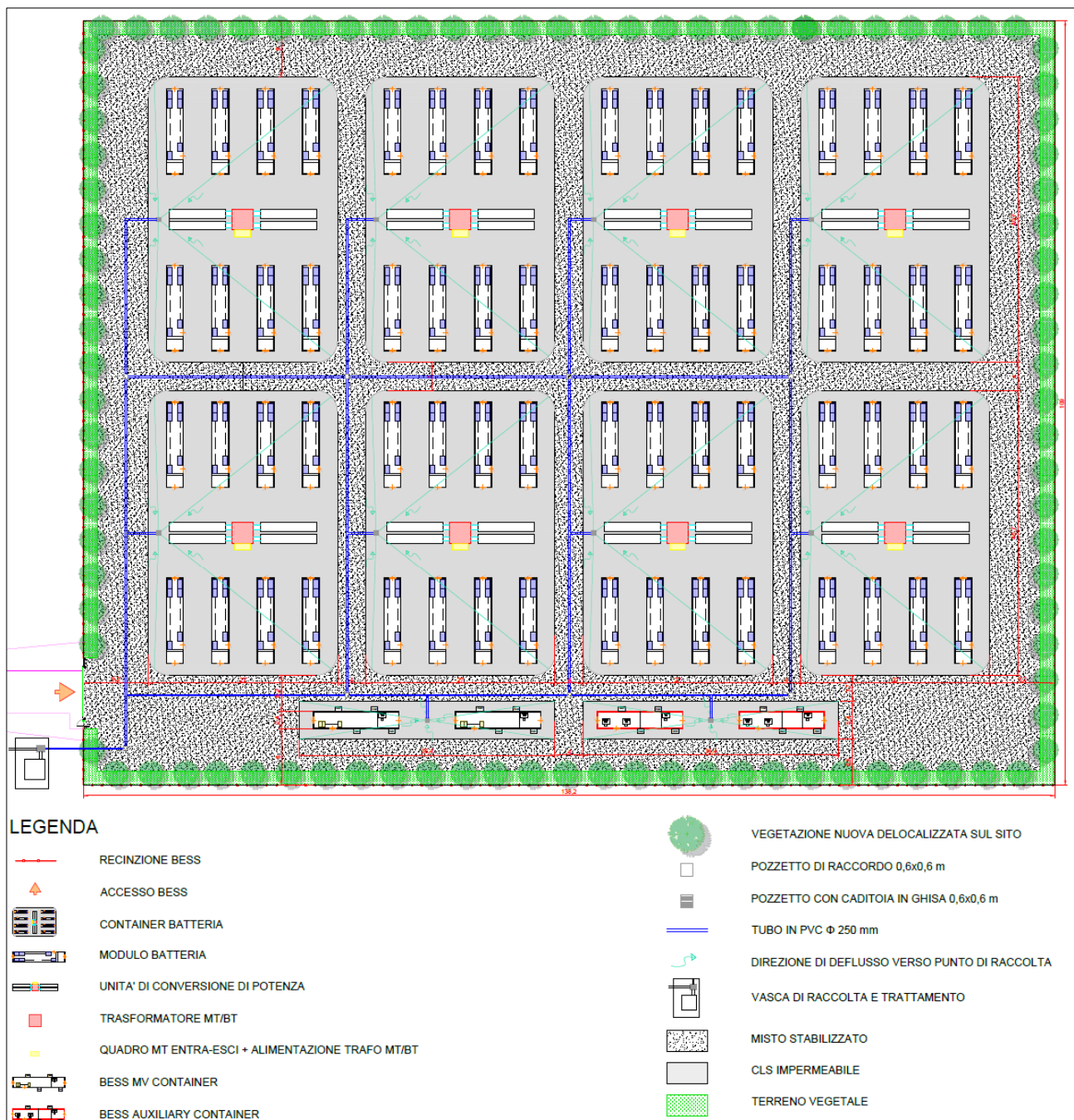


Figura 13.4: Impianto di raccolta acque meteoriche e di funzionamento

14. CAVO ELETTRICO INTERRATO IN ALTA TENSIONE

Il collegamento tra la SEU 150/33 kV e la Stazione Elettrica 150 kV della RTN Terna di Nuoro è realizzato tramite linea direttamente interrata a 150 kV di lunghezza di 18,641 km ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E a 150 kV di sezione 1000 mm², in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U₀/U_n (U_{max}) 87/150 (170 kV) kV, portata nominale di 750 A, schermo semiconduttivo dell'isolamento, schermo metallica e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

I cavi sono caratterizzati da una posa a trifoglio, sono posati a 1,60 m dal piano di calpestio e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di 0,4 m di sabbia, al di sopra del quale una lastra protettiva in cemento ne assicurerà la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano di calpestio un nastro monitore ha lo scopo di segnalare la presenza dei cavi al fine di evitarne eventuali danneggiamenti seguenti ad eventuali scavi da parte di terzi.

La terna di cavi in AT è distante sul piano orizzontale almeno 0,3 m dal cavo in fibra ottica, mentre nel letto di sabbia è previsto anche un cavo unipolare di protezione, così come rappresentato nel dettaglio dell'elaborato di progetto "OROE077 Sezione tipica della trincea cavidotto AT".

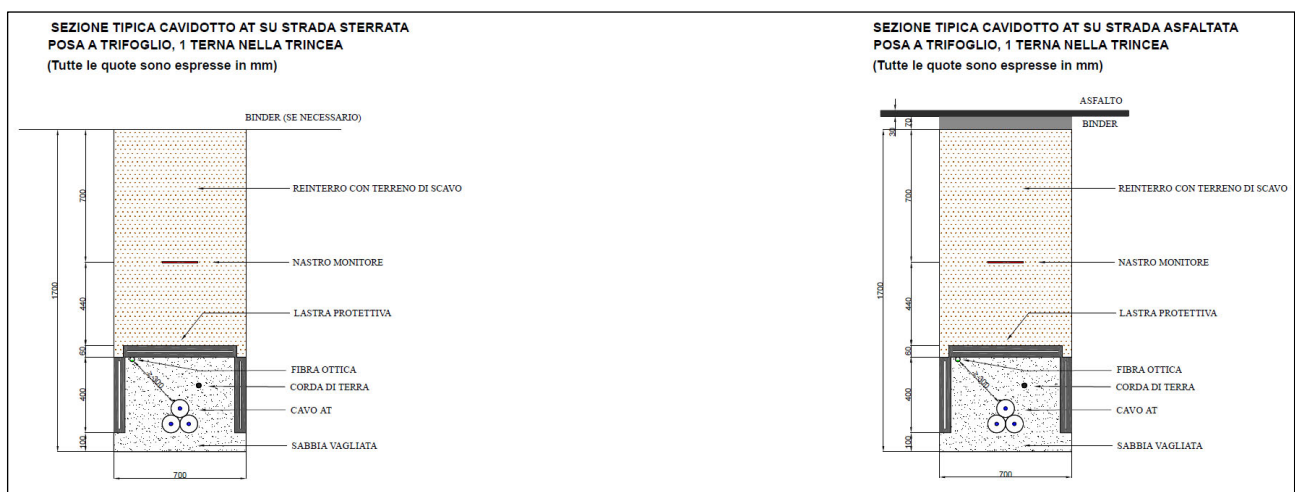


Figura 14.1: Sezione tipica della trincea che ospita i cavi AT

La scelta della sezione dei cavi presi in considerazione è stata effettuata in modo che la corrente di impiego I_b risulti inferiore alla portata effettiva del cavo stesso e tenendo presente le condizioni di posa adottate.

Si riportano le informazioni relative alla tratta a 150 kV in forma sintetica.

Linea 150 kV	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
SEU 150/33 kV – SE RTN 150 kV	18.641	1000	AL 3x(1x1000)	ARE4H5E	Prysmian

Tabella 14.1: Lunghezza, sezione e modello dei cavi della terna a 150 kV

La scelta dei particolari cavi AT e delle relative condizioni di posa potranno comunque subire modifiche, non sostanziali, in fase di progettazione esecutiva, a seconda delle condizioni operative riscontrate.

15. VOLUMETRIE PREVISTE TERRE E ROCCE DA SCAVO

In questa fase è esposto il calcolo della stima relativa ai volumi di scavo e di riporto necessari alla realizzazione delle 11 piazzole e le relative strade di accesso, alle fondazioni degli aerogeneratori, all'area SEU/BESS, alle aree di cantiere e area di trasbordo, come sinteticamente riportato nella tabella seguente.

CALCOLO VOLUMI - COSTRUZIONE FASE DI MONTAGGIO						
				VOLUME [m³]		
ID	DESCRIZIONE	PIAZZOLE	ASSE	SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA
OR01	Scotico Viabilità OR01		A - OR01	-722,90	0,00	-722,90
	Scotico Viabilità OR01		A1 - A2	-401,98	0,00	-401,98
	Scotico Piazzola OR01	OR01		-2568	0,00	-2 568,00
	Viabilità OR01		A - OR01	-308,00	771,00	463,00
	Viabilità OR01		A1 - A2	-29,00	240,00	211,00
	Piazzola OR01	OR01		-6 126,00	6 520,00	394,00
	Fondazione OR01			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-3 168,88
OR02	Scotico Viabilità OR02		B - OR02	-775,00	0,00	-775,00
	Scotico Piazzola OR02	OR02		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Viabilità OR02		B - OR02	-660,00	869,00	209,00
	Piazzola OR02	OR02		-10 376,00	8 563,00	-1 813,00
	Fondazione OR02			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-5 491,00
OR03	Scotico Viabilità OR03		C2 - OR03	-380,00	0,00	-380,00
	Scotico Piazzola OR03	OR03		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Viabilità OR03		C2 - OR03	-207,00	324,00	117,00
	Piazzola OR03	OR03		-8 330,00	7 439,00	-891,00
	Fondazione OR03			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-4 266,00
OR04	Scotico Viabilità OR04		D - OR04	-421,80	0,00	-421,80
	Scotico Piazzola OR04	OR04		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Viabilità OR04		D - OR04	-1 562,00	228,00	-1 334,00
	Piazzola OR04	OR04		-8 526,00	6 410,00	-2 116,00
	Fondazione OR04			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-6 983,80
OR05	Scotico Viabilità OR05		OR06 - OR05	-863,00	0,00	-863,00
	Scotico Piazzola OR05	OR05		-1 515,00	0,00	-1 515,00
	Piazzola OR05	OR05		-9 772,00	13 061,00	3 289,00
	Viabilità OR05		OR06 - OR05	-555,00	1 488,00	933,00
	Fondazione OR05			559,00	0,00	559,00
	Totale					2 403,00
OR06	Scotico Viabilità OR06		E6 - OR06	-1 190,00	0,00	-1 190,00

CALCOLO VOLUMI - COSTRUZIONE FASE DI MONTAGGIO						
				VOLUME [m³]		
ID	DESCRIZIONE	PIAZZOLE	ASSE	SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA
	Scotico Piazzola OR06	OR06		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Piazzola OR06	OR06		-22 993,00	10 256,00	-12 737,00
	Viabilità E6 - OR06		E6 - OR06	-4 786,00	6 444,00	1 658,00
	Fondazione OR06			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-15 381,00
OR07	Scotico Viabilità OR07		OR06 - OR07	-1 574,00	0,00	-1 574,00
	Scotico Piazzola OR07	OR07		-2 549,00	0,00	-2 549,00
	Piazzola OR07	OR07		-11 951,00	12 263,00	312,00
	Viabilità OR06 - OR07		OR06 - OR07	-3 364,00	861,00	-2 503,00
	Fondazione OR07			8,00	0,00	8,00
	Totale					-6 306,00
OR08	Scotico Viabilità OR08		H3 - OR08	-845,00	0,00	-845,00
	Scotico Piazzola OR08	OR08		-2 126,00	0,00	-2 126,00
	Piazzola OR08	OR08		-3 847,00	18 020,00	14 173,00
	Viabilità OR07		H3 - OR08	-4 445,00	375,00	-4 070,00
	Fondazione OR08			-1 646,00	0,00	-1 646,00
	Totale					5 486,00
OR09	Scotico Viabilità OR09		I - OR09	-1 231,00	0,00	-1 231,00
	Scotico Piazzola OR09	OR09		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Piazzola OR09	OR09		-7 924,00	6 622,00	-1 302,00
	Viabilità I - OR09		I - OR09	-16 505,00	130,00	-16 375,00
	Fondazione OR09			-544,00	0,00	-544,00
	Totale					-22 020,00
OR10	Scotico Viabilità OR10		L - OR10	-739,00	0,00	-739,00
	Scotico Piazzola OR10	OR10		-1 567,00	0,00	-1 567,00
	Piazzola OR10	OR10		-27 179,00	6 067,00	-21 112,00
	Viabilità OR10		L - OR10	-1 961,00	4 343,00	2 382,00
	Fondazione OR10			-1 646,00	0,00	-1 646,00
	Totale					-22 682,00
OR11	Scotico Viabilità OR11		M - OR11	-599,98	0,00	-599,98
	Scotico Piazzola OR11	OR11		-2 568,00	0,00	-2 568,00
	Piazzola OR11	OR11		-9 085,00	11 571,00	2 486,00
	Viabilità OR11		M - OR11	-212,00	707,00	495,00
	Fondazione OR11			-1 095,00	0,00	-1 095,00
	Totale					-1 281,98
Viabilità interna di progetto	Scotico Viabilità		A - C1	-1 959,00	0,00	-1 959,00
	Viabilità		A - C1	-1 025,00	698,00	-327,00
	Scotico Viabilità		C - C2	-1 254,00	0,00	-1 254,00
	Viabilità		C - C2	-446,00	348,00	-98,00
	Scotico Viabilità		C1 - C	-1 872,00	0,00	-1 872,00
	Viabilità		C1 - C	-2 032,00	357,00	-1 675,00
	Scotico Viabilità		C2 - M	-1 457,00	0,00	-1 457,00
	Viabilità		C2 - M	-637,00	832,00	195,00

CALCOLO VOLUMI - COSTRUZIONE FASE DI MONTAGGIO						
				VOLUME [m³]		
ID	DESCRIZIONE	PIAZZOLE	ASSE	SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA
	Scotico Viabilità		D1 - D2	-418,00	0,00	-418,00
	Viabilità		D1 - D2	-28,00	93,00	65,00
	Scotico Viabilità		M2 - M1	-395,00	0,00	-395,00
	Viabilità		M2 - M1	-540,00	222,00	-318,00
	Scotico Viabilità		E - E1	-1 894,00	0,00	-1 894,00
	Viabilità		E - E1	-239,00	164,00	-75,00
	Scotico Viabilità		E1 - E2	-2 135,00	0,00	-2 135,00
	Viabilità		E1 - E2	-342,00	270,00	-72,00
	Scotico Viabilità		E2 - E3	-2 154,00	0,00	-2 154,00
	Viabilità		E2 - E3	-468,00	270,00	-198,00
	Scotico Viabilità		E3 - E4	-2 062,00	0,00	-2 062,00
	Viabilità		E3 - E4	-712,00	422,00	-290,00
	Scotico Viabilità		E4 - E5	-1 966,00	0,00	-1 966,00
	Viabilità		E4 - E5	-1 662,00	1 176,00	-486,00
	Scotico Viabilità		E5 - E6	-1 699,00	0,00	-1 699,00
	Viabilità		E5 - E6	-2 106,00	3 456,00	1 350,00
	Scotico Viabilità		E7 - E8	-307,00	0,00	-307,00
	Viabilità		E7 - E8	-43,00	527,00	484,00
	Scotico Viabilità		H - H1	-1 681,00	0,00	-1 681,00
	Viabilità		H - H1	-2 356,00	6 721,00	4 365,00
	Scotico Viabilità		H1 - H2	-1 580,00	0,00	-1 580,00
	Viabilità		H1 - H2	-2 476,00	341,00	-2 135,00
	Scotico Viabilità		OR08 - H4	-227,00	0,00	-227,00
	Viabilità		OR08 - H4	-150,00	106,00	-44,00
	Scotico Viabilità		H5 - H6	116,00	0,00	116,00
	Viabilità		H5 - H6	-39,00	107,00	68,00
	Scotico Viabilità		H2 - I	-1 633,00	0,00	-1 633,00
	Viabilità		H2 - I	-6 565,00	9 467,00	2 902,00
	Scotico Viabilità		I1 - H3	-1 547,00	0,00	-1 547,00
	Viabilità		I1 - H3	-3 890,00	3 154,00	-736,00
	Scotico Viabilità		I2 - OR 09	-180,00	0,00	-180,00
	Viabilità		I2 - OR 09	-769,00	9,00	-760,00
	Scotico Viabilità		OR07 - L	-2 610,00	0,00	-2 610,00
	Viabilità		OR07 - L	-1 437,00	1 786,00	349,00
	Scotico Viabilità		OR 10 - OR 11	-1 191,00	0,00	-1 191,00
	Viabilità		OR 10 - OR 11	-1 217,00	2 833,00	1 616,00
			TOTALE	-255 463,66	156 931,00	-98 532,66
AREA SEU	Scotico Area SEU		Area SEU	-2 632,00	0,00	-2 632,00
AREA BESS	Scotico Area BESS		Area BESS	-10 163,00	0,00	-10 163,00
AREA SEU/BESS	Area SEU/BESS		Area SEU/BESS	-12 189,00	37 426,00	25 237,00
AREA SEU	Scotico viabilità AREA SEU		A - BESS	-104,00	0,00	-104,00

CALCOLO VOLUMI - COSTRUZIONE FASE DI MONTAGGIO						
				VOLUME [m³]		
ID	DESCRIZIONE	PIAZZOLE	ASSE	SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA
AREA SEU	Viabilità Area SEU		A - BESS	-1,00	669,00	668,00
AREA BESS	Scotico viabilità AREA BESS		B - SEU	-114,00	0,00	-114,00
AREA BESS	Viabilità Area BESS		B - SEU	-1,00	553,00	552,00
			TOTALE	-25 204,00	38 648,00	13 444,00
CAVIDOTTI			Cavidotti	-3 374,00	0,00	-3 374,00
AREA DI TRASBORDO	Scotico Area di Trasbordo		Area di Trasbordo	-1 440,00	0,00	-1 440,00
AREA DI CANTIERE SUD	Scotico Area di Cantiere		Area Cantiere SUD	-2 500,00	0,00	-2 500,00
AREA DI CANTIERE SUD	Area di Cantiere		Area Cantiere SUD	-10 780,00	589,00	-10 191,00
AREA DI CANTIERE NORD	Scotico Area di Cantiere		Area Cantiere NORD	-2 403,00	0,00	-2 403,00
AREA DI CANTIERE NORD	Area di Cantiere		Area Cantiere NORD	-6 075,00	2 895,00	-3 180,00
			TOTALE	-21 758,00	3 484,00	-18 274,00
TOTALE [m³]				-314 323,66	199 063,00	-115 260,66

Tabella 15.1: Calcolo scavo e riporto terreni (con il segno “-“ i metri cubi di scavo)

1) Fondazioni.

Per la realizzazione dei plinti di fondazione di ingombro alla base pari a circa 3.454 mq si stima uno scavo in eccesso pari a circa 7.084 mc dovuto alla differenza tra lo scavo necessario alla realizzazione del plinto e il volume di rinterro del plinto stesso, come da computo metrico estimativo.

Tale volume in eccesso (codice CER 17.05.04) è conferito a discarica autorizzata presso il Comune di Oliena (Nu).

2) Strade di accesso piazzole, Area SEU/BESS.

Per la realizzazione delle piazzole con le relative strade di accesso, si prevede un volume complessivo di scavo pari a 255.463 mc e di rilevato pari a 156.931 mc, per la preparazione dell'area SEU/BESS e della relativa viabilità di accesso si stima un volume complessivo di scavo pari a 25.204 mc e 38.648 mc di riporto, come riportato in dettaglio nella **Tabella 15.1**.

Parte del volume di scavo descritto sopra è costituito da terreno vegetale, dovuto allo scotico di profondità pari a 50 cm per un totale di circa 66.552 mc per la viabilità e le piazzole e circa 12.795 mc per l'area SEU/BESS.

Tale materiale, proveniente dagli scavi, è accantonato in prossimità delle stesse aree e successivamente riutilizzato per il ripristino parziale delle aree stesse e il rinverdimento delle scarpate.

Pertanto, il materiale di scavo riutilizzabile in cantiere per la formazione dei rilevati (circa 156.931 mc) è pari a circa 188.911 mc per le strade e le piazzole, mentre per l'area SEU/BESS e le relative viabilità di accesso sono necessari circa 13.444 mc da recuperare dall'esubero dei volumi provenienti dagli scavi di viabilità e piazzole.

3) Aree di cantiere

All'interno del parco eolico sono presenti due aree di cantiere, a servizio e per la durata del cantiere stesso, l'area di cantiere Nord, di circa 4.800 mq, e l'area di cantiere Sud, di circa 5.000 mq.

Relativamente all'area di cantiere Nord si prevede un volume di scavo complessivo di circa 8.478 mc e un volume di riporto di 2.895 mc, mentre per l'area di cantiere Sud si prevede un volume di scavo complessivo di 13.280 mc e un volume riporto di 589 mc.

Una parte del volume di scavo è costituito da terreno vegetale per lo scotico delle aree con profondità 50 cm e circa 4.903 mc, somma di entrambe le aree di cantiere che è accantonato in prossimità delle stesse aree e successivamente riutilizzato per il ripristino delle aree di cantiere, come riportato in **Tabella 15.1**.

4) Area di Trasbordo

Lungo l'itinerario di avvicinamento al parco eolico è localizzata l'area di trasbordo e stoccaggio dei componenti degli aerogeneratori di circa 7.200 mq, per la cui relativa preparazione è previsto un volume di scavo pari a circa 1.440 mc da conferire a discarica autorizzata presso il Comune di Oliena (NU).

Sulla base delle valutazioni sopra esposte, i 156.931 mc di rilevato per le strade e piazzole, i 38.648 mc dell'Area SEU/BESS e i 4.903 mc delle aree di cantiere sono realizzati utilizzando materiale proveniente dagli scavi per 218.175 mc (188.911 mc+12.409 mc+16.855 mc) e la restante parte dei volumi in esubero (codice CER 17.05.04), ovvero 19.133 mc, sono trasportati e conferiti a discarica autorizzata presso il Comune di Oliena (NU), come da computo metrico estimativo.

5) Cavidotti MT

Per la realizzazione dei cavidotti a 33 kV e 150 kV, aventi uno sviluppo lineare di circa 42.605 m, si

prevede una volumetria di scavo totale pari a circa 44.950 mc, di cui, in seguito alla valutazione di idoneità, verranno riutilizzati circa 41.575 mc per il riempimento parziale dello scavo di realizzazione dei cavidotti.

Il quantitativo in eccesso, pari a circa 3.374 mc (codice CER 17.03.02), è conferito a discarica autorizzata presso il comune di Oliena (NU), mentre il materiale proveniente dalla scarificazione dell'asfalto, pari a circa 3.497 mc (codice CER 17.03.02), è conferito a discarica autorizzata presso il comune di Oliena (NU), come indicato nel computo metrico estimativo e come riportato in **Tabella 15.1**.

Le quantità calcolate verranno rivalutate in fase di progettazione esecutiva a seguito dell'esecuzione dei rilievi di dettaglio e la relativa gestione sarà a cura della Direzione Lavori.