

REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI IRSINA

LOCALITÀ SAN MARCO FORGIONE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI IRSINA COSTITUITO DA 8 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 36,0 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - PROGETTO DEFINITIVO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA

Nome file stampa:

EO.IRS01.PD.A.9.pdf

Codifica Regionale:

EO.IRS01.PD.A.9

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.IRS01.PD.A.9

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY GREEN S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16774521005



E-WAY GREEN S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16774521005
PEC: e-waygreensrl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY GREEN S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16774521005



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO.IRS01.PD.A.9	00	04/2023	A. Zambrano	A. Bottone	A. Bottone

E-WAY GREEN S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-waygreensrl@legalmail.it tel. +39 0694414500

INDICE

PREMESSA	5
1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO.....	6
1.1 Inquadramento territoriale e catastale	6
1.2 Criteri di progettazione.....	7
1.3 Layout d'impianto	9
1.3.1 Aerogeneratori.....	9
1.3.2 Piazzole di montaggio/stoccaggio.....	10
1.3.3 Strade di accesso e viabilità al servizio	10
1.4 Producibilità dell'impianto	11
1.5 Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN	13
2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	14
2.1 Procedure per la costruzione e l'esercizio degli impianti eolici	14
2.2 Caratteristiche tecniche degli aerogeneratori	21
2.2.1 Sistema di controllo	23
2.3 Opere civili.....	24
2.3.1 Strade di accesso e viabilità al servizio	24
2.3.2 Piazzole	27
2.3.3 Aree di cantiere e manovra	29
2.3.4 Fondazioni aerogeneratori.....	29
2.4 Opere impiantistiche	31
2.4.1 Cabina di raccolta e misura.....	31
2.4.2 Misura dell'energia elettrica.....	33
2.4.3 Aerogeneratore.....	33
2.4.4 Linee MT di interconnessione.....	37
2.4.5 Dimensionamento cavi MT	45
2.4.6 Riepilogo	55
2.4.7 Schema unifilare	56



RELAZIONE TECNICA

CODICE	EO.IRS01.PD.A.9
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	2 di 65

2.5 Interferenze 57

3 PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA..... 60

4 PIANO DI DISMISSIONE..... 64

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1- Inquadramento generale degli aerogeneratori di progetto e cavidotto su IGM 1:25.000</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Datasheet tipo turbina di progetto (Vestas modello V163).....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3 – Inquadramento planimetrico della soluzione di connessione</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 – Fig. A - A Volume del campo visivo occupato da un aerogeneratore.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5 – Fig. A - B: Distanze minime tra aerogeneratori.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6 – Caratteristiche geometriche aerogeneratore di progetto</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7 – Schema piazzola tipologica in fase di cantiere per il montaggio dell’aerogeneratore (fonte scheda tecnica Vestas).</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8 – Schema geometrico plinto di fondazione.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 9 – Quadro di raccolta e misura, vista frontale.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10 – Quadro di raccolta e misura, planimetria.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 11 – Suddivisione zonale dell’impianto eolico su ortofoto.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12 – Collegamento CR con SE RTN “Oppido”.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13 – Schema unifilare di impianto.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14 – Cavo unipolare ARE4H5E 18/30 kV.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15 – Modalità di posa (CEI 11-17).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 16 – Sezione cavi direttamente interrati.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 17 – Sezione cavi in canalizzazione metallica con percorso orizzontale.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 18 – Schema unifilare con cavi in progetto.....</i>	<i>56</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Caratteristiche e le coordinate degli aerogeneratori di progetto</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 2 – Riferimenti catastali degli aerogeneratori</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 3 – Produzione annuale attesa dell’impianto di progetto.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4 – Caratteristiche elettriche generatore</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 5 – Caratteristiche elettriche convertitore.</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 6 – Caratteristiche elettriche trasformatore MT/BT.</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 7 – Caratteristiche elettriche cavo MT interno.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 8 – Caratteristiche elettriche interruttore MT.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabella 9 – Principali contributi all’autoconsumo.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 10 – Elenco tratte elettriche di progetto.</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 11 – Caratteristiche elettriche cavo ARE4H1R 18/30 kV.</i>	<i>41</i>
<i>Tabella 12 – Riepilogo tratte in cavo.</i>	<i>55</i>
<i>Tabella 13 – Caratteristiche meccaniche cavi.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabella 14 – Quadro sinottico per la risoluzione delle interferenze idrauliche.</i>	<i>58</i>
<i>Tabella 15 – Cronoprogramma dismissione dell’impianto.</i>	<i>65</i>



RELAZIONE TECNICA

CODICE	EO.IRS01.PD.A.9
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2023
PAGINA	5 di 65

PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "San Marco Forgione", sito nel Comune di Irsina (MT).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 36,0 MW e costituito da:

- 8 aerogeneratori di potenza nominale 4,5 MW, diametro di rotore 163 m e altezza al mozzo 113 m (del tipo Vestas V163 o assimilabili);
- una cabina di raccolta e smistamento;
- linee elettriche a 36 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche a 36 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione della cabina di raccolta e smistamento alla sezione a 36 kV del futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150/36 kV RTN situata nel Comune di Oppido Lucano (PZ).

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Green S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16774521005.

1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

1.1 Inquadramento territoriale e catastale

L'impianto eolico di progetto è situato nel Comune di Irsina (MT) e si costituisce di n. 8 aerogeneratori, denominati rispettivamente da WTG01 a WTG08. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale 4.5 MW per una potenza complessiva di 36.0 MW, con altezza al mozzo 113 m e diametro di rotore di 163 m.

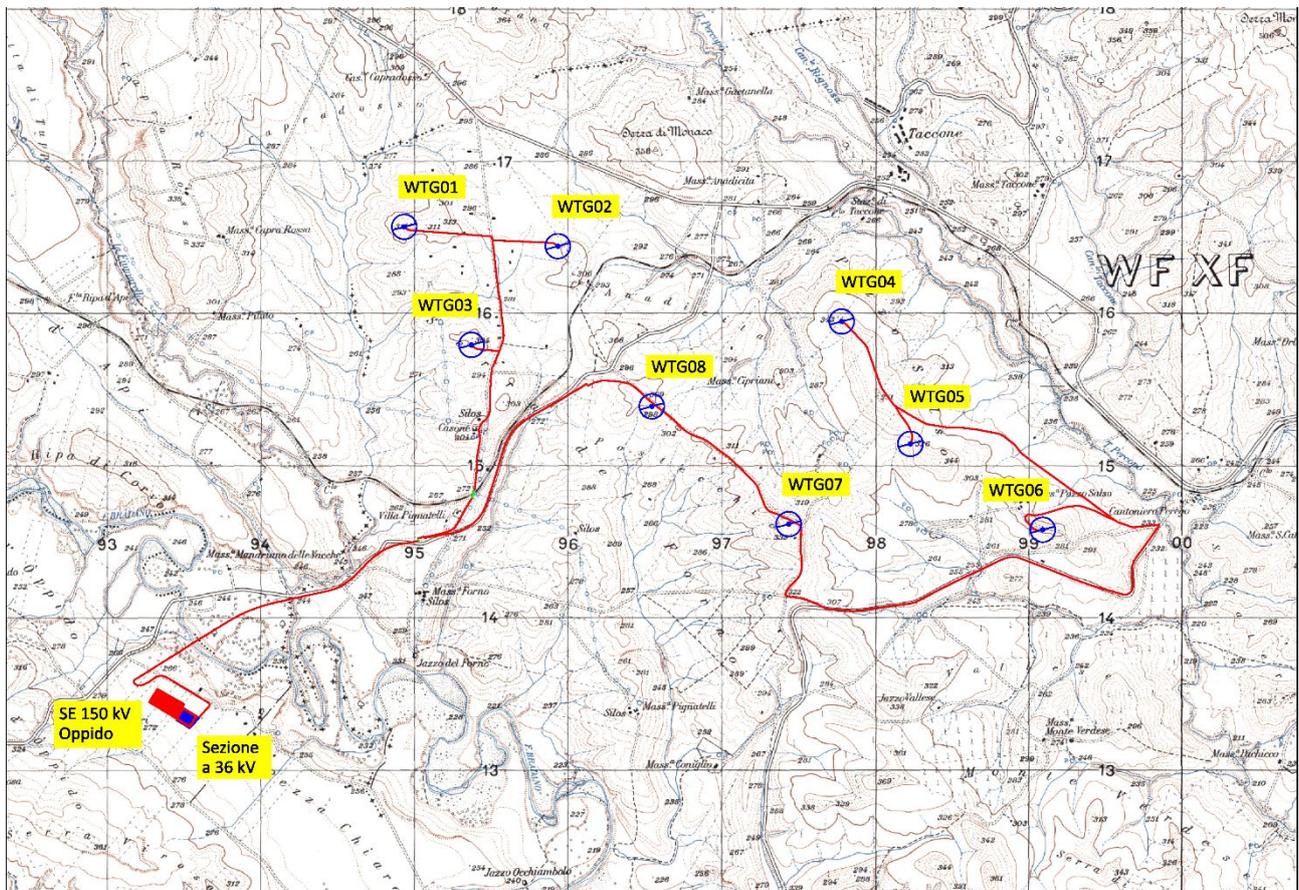


Figura 1- Inquadramento generale degli aerogeneratori di progetto e cavidotto su IGM 1:25.000

Si riportano di seguito Tabella 1 le coordinate degli aerogeneratori nei vari sistemi di riferimento.

Tabella 1 – Caratteristiche e le coordinate degli aerogeneratori di progetto

<u>ID WTG</u>	<u>LONGITUDINE</u>	<u>LATITUDINE</u>
WTG01	16,124468°	40,792939°
WTG02	16,136642°	40,791397°
WTG03	16,129538°	40,785907°
WTG04	16,158154°	40,787007°
WTG05	16,163341°	40,779716°
WTG06	16,173468°	40,774531°
WTG07	16,153910°	40,775131°
WTG08	16,143406°	40,782133°

Per quanto riguarda l'inquadramento su base catastale, le particelle interessate dagli aerogeneratori di progetto sono riportate in Tabella 2:

Tabella 2 – Riferimenti catastali degli aerogeneratori

<u>ID WTG</u>	<u>COMUNE</u>	<u>FOGLIO</u>	<u>PARTICELLA</u>
WTG01	IRSINA (MT)	12	19
WTG02	IRSINA (MT)	12	73
WTG03	IRSINA (MT)	12	31
WTG04	IRSINA (MT)	14	30
WTG05	IRSINA (MT)	15	23
WTG06	IRSINA (MT)	15	146
WTG07	IRSINA (MT)	14	168
WTG08	IRSINA (MT)	14	79

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e delle relative fasce di asservimento è riportato negli elaborati denominati "A.13 PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO DESCRITTIVO" e "A.16.a.18 PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO GRAFICO" allegati al progetto.

1.2 Criteri di progettazione

Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione degli aerogeneratori principalmente in relazione a fattori progettuali quali l'esposizione, i dati anemologici, l'accessibilità del sito e i vincoli vigenti. Sulla base delle elaborazioni effettuate, si sono individuate le posizioni più idonee all'installazione degli aerogeneratori e si è definito il miglior layout possibile al fine di ottenere per ogni macchina la massima producibilità e, contemporaneamente, ridurre al minimo le perdite di energia per effetto scia e le ripercussioni di carattere ambientale.

La progettazione è avvenuta tenendo conto che:

- le opere provvisorie siano compatibili con il deflusso delle acque, attraverso un opportuno sistema di regimentazione delle acque meteoriche realizzato in corrispondenza del layout e riportato nell'elaborato "EO.IRS01.PD.A.16.c.1";
- le operazioni di scavo e rinterro per la posa del cavidotto non modifichino il libero deflusso delle acque, attraverso una modalità di posa interrata ad 1,20 m di profondità dal piano campagna meglio descritta nell'elaborato "EO.IRS01.PD.A.16.b.3.2", con risoluzione delle interferenze idrauliche riportate nell'elaborato "EO.IRS01.PD.A.3";
- il materiale di risulta proveniente dagli scavi, non utilizzato, sia portato nel più breve tempo possibile alle discariche autorizzate che saranno meglio definite in una fase esecutiva della progettazione.

Inoltre, in merito alla fattibilità ambientale del progetto è possibile riscontrare che:

- l'impianto prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori posizionati su seminativi/pascoli tali da non determinare significative alterazioni morfologiche;
- gli aerogeneratori saranno realizzati su terreni privi di copertura arborea da zona boscata, non censiti come colture di pregio, ma terreni di natura agricola che non prevedono disboscamenti;
- il cavidotto MT verrà realizzato in gran parte lungo strade esistenti o al margine di strade di cantiere, lungo le quali attraverserà principalmente seminativi;
- l'occupazione di suolo potrà ritenersi minima poiché le opere provvisorie saranno ripristinate in modo tale da consentire il normale svolgimento delle pratiche agricole;
- gli aerogeneratori di progetto non determineranno alcun impatto sulla salute umana essendo collocati ad una distanza dai ricettori tale da non generare effetti legati agli effetti di shadow-flickering (vedi elaborato EO.IRS01.PD.A.8), di rumori (vedi elaborato EO.IRS01.PD.A.6), di elettromagnetismo (vedi elaborato EO.IRS01.PD.A.12), né possano arrecare problematiche legate alla rottura degli organi rotanti sulle strade (vedi elaborato EO.IRS01.PD.A.7);
- l'impianto è allocato al di fuori di aree protette, siti Rete Natura 2000, aree IBA o di altri ambiti di tutela ambientale;
- l'impianto è totalmente reversibile, infatti, al termine della vita utile la dismissione dell'impianto potrà restituire il territorio allo stato ante-operam, annullando tutti i potenziali impatti;
- l'occupazione di suolo sarà minima e potranno essere adoperate le pratiche agricole fino alla base delle torri, agevolando i conduttori dei fondi con le piste d'impianto;

- l'impianto non andrà a modificare gli equilibri faunistici esistenti andando, eventualmente, ad allontanare la fauna solo durante la fase di cantiere.

I principali riferimenti normativi considerati sono:

- DM 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati a fonti rinnovabili";
- D. Lgs. n. 387/2003 e ss.mm.ii. "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";
- LR n. 1/2010 "Approvazione del Piano Energetico Ambientale Regionale e norme in materia di autorizzazione di impianti a fonti rinnovabili".

La disposizione degli aerogeneratori ha tenuto conto, oltre agli aspetti progettuali di carattere generale fornite dalle normative di riferimento, anche delle indicazioni specifiche fornite nell'Allegato 4 del DM 10 settembre 2010 "*Impianti eolici: elementi per il corretto inserimento nel paesaggio e sul territorio*" e del Paragrafo 1.2.1.3. "Requisiti tecnici minimi" del PIEAR Basilicata.

1.3 Layout d'impianto

L'impianto eolico di progetto prevede la realizzazione di:

- n. 8 aerogeneratori;
- n. 8 cabine all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- n. 8 opere di fondazione su plinto per gli aerogeneratori;
- n. 8 piazzole di montaggio, con adiacenti piazzole temporanee di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- viabilità di progetto interna all'impianto e che conduce agli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato interno, in media tensione, per il collegamento tra gli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato esterno, in media tensione, per il collegamento del campo eolico alla futura stazione elettrica RTN.

1.3.1 Aerogeneratori

Per gli aerogeneratori di progetto si considera diametro di rotore 163 m e altezza al mozzo 113 m. Tra i modelli di aerogeneratore con le seguenti caratteristiche, si assimilano quelli di progetto al modello Vestas V163, e quindi con diametro 163 m e altezza al mozzo 113 m. Non si esclude, nelle fasi successive della progettazione, la possibilità di variare la tipologia di aerogeneratore, ferme restando le caratteristiche

dimensionali indicate nel presente elaborato. Gli aerogeneratori sono connessi tra loro per mezzo del cavidotto interno in MT e le cabine interne alle torri.

1.3.2 Piazzole di montaggio/stoccaggio

Il montaggio degli aerogeneratori richiede la realizzazione di:

- una piazzola di montaggio rettangolare per ogni aerogeneratore;
- una piazzola di stoccaggio rettangolare pale (e altro) per facilitare l'assemblaggio e montaggio.

A montaggio ultimato solamente l'area sottostante le macchine sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo riporto di terreno vegetale per manto erboso, allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione.

1.3.2.1 Opere di fondazione

Per ogni aerogeneratore è prevista un'opera di fondazione su plinto. Tipicamente le opere di fondazioni sono di tipo diretto, non si esclude però la possibilità di ricorrere a fondazioni profonde (su pali) a seguito di indagini geologiche che evidenzino la mancata resistenza dei terreni superficiali.

1.3.2.2 Cabina di raccolta e misura

La cabina di raccolta e misura consente il convogliamento di tutta la potenza dell'impianto. I sistemi interni alla cabina sono costituiti da tutte le apparecchiature necessarie all'interconnessione e al controllo degli aerogeneratori.

1.3.2.3 Cavidotto MT

Il cavidotto MT è sia interno che esterno e consente di trasportare l'energia prodotta alla RTN. Esso è realizzato con cavi unipolari in tubo interrato ad una profondità non inferiore a 1,20 m. Il tratto di scavo previsto è di 16833 m circa.

1.3.3 Strade di accesso e viabilità al servizio

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

- Fase 1 – strade di cantiere (sistemazioni provvisorie): in questa fase è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle auto-gru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore. L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il

deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o in appositi canali artificiali.

- Fase 2 – strade di esercizio (sistemazioni finali): prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio. Prevede, altresì, il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali ed inerti accumulati provvisoriamente.

Nella fase di definizione del layout d’impianto, per la viabilità di accesso sono state previste principalmente strade di nuova realizzazione, che consentono di raggiungere i singoli aerogeneratori. Le strade esistenti adoperate per la viabilità, invece, saranno oggetto di adeguamenti stradali.

1.4 Producibilità dell’impianto

L’analisi dei dati anemometrici disponibili, così come il modello di elaborazione e simulazione predisposto per la stima di produzione energetica attesa dall’impianto, è stata elaborata attraverso l’utilizzo dello specifico software di settore windPRO 3.5 (con impiego di motore e metodologia WASP), tra i più diffusi ed utilizzati per le elaborazioni di stima della resa energetica degli impianti eolici attraverso le analisi dei flussi ventosi.

La stima di producibilità proposta è stata ottenuta impiegando una serie di dati anemologici di una stazione anemometrica di misura di altezza 50 m ed assimilando l’aerogeneratore di progetto al modello Vestas V163 di potenza nominale 4.5 MW con altezza al mozzo 125 m.

Facts & figures

V163-4.5 MW™ IEC IIIB

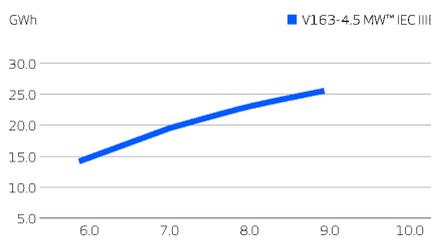
Power regulation	Pitch regulated with variable speed	
Operating data		
Rated power	4,500kW	
Cut-in wind speed	3m/s	
Cut-out wind speed	24m/s	
Re cut-in wind speed	22m/s	
Wind class	IEC IIIB	
Standard operating temperature range from -30°C* to +45°C with de-rating above 30°C		
* Subject to different temperature options		
Sound power		
Maximum	108.0dB(A)**	
**Sound Optimised Modes dependent on site and country		
Rotor		
Rotor diameter	163m	
Swept area	20.867m ²	
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders	
Electrical		
Frequency	50/60Hz	
Converter	full scale	
Gearbox		
Type	two planetary stages and one helical stage	
Tower		
Hub heights	Site and country specific	
Nacelle dimensions		
Height for transport	3.5m	
Height installed (incl. Cooler Top*)	8.4m	
Length	12.96m	
Width	3.98m	
Hub dimensions		
Max. transport height	3.7m	
Max. transport width	4.0m	
Max. transport length	5.5m	
Blade dimensions		
Length	80.1m	
Max. chord	4.3m	
Max. weight per unit for transportation	70 metric tonnes	
Turbine options		
<ul style="list-style-type: none"> - Condition Monitoring System - Service Personnel Lift - Low Temperature Operation to -30°C - Fire Suppression - Vestas Shadow Flicker Control System - Vestas Bat Protection System - Aviation Lights - Aviation Markings on the Blades - Nacelle Hatch for Air Inlet 		
Sustainability		
Carbon Footprint	4.7g CO ₂ e/kWh	
Return on energy break-even	5 months	
Lifetime return on energy	45 times	
Recyclability rate	83%	
<small>Configuration: 98m hub height, Vavg=7.8m/s, 1-2.6. 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.</small>		
Annual energy production		
GWh		
	<small>Assumptions: One wind turbine, 100% availability, 0% losses, k factor -2, Standard air density - 1.225, wind speed at hub height.</small>	

Figura 2 – Datasheet tipo turbina di progetto (Vestas modello V163)

La stima di produzione energetica annuale attesa dalle turbine di progetto, al netto delle perdite tecniche stimate pari al 6,16%, assume i valori riportati in Tabella 3, che rappresentano la quantità di energia “effettivamente cedibile alla rete”. Tali valori costituiscono il cosiddetto “P₅₀” (definito anche stima del valore centrale), ossia quel valore di produzione energetica che, in regime di vento medio, sarà superato con probabilità del 50% (50° percentile). In particolare, per ogni turbina sono riportate le seguenti informazioni:

E-WAY GREEN S.r.l. si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzati.

- NET AEP [MWh]: produzione ai morsetti attesa dalla wind farm di progetto al netto delle perdite di scia e delle perdite tecniche;
- FLEOH [Full Load Equivalent Hours] / ore equivalenti: produzione attesa al netto delle perdite di scia espresse in ore/anno [MWh/MW].

I valori di produzione dell'impianto nel globale sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 3 – Produzione annuale attesa dell'impianto di progetto

	TOTAL TOTAL WTG PLANT POWER [kW]	NET AEP (P ₅₀ YEAR) [MWh]	FLEOH (P ₅₀ YEAR) [MWh/MW]
	8	36.000	86.343
			2398

1.5 Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN

La soluzione tecnica minima generale prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata "Oppido"

L'ampliamento della SE Oppido sarà progettata dal produttore capofila, con il quale si intende un contatto per connessione a stalli disponibili in sezione 36 kV. Le informazioni dettagliate in merito alla connessione alla RTN sono riportate nella nota relativa alla STMG allegata al progetto.

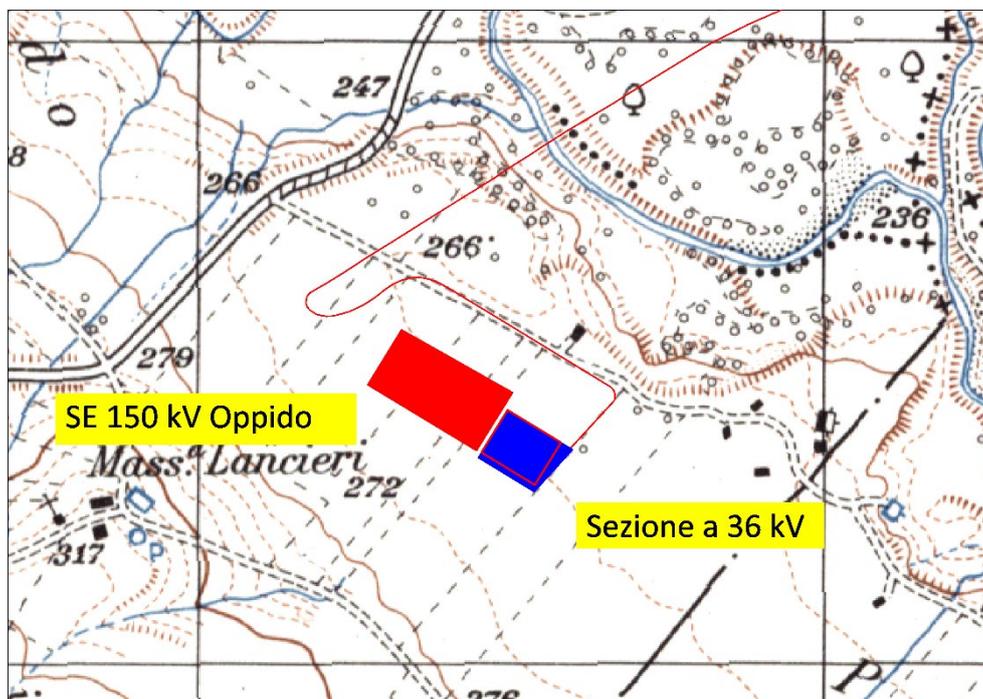


Figura 3 – Inquadramento planimetrico della soluzione di connessione.

2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

2.1 Procedure per la costruzione e l'esercizio degli impianti eolici

Ai sensi di quanto previsto dal Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale della Regione Basilicata per l'implementazione degli impianti eolici sul territorio bisogna rispettare una serie di criteri tecnici affinché questo sia impiegato in maniera efficace per lo sfruttamento delle fonti di rinnovabili.

Si riportano di seguito citati i principali paragrafi di riferimento per la progettazione degli impianti eolici ai sensi del PIEAR della Regione Basilicata.

1.2.1.3. Requisiti tecnici minimi.

I progetti per la realizzazione di impianti eolici di grande generazione, per essere esaminati ai fini dell'autorizzazione unica di cui all'art. 12 del D. Lgs. n. 387/2003, è necessario che, indipendentemente dalla zona in cui ricadono, soddisfino i seguenti vincoli tecnici minimi:

Velocità media annua del vento a 25 m dal suolo non inferiore a 4 m/s;

- a) Ore equivalenti di funzionamento dell'aerogeneratore non inferiori a 2.000 ore;*
- b) Densità volumetrica di energia annua unitaria non inferiore a 0,2 come riportato nella formula seguente:*

$$E_v = \frac{E}{18D^2H} \geq 0,2 \frac{kW}{\text{anno } m^3}$$

dove:

E = energia prodotta dalla turbina (espressa in kWh/anno);

D = diametro del rotore (espresso in metri);

H = altezza totale dell'aerogeneratore (espressa in metri), somma del raggio del rotore e dell'altezza da terra del mozzo.

- c) Numero massimo di aerogeneratori: 30 (10 nelle aree di valore naturalistico, paesaggistico ed ambientale). Per gli impianti collegati alla rete in alta tensione, di potenza superiore a 20 MW, ed inoltre, per quelli realizzati nelle aree di valore naturalistico, paesaggistico ed ambientale, dovranno essere previsti interventi a*

supporto dello sviluppo locale, commisurati all'entità del progetto, ed in grado di concorrere, nel loro complesso, agli obiettivi del PIEAR. La Giunta regionale, al riguardo, provvederà a definire le tipologie, le condizioni, la congruità e le modalità di valutazione e attuazione degli interventi di sviluppo locale.

Ai fini della valutazione delle ore equivalenti, di cui al punto b, e della densità volumetrica, di cui al punto c, valgono le seguenti definizioni:

Ore equivalenti di funzionamento di un aerogeneratore: rapporto fra la produzione annua di energia elettrica dell'aerogeneratore espressa in megawattora (MWh) (basata sui dati forniti dalla campagna di misure anemometriche) e la potenza nominale dell'aerogeneratore espressa in megawatt (MW).

Densità volumetrica di energia annua unitaria (Ev): rapporto fra la stima della produzione annua di energia elettrica dell'aerogeneratore espressa in chilowattora anno, e il volume del campo visivo occupato dall'aerogeneratore espresso in metri cubi e pari al volume del parallelepipedo di lati $3D$, $6D$ e H , dove D è il diametro del rotore e H è l'altezza complessiva della macchina (altezza del mozzo + lunghezza della pala); cfr. Fig. A - A.

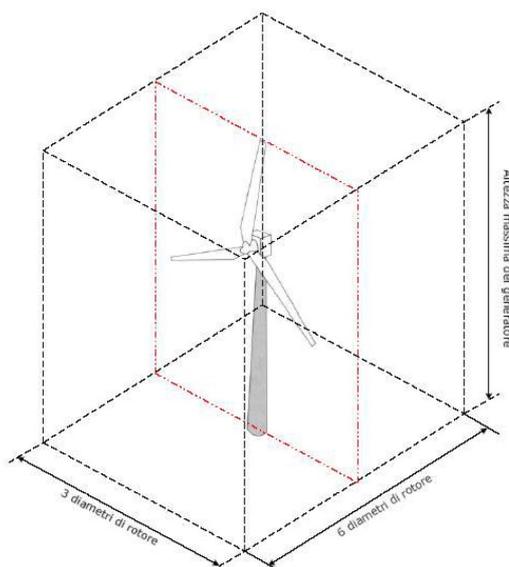


Figura 4 – Fig. A - A Volume del campo visivo occupato da un aerogeneratore.

La densità volumetrica di energia annua unitaria è un parametro di prestazione dell'impianto che permette di avere una misura dell'impatto visivo di due diversi

aerogeneratori a parità di energia prodotta. Infatti, avere elevati valori di Ev significa produrre maggiore energia a parità di impatto visivo dell'impianto.

Quanto previsto dal paragrafo "1.2.1.3. Requisiti tecnici minimi" è dettagliatamente descritto ed argomentato nell'elaborato di progetto A.5 RELAZIONE SPECIALISTICA – STUDIO ANEMOLOGICO.

1.2.1.4. Requisiti di sicurezza

Per poter avviare l'iter autorizzativo, i progetti devono rispettare i seguenti requisiti di sicurezza inderogabili:

a) Distanza minima di ogni aerogeneratore dal limite dell'ambito urbano previsto dai regolamenti urbanistici redatti ai sensi della L.R. n. 23/99 determinata in base ad una verifica di compatibilità acustica e tale da garantire l'assenza di effetti di Shadow-Flickering in prossimità delle abitazioni, e comunque non inferiore a 1000 metri;

a-bis) Distanza minima di ogni aerogeneratore dalle abitazioni determinata in base ad una verifica di compatibilità acustica (relativi a tutte le frequenze emesse), di Shadow-Flickering, di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti. In ogni caso, tale distanza non deve essere inferiore a 2,5 volte l'altezza massima della pala (altezza della torre più lunghezza della pala) o 300 metri;

b) Distanza minima da edifici subordinata a studi di compatibilità acustica, di Shadow-Flickering, di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti. In ogni caso, tale distanza non deve essere inferiore a 300 metri;

c) Distanza minima da strade statali ed autostrade subordinata a studi di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti, in ogni caso tale distanza non deve essere inferiore a 300 metri;

d) Distanza minima da strade provinciali subordinata a studi di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti e comunque non inferiore a 200 metri;

d-bis) Distanza minima da strade di accesso alle abitazioni subordinata a studi di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti e comunque non inferiore a 200 metri;

d-ter) Distanza minima da strade comunali subordinata a studi di sicurezza in caso di rottura accidentale degli organi rotanti e comunque non inferiore a 200 m;

e) È inoltre necessario nella progettazione, con riferimento al rischio sismico, osservare quanto previsto dall'Ordinanza n. 3274/03 e sue successive modifiche, nonché al DM 14 gennaio 2008 ed alla Circolare Esplicativa del Ministero delle Infrastrutture n.617 del 02/02/2009 e, con riferimento al rischio idrogeologico, osservare le prescrizioni previste dai Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) delle competenti Autorità di Bacino;

f) Distanza tale da non interferire con le attività dei centri di osservazioni astronomiche e di rilevazioni di dati spaziali, da verificare con specifico studio da allegare al progetto.

Ai fini della sicurezza deve essere elaborato un apposito studio sulla gittata massima degli elementi rotanti nel caso di rottura accidentale.

Quanto previsto dal paragrafo "1.2.1.4. Requisiti di sicurezza" è dettagliatamente descritto ed argomentato negli elaborati di progetto A.5 RELAZIONE SPECIALISTICA – STUDIO ANEMOLOGICO e RELAZIONE SPECIALISTICA – ANALISI DEGLI EFFETTI DELLA ROTTURA DEGLI ORGANI ROTANTI, e in tutti gli elaborati grafici della sezione A.17.5.b – ANALISI DI COMPATIBILITÀ RISPETTO AL PIEAR.

1.2.1.5. Requisiti anemologici

Il progetto definitivo dell'impianto deve contenere uno Studio Anemologico, effettuato da società certificate e/o accreditate, correlato alle dimensioni del parco e con rilevazioni della durata di almeno un anno.

Le rilevazioni anemologiche devono rispettare i seguenti requisiti minimi:

a) Presenza di almeno una torre anemometrica nel sito con documentazione comprovante l'installazione.

b) La torre anemometrica deve essere installata seguendo le norme IEC 61400 sul posizionamento dei sensori e sulle dimensioni caratteristiche delle diverse parti che compongono la torre medesima.

c) I sensori di rilevazione della velocità del vento devono essere corredati da certificato di calibrazione non antecedente a 3 anni dalla data di fine del periodo di acquisizione.

d) Deve essere fornito un certificato di installazione della torre rilasciato dal soggetto incaricato dell'installazione, completa dei sensori e del sistema di acquisizione, memorizzazione e trasmissione dati, nonché un certificato rilasciato dal Comune che attesti l'avvenuta installazione della torre, previa comunicazione. Devono inoltre essere forniti i rapporti di manutenzione della torre.

e) Deve essere allegata la comprova dell'avvenuto perfezionamento della procedura di autorizzazione tramite comunicazione al Comune, per l'installazione di tutti gli anemometri che effettuano le misurazioni del Parco; la data di perfezionamento deve essere precedente all'inizio delle misurazioni stesse.

f) Periodo di rilevazione di almeno 1 anno di dati validi e consecutivi (è ammessa una perdita di dati pari al 10% del totale); qualora i dati a disposizione siano relativi ad un periodo di tempo inferiore ad un anno, ma comunque superiore a 9 mesi è facoltà del richiedente adottare una delle due strategie seguenti: considerare il periodo mancante alla stregua di un periodo di calma ed includere tale periodo nel calcolo dell'energia prodotta; integrare i dati mancanti con rilevazioni effettuate tramite torre anemometrica, avente le caratteristiche dei punti b), c), d) ed e), fino al raggiungimento di misurazioni che per un periodo consecutivo di un anno presentino una perdita di dati non superiore al 10% del totale. Qualora i dati mancanti fossero in numero maggiore di 3 mesi, il monitoraggio dovrà estendersi per il periodo necessario ad ottenere dati validi per ognuno dei mesi dell'anno solare.

g) I dati sperimentali acquisiti dovranno essere forniti alla presentazione del progetto nella loro forma digitale, originaria ed in forma aggregata con periodicità giornaliera, in un formato alfanumerico tradizionale (ascii o xls). La Pubblica Amministrazione si impegna ad utilizzare i dati anemologici forniti dal proponente per i soli fini istituzionali.

h) Devono essere fornite le incertezze totali di misura delle velocità rilevate dai sensori anemometrici utilizzati per la stima della produzione energetica.

i) Nella documentazione tecnica dovrà essere riportato un calendario dettagliato delle acquisizioni fatte da ciascun sensore di ciascuna torre nei mesi di rilevazione, insieme all'elenco delle misure ritenute non attendibili;

l) Il proponente può surrogare la rilevazione sul posto di cui alla lett. f), qualora disponga dei dati anemometrici del sito interessato dal progetto, monitorati e rilevati da altro soggetto non oltre tre anni prima della data di presentazione dell'istanza di autorizzazione."

1.2.1.6. La progettazione

Dal punto di vista ambientale il progetto deve evidenziare gli elementi che possono produrre apprezzabili impatti sull'ambiente, elencando ed analizzando le singole opere ed operazioni, distinguendo le varie fasi (fase di cantiere, fase di esercizio e di manutenzione, fase di dismissione). Inoltre, dovrà contenere la descrizione dell'ambiente, l'analisi degli impatti, l'analisi delle alternative, le misure di mitigazione correlate alla componente naturalistica (fauna, flora ed ecosistema), così come previsto dalla vigente normativa di settore.

Nella progettazione dell'impianto eolico si deve garantire una disposizione degli aerogeneratori la cui mutua posizione impedisca visivamente il così detto "effetto gruppo" o "effetto selva".

Per garantire adeguate condizioni di funzionalità produttiva, nonché la presenza di corridoi di transito per la fauna oltre che per ridurre l'impatto visivo a causa dell'effetto selva, gli aerogeneratori appartenenti allo stesso impianto, ovvero posti in prossimità di altri impianti di qualunque consistenza, devono essere disposti in modo tale che:

a) la distanza minima tra gli aerogeneratori, misurata a partire dall'estremità delle pale disposte orizzontalmente, sia pari a tre volte il diametro del rotore più grande;

b) la distanza minima tra le file di aerogeneratori, disposti lungo la direzione prevalente del vento, sia pari a 6 volte il diametro del rotore più grande; nel caso gli aerogeneratori siano disposti su file parallele con una configurazione sfalsata, la distanza minima tra le file non può essere inferiore a 3 volte il diametro del rotore più grande.

Per impianti che si sviluppano su file parallele e con macchine disposte in configurazione sfalsata la distanza minima fra le file non può essere inferiore a 3 diametri di rotore (Fig. A - B).

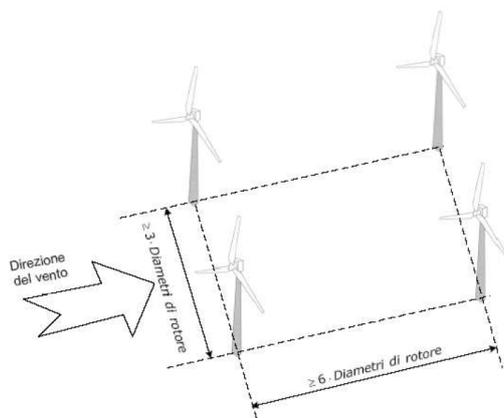


Figura 5 – Fig. A - B: Distanze minime tra aerogeneratori.

Nella redazione del progetto bisognerà in ogni caso osservare le prescrizioni di seguito elencate:

- 1. È obbligatorio utilizzare aerogeneratori con torri tubolari (divieto di utilizzare torri a traliccio e tiranti) rivestite con vernici antiriflesso di colori presenti nel paesaggio o neutri, evitando l'apposizione di scritte e/o avvisi pubblicitari. I trasformatori e tutti gli altri apparati strumentali della cabina di macchina per la trasformazione elettrica da BT a MT devono essere allocati, all'interno della torre di sostegno dell'aerogeneratore. In alternativa, si può prevedere l'utilizzo di manufatti preesistenti opportunamente ristrutturati al fine di preservare il paesaggio circostante o la creazione di nuovi manufatti.*
- 2. L'ubicazione dell'impianto deve essere il più vicino possibile al punto di connessione alla rete di conferimento dell'energia in modo tale da ridurre l'impatto degli elettrodotti interrati di collegamento. Le linee interrate, in MT AT, devono essere collocate ad una profondità minima di 1,2 m, protette e accessibili nei punti di giunzione, opportunamente segnalate e adiacenti il più possibile ai tracciati stradali. Ove non fosse tecnicamente possibile la realizzazione di elettrodotti interrati in MT il tracciato delle linee aeree deve il più possibile affiancarsi alle infrastrutture lineari esistenti.*
- 3. Bisogna evitare l'ubicazione degli impianti e delle opere connesse (cavidotti interrati, strade di servizio, sottostazione, ecc.) in prossimità di compluvi e torrenti montani indipendentemente dal loro bacino idraulico, regime e portate, e nei pressi di morfostutture carsiche quali doline e inghiottitoi.*

4. Gli sbancamenti ed i riporti di terreno devono essere contenuti il più possibile ed è necessario prevedere per le opere di contenimento e ripristino l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

5. Dovranno essere indicate le aree di cantiere ed i percorsi utilizzati per il trasporto delle componenti dell'impianto fino al sito prescelto privilegiando le strade esistenti per evitare la realizzazione di modifiche ai tracciati. Andranno valutati accessi alternativi con esame dei relativi costi ambientali.

6. Dovranno essere evidenziate le dimensioni massime delle parti in cui potranno essere scomposti i componenti dell'impianto ed i relativi mezzi di trasporto, privilegiando quelli che consentono un accesso al cantiere senza interventi alla viabilità esistente.

7. Nel caso sia indispensabile realizzare nuovi tratti stradali per garantire l'accesso al sito, dovranno preferirsi soluzioni che consentano il ripristino dei luoghi una volta realizzato l'impianto; in particolare: piste in terra o a bassa densità di impermeabilizzazione aderenti all'andamento del terreno.

8. Deve essere evitato il rischio di erosione causato dall'impermeabilizzazione delle strade di servizio e dalla costruzione dell'impianto.

Quanto previsto dal paragrafo "1.2.1.6. La progettazione" infine, è dettagliatamente descritto negli elaborati A1 RELAZIONE GENERALE e A.9 RELAZIONE TECNICA, e rappresenta le linee guida di buona progettazione utilizzate ad indirizzo del corretto inserimento dell'intero impianto di progetto sul territorio regionale.

2.2 Caratteristiche tecniche degli aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre, dalla navicella e dal rotore. Le componenti principali degli aerogeneratori sono le seguenti:

- un corpo centrale (navicella), costituito da una struttura portante in acciaio, rivestita da un guscio in materiale composito (tipicamente fibra di vetro e resina epossidica), vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo delle pale, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore, anch'esso installato all'interno della navicella, attraverso un

- moltiplicatore di giri. L'accesso alla navicella avviene tramite una scala metallica installata all'interno della torre ed un passo d'uomo posto in prossimità del cuscinetto a strisciamento;
- un mozzo, cui sono collegate tre pale in materiale composito, tipicamente formato da fibre di vetro in matrice epossidica, a loro volta costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo;
 - la torre di sostegno tubolare in acciaio sulla cui testa è montata la navicella. La torre è ancorata al terreno a mezzo di idonea fondazione in c.a.

L'energia cinetica del vento raccolta dalle pale rotoriche viene utilizzata per mantenere in rotazione l'albero principale, su cui il rotore è calettato. Quindi attraverso il moltiplicatore di giri, l'energia cinetica dell'albero principale viene trasferita al generatore e trasformata in energia elettrica.

Il rotore è tripala a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro di diametro pari a 163 m, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio. La torre è di forma tubolare tronco conico in acciaio. L'altezza al mozzo è pari a 113 m. La struttura internamente è rivestita in materiale plastico ed è provvista di scala a pioli in alluminio per la salita.

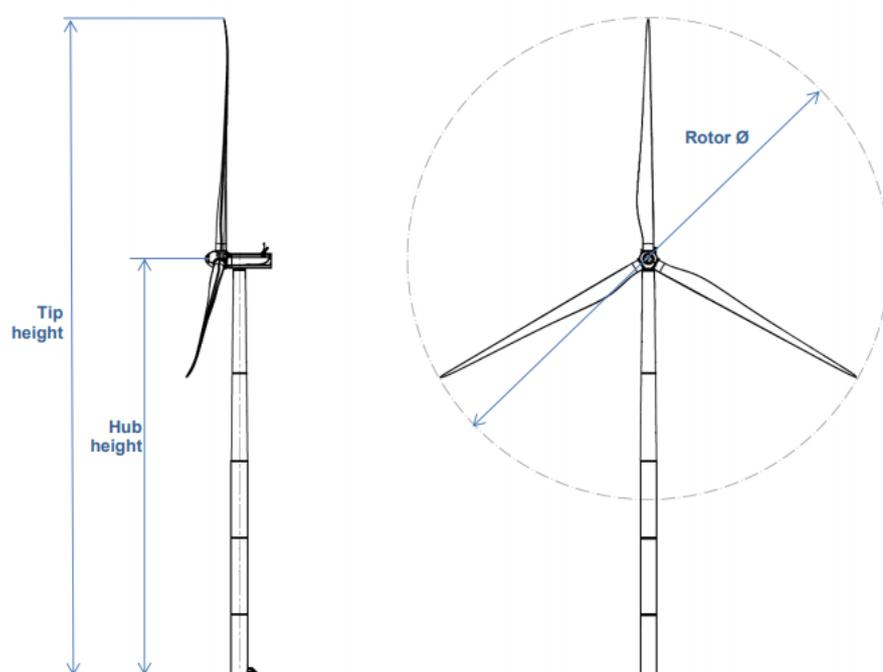


Figura 6 – Caratteristiche geometriche aerogeneratore di progetto

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata in altri parchi sia italiani che europei, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

2.2.1 Sistema di controllo

Oltre ai componenti su elencati, vi è un sistema di controllo che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare lo stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in

combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La fermata dell'aerogeneratore, normale o di emergenza, avviene attraverso la rotazione del passo delle pale. Opportuni sistemi (per esempio serbatoi d'olio in pressione) garantiscono l'energia idraulica necessaria a ruotare il passo delle pale anche in condizioni di emergenza (mancanza di alimentazione elettrica). La fermata dell'aerogeneratore per motivi di sicurezza avviene ogni volta che la velocità del vento supererà la velocità di bloccaggio. A rotore fermo, un ulteriore freno sull'albero principale ne assicura il blocco in posizione di "parcheggio".

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala. I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

2.3 Opere civili

Per la realizzazione dell'impianto, come precedentemente accennato, sono da prevedersi l'esecuzione delle fondazioni in calcestruzzo armato delle torri eoliche, nonché la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento e/o ampliamento della rete viaria esistente nel sito per la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto. Inoltre, sono da prevedersi la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, la realizzazione della stazione elettrica di trasformazione, della stazione elettrica di transito e dello stallo di rete.

2.3.1 Strade di accesso e viabilità al servizio

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

- Fase 1 – strade di cantiere (sistemazioni provvisorie): in questa fase è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle auto-gru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore. L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o in appositi canali artificiali.
- Fase 2 – strade di esercizio (sistemazioni finali): prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio. Prevede, altresì, il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali ed inerti accumulati provvisoriamente.

Nella fase di definizione del layout d'impianto, per la viabilità di accesso sono state previste principalmente strade di nuova realizzazione, che consentono di raggiungere i singoli aerogeneratori. Le strade esistenti adoperate per la viabilità, invece, saranno oggetto di adeguamenti stradali.

La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massicciata. Ai fini della realizzazione dell'impianto si renderanno necessari interventi di adeguamento della viabilità esistente in taluni casi consistenti in sistemazione del fondo viario, adeguamento della sezione stradale e dei raggi di curvatura, ripristino della pavimentazione stradale con finitura in stabilizzato ripristinando la configurazione originaria delle strade. In altri casi gli interventi saranno di sola manutenzione.

Le strade di nuova realizzazione, che integreranno la viabilità esistente, si svilupperanno per quanto possibile al margine dei confini catastali, ed avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto.

Nel complesso per l'accesso all'area parco sono previsti:

- 14475 m da adeguamenti;
- 9370 m di strada bianca da realizzare;
- 2618 m di strada bianca da adeguare.

La sezione stradale, con larghezza medie di 6 m, sarà in massicciata tipo “macadàm” similmente alle carrarecce esistenti e sarà ricoperta da stabilizzato ecologico del tipo “diogene”, realizzato con granulometrie fini composte da frantumato di cava. Per ottimizzare l’intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, la viabilità di cantiere di nuova realizzazione coinciderà con quella definitiva di esercizio.

2.3.1.1 Fase 1 – strade di cantiere (sistemazioni provvisorie)

Durante la fase di cantiere è previsto l’adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell’aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell’aerogeneratore.

La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 6 m. Le livellette stradali seguono quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno. È garantito un raggio planimetrico di curvatura minimo di almeno 60 m nei punti più complessi.

L’adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la sovrastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della sovrastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in

opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

2.3.1.2 Fase 2 – strade di esercizio (sistemazioni finali)

La fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada sarà regolarizzata e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere sarà di circa 6 m, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno costituite dalle seguenti attività:

- sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche;
- modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;
- ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere;
- nei casi di presenza di scarpate o di pendii superiori ad 1/1,5 m si prederanno sistemazioni di consolidamento attraverso interventi di ingegneria naturalistica, in particolare saranno previste solchi con fascine vive e piante, gradinate con impiego di foglia caduca radicata (nei terreni più duri) e cordonate.

2.3.2 Piazzole

Per consentire il montaggio dell'aerogeneratore è prevista, laddove gli spazi lo consentano, la realizzazione nel rispetto degli standard minimi indicati dal produttore, di una piazzola di montaggio di dimensioni almeno di 56 m × 36 m con adiacente piazzola di stoccaggio di dimensioni almeno di 86,1 m × 20 m. Inoltre, per ogni torre, è prevista la realizzazione delle opere temporanee per il montaggio del braccio gru, costituite da piazzole ausiliare dove si posizioneranno le gru di supporto e una pista lungo la quale verrà montato il braccio della gru principale.

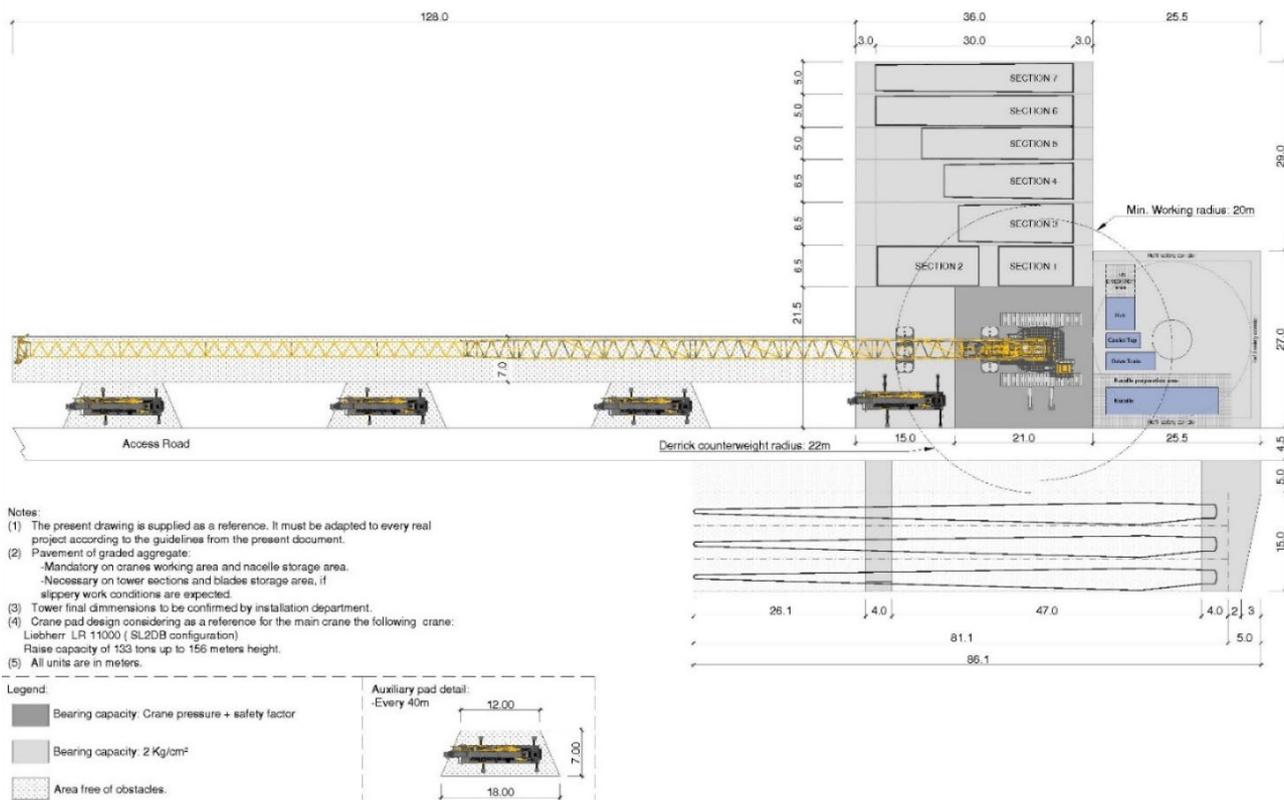


Figura 7 – Schema piazzola tipologica in fase di cantiere per il montaggio dell'aerogeneratore (fonte scheda tecnica Vestas).

Le piazzole di stoccaggio e le aree per il montaggio gru in fase di cantiere saranno costituiti da terreno battuto e livellato, mentre a impianto ultimato saranno completamente restituiti ai precedenti usi agricoli.

La realizzazione della piazzola di montaggio, ove è previsto l'appoggio della gru principale, verrà realizzata secondo le seguenti fasi:

- asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale;
- asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale;
- qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, si prevede la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere;
- compattazione del piano di posa della massicciata;
- posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;

- realizzazione dello strato di fondazione o massiciata di tipo stradale, costituito da misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, che dovrà essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm.

Una procedura simile verrà seguita anche per la realizzazione delle piazzole ausiliari. Al termine dei lavori la piazzola di montaggio verrà mantenuta anche per la gestione dell'impianto mentre le piazzoline montaggio gru verranno totalmente dismesse e le aree verranno restituite ai precedenti usi agricoli.

In analogia con quanto avviene all'estero non sarà realizzata nessuna opera di recinzione delle piazzole degli aerogeneratori, né dell'intera area d'impianto. Ciò è possibile in quanto gli accessi alle torri degli aerogeneratori e alla cabina di raccolta sono adeguatamente protetti contro eventuali intromissioni di personale non addetto.

2.3.3 Aree di cantiere e manovra

È prevista la realizzazione di due aree di cantiere dove si svolgeranno le attività logistiche di gestione dei lavori e dove verranno stoccati i materiali e le componenti da installare oltre al ricovero dei mezzi.

Le aree di cantiere sono divise tra l'appaltatore delle opere civili ed elettriche e il fornitore degli aerogeneratori, e saranno realizzate mediante la pulizia e lo spianamento del terreno e verranno finite con stabilizzato. La superficie totale prevista per aree di cantiere e trasbordo è di 14000 mq circa.

Al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico, le piazzole di stoccaggio, le aree per il montaggio del braccio gru e le aree di cantiere saranno dismesse prevedendo la rinaturalizzazione delle aree e il ripristino allo stato ante operam.

2.3.4 Fondazioni aerogeneratori

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico considerando lo schema isostatico di trave incastrata soggetta a carichi variabili lungo l'asse della trave, mentre le fasi di progetto e verifica sono state effettuate in conformità alle normative tecniche vigenti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite e sviluppate con metodi tradizionali e fogli di calcolo Excel.

Tale metodologia ha consentito la modellazione analitica del comportamento fisico dell'opera attraverso schemi semplificati e soluzioni in forma chiusa senza necessità di ricorrere alla modellazione agli elementi finiti, e al contempo l'immediato controllo sulla coerenza dei risultati.

Per le verifiche di sicurezza sono stati presi in considerazione i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve che a lungo termine, che si riferiscono sia allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno sia al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

La soluzione progettuale prevede fondazioni diritte del tipo plinti di fondazione. Tali plinti sono schematizzati come costituiti da tre blocchi solidi aventi forma geometrica differente:

- il primo è un cilindro (blocco 1) con un diametro di 25,00 m e un'altezza di 1,00 m;
- il secondo (blocco 2) è un tronco di cono con diametro di base pari a 25,00 m, diametro superiore di 6,50 m e un'altezza pari a 1,70 m;
- il terzo corpo (blocco 3) è un cilindro con un diametro di 6,50 m e un'altezza di 0,70 m; infine, nella parte centrale del plinto, in corrispondenza della gabbia tirafondi, si individua un tronco di cono con diametro di base pari a 6,00 m, diametro superiore pari a 6,50 m e altezza pari a 0,25 m.

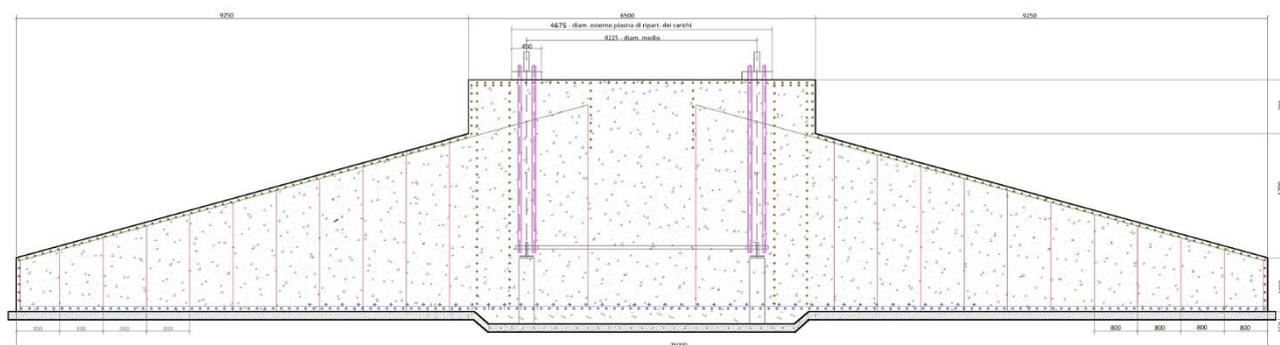


Figura 8 – Schema geometrico plinto di fondazione

Si rimanda in ogni caso al progetto esecutivo per maggiori dettagli e per la definizione precisa della forma e della tipologia di fondazione per ogni torre, non escludendo la possibilità realizzazione, in funzione degli esiti geologici di dettaglio, fondazioni anche di tipo indiretto del tipo plinti su pali.

2.4 Opere impiantistiche

2.4.1 Cabina di raccolta e misura

Considerando la distribuzione degli aerogeneratori e la potenza complessiva in gioco, si è deciso di dividere il parco eolico in due zone elettricamente indipendenti, ognuna con un proprio arrivo nella cabina di raccolta e misura.

Il sistema sarà costituito da tutte le apparecchiature necessarie per l'interconnessione e il controllo dei diversi aerogeneratori.

In particolare, il sistema sarà costituito da:

- cavi MT tra Aerogeneratori e quadro MT a 36 kV;
- due scomparti con interruttore automatico e sezionatore a protezione della serie di aerogeneratori, collegati fra loro in modalità "entra-esci";
- uno scomparto con interruttore automatico e sezionatore a protezione della rete a 36 kV dell'intero campo eolico, uscita verso la SE RTN;
- due scomparti con interruttore automatico e sezionatore di scorta;
- uno scomparto con interruttore automatico e sezionatore per eventuale connessione di back-up;
- uno scomparto con sezionatore per eventuale connessione di back-up;
- uno scomparto con IMS e fusibili a protezione del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari di impianto;
- uno scomparto misura con IMS, fusibili e TV in MT.

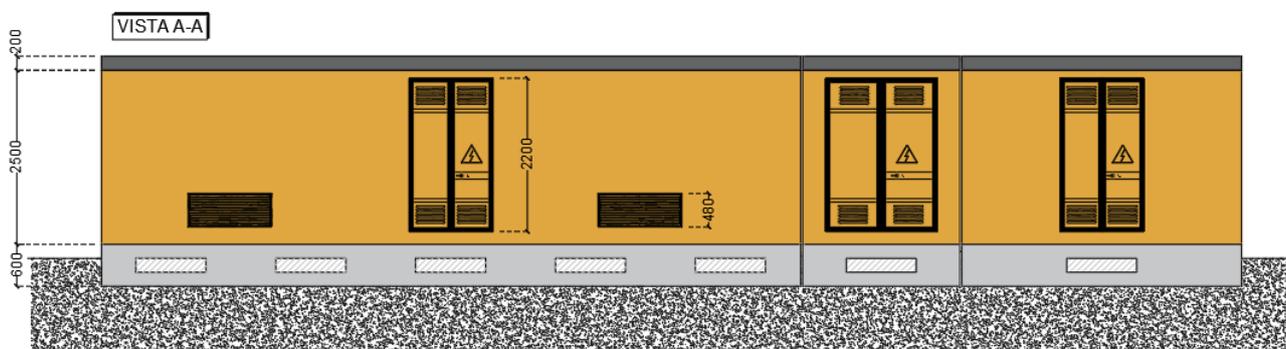


Figura 9 – Quadro di raccolta e misura, vista frontale.

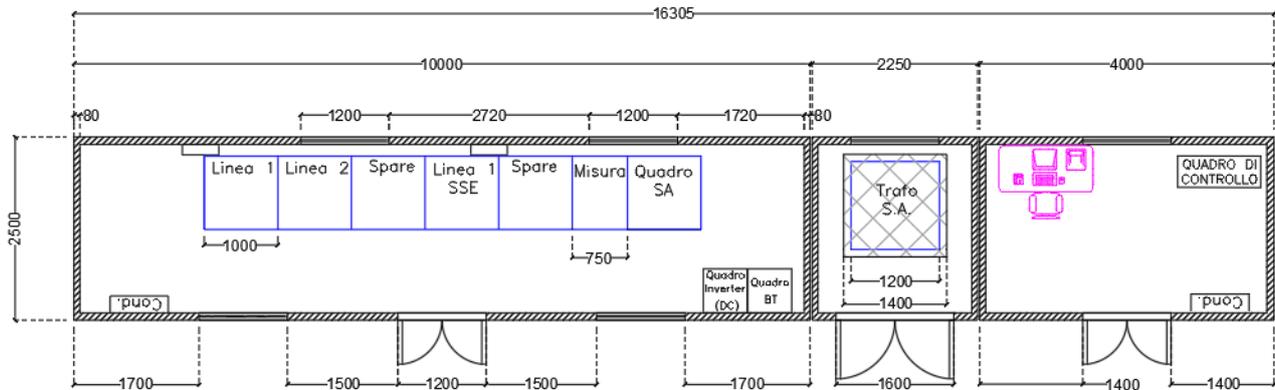


Figura 10 – Quadro di raccolta e misura, planimetria.

All'interno del prefabbricato saranno installati inoltre gli apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

2.4.1.1 Caratteristiche apparati

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- tensione nominale: 36 kV;
- tensione massima: 40,5 kV;
- tensione tenuta a freq. industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace): 70 kV;
- tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 μ s) (cresta): 170 kV;
- corrente nominale ammissibile c.to: 16 kA;
- tempo di estinzione del guasto: 0,5 s.

Per il sistema a 36 kV all'interno si utilizzeranno cavi isolati e segregati in apposite canalizzazioni prefabbricate, collaudate e certificate dal Costruttore secondo procedure a norma di legge per il livello di isolamento indicato.

2.4.1.2 Servizi ausiliari

Per i servizi ausiliari sono previsti diversi sistemi di alimentazione, sia in corrente alternata che in corrente continua, necessari per i sistemi di controllo, comando, protezione e misura. In particolare, è stata prevista l'alimentazione di tutti i servizi ausiliari mediante:

- trasformatore 36/0,4 kV dedicato;
- sistema raddrizzatore/inverter/batterie.

I servizi di corrente alternata e continua saranno alloggiati in diversi armadi destinati a realizzare le rispettive distribuzioni.

2.4.1.3 Control room-sistema di monitoraggio

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto eolico in tutte le situazioni. Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione del parco eolico;
- di produzione degli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare dati climatici e dati anemologici sul parco eolico. I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto eolico.

I dati monitorati saranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA. Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di auto-diagnosi e auto-tuning.

2.4.2 Misura dell'energia elettrica

L'impianto elettrico previsto garantisce la possibilità di effettuare misure dell'energia elettrica assorbita ed immessa nei seguenti punti:

- nella cabina di raccolta, in corrispondenza del collegamento con la SE (RTN);
- sul lato MT a 36 kV della SE, in corrispondenza della linea di collegamento con la cabina di raccolta.

2.4.3 Aerogeneratore

Per il presente progetto si prevede l'utilizzo di aerogeneratori di marca Vestas, modello V163-4.5 MW, ciascuno avente potenza nominale pari a 4,5 MW, o modelli equivalenti.

2.4.3.1 Generatore

L'aerogeneratore monta un generatore a induzione asincrono trifase con rotore a gabbia.

Il corpo del generatore permette la circolazione dell'aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore.

Lo scambio termico aria-acqua avviene in uno scambiatore di calore esterno.

In Tabella 4 si riportano le principali caratteristiche elettriche del generatore adoperato:

Tabella 4 – Caratteristiche elettriche generatore

Potenza nominale [kW]	4500
Frequenza [Hz]	0-100
Tensione alla velocità nominale [V]	3×800
Numero di poli	6
Velocità nominale [rpm]	1450-1550
Limite di velocità [rpm]	2400

2.4.3.2 Convertitore di Frequenza AC/AC

Il convertitore adotta un sistema di conversione full-scale, che controlla sia il generatore che la qualità dell'energia immessa in rete.

Il convertitore è composto da 3 unità di conversione lato macchina e 3 unità di conversione lato rete, funzionanti in parallelo con un controllore comune.

Il convertitore controlla la conversione dell'alimentazione AC, a frequenza variabile del generatore, in frequenza fissa (50 Hz) con potenza attiva e reattiva desiderata, con valori adatti alla rete elettrica di consegna.

Il convertitore si trova nella navicella e ha una tensione nominale lato rete di 720 V.

La tensione nominale lato generatore è fino a 800 V e dipende dalla velocità del generatore.

Tabella 5 – Caratteristiche elettriche convertitore.

Potenza apparente [kVA]	5300
Tensione nominale di rete [V]	3×720
Tensione nominale del generatore [V]	3×800

2.4.3.3 Trasformatore MT/BT

Il trasformatore MT/BT è inserito in un locale separato chiuso, sul retro della navicella.

Il trasformatore è a secco trifase, a due avvolgimenti ed autoestinguento.

Gli avvolgimenti sono collegati a triangolo sul lato ad alta tensione e a stella sul lato bassa tensione.

Il trasformatore è progettato secondo gli standard IEC, ma anche conforme a Regolamento europeo sulla progettazione ecocompatibile n. 548/2014 e n. 2019/1783 stabilito dalla commissione europea.

Si riportano di seguito alcune informazioni chiave:

Tabella 6 – Caratteristiche elettriche trasformatore MT/BT.

Potenza apparente [kVA]	5300
Potenza reattiva a vuoto [kVAr]	~20
Potenza reattiva sotto carico [kVAr]	~550
Tensione nominale lato BT [kV]	0,72
Tensione nominale lato MT [kV]	36
Frequenza [Hz]	50
Gruppo	Dyn5

2.4.3.4 Cavo MT

Il cavo MT dal trasformatore arriva direttamente all'interruttore MT allocato internamente alla base della torre. In particolare, possono essere utilizzati due tipologie di cavi:

- cavo tripolare MT, isolato in gomma, senza alogeni, con un cavo di terra multipolare;
- cavo quadripolare MT, isolato in gomma, senza alogeni.

Si riportano di seguito alcuni dati aggiuntivi:

Tabella 7 – Caratteristiche elettriche cavo MT interno.

Materiale isolante	EPR o HEPR
Terminazioni	connettore T, Tipo C, lato trasformatore connettore T, Tipo C, lato interruttore
Massima tensione	42 kV per una tensione nominale di 36 kV
Sezione cavo	3×70+70 mm ² (PE singolo) 3×70+70/3 mm ²

2.4.3.5 Apparato di Interruzione e Protezione

L'interruttore isolato in SF6 è installato alla base della torre, internamente come parte integrante della turbina. I suoi controlli sono integrati con il sistema di sicurezza dell'aerogeneratore, che monitora le condizioni dell'interruttore e i dispositivi di sicurezza in MT. Per garantire che l'interruttore sia sempre pronto, esso è ridondato di "trip coil", sia per la fase di protezione che per eventuali condizioni di sotto-tensione.

L'interruttore è configurabile in funzione del numero di cavi che si prevede entrino nella turbina. Si riportano di seguito in Tabella 8 alcuni dati aggiuntivi:

Tabella 8 – Caratteristiche elettriche interruttore MT.

Tensione nominale	36 kV
Tensione di isolamento verso terra (AC)	70 kV
Tensione di isolamento da scarica atmosferica (LI)	170 kV
Frequenza	50 Hz
Corrente di corto-circuito nominale	25 kA
Corrente di corto-circuito di picco	62,5 kA
Massima durata di un corto-circuito	1 s

2.4.3.6 Servizi Ausiliari

Il sistema dei servizi ausiliari è alimentato da un diverso trasformatore (720/400 V) posizionato nella navicella. Il primario (720 V) di questo trasformatore è alimentato direttamente dal quadro del convertitore AC/AC. Tutti i carichi nella turbina (motori, pompe, ventilatori e scambiatori) sono alimentati da questo sistema.

L'alimentazione 400 V è trasferita dalla Navicella al quadro di controllo della Torre, posizionato all'entrata della turbina, e distribuita fra diversi carichi a 400 e 230 V, come l'ascensore, luci di sistema, carichi "general purpose", riscaldamento interno della cabina e ventilazione.

È previsto, inoltre, un trasformatore di controllo 400/230 V che alimenta l'UPS vicino al quadro.

I consumi sono definiti come la potenza che è usata dalla turbina quando questa non sta fornendo energia alla rete. È definito nel sistema di controllo come "Production Generator Zero". I seguenti componenti hanno la più grande influenza in termini di consumi di un aerogeneratore. I valori indicati rappresentano il massimo raggiungibile ma il consumo medio può essere inferiori in funzione delle condizioni di lavoro attuali, clima, ecc.:

Tabella 9 – Principali contributi all’autoconsumo.

Motore idraulico	2x22 kW
Motore per l’Imbardata	max 23 kW
Ventilatori per raffreddamento	15 kW
Pompe idrauliche	10,8 kW
Pompa olio per lubrificazione cuscinetti	7,5 kW
Controllore	3 kW
Perdite a vuoto del trasformatore MT/BT	vedere tabella perdite trasformatore

2.4.4 Linee MT di interconnessione

Considerando la distribuzione degli aerogeneratori nell’impianto, si riporta di seguito una ortofoto con la rappresentazione delle tratte elettriche in progetto, i collegamenti dei due macro-raggruppamenti (zona A e zona B) con la cabina di raccolta:

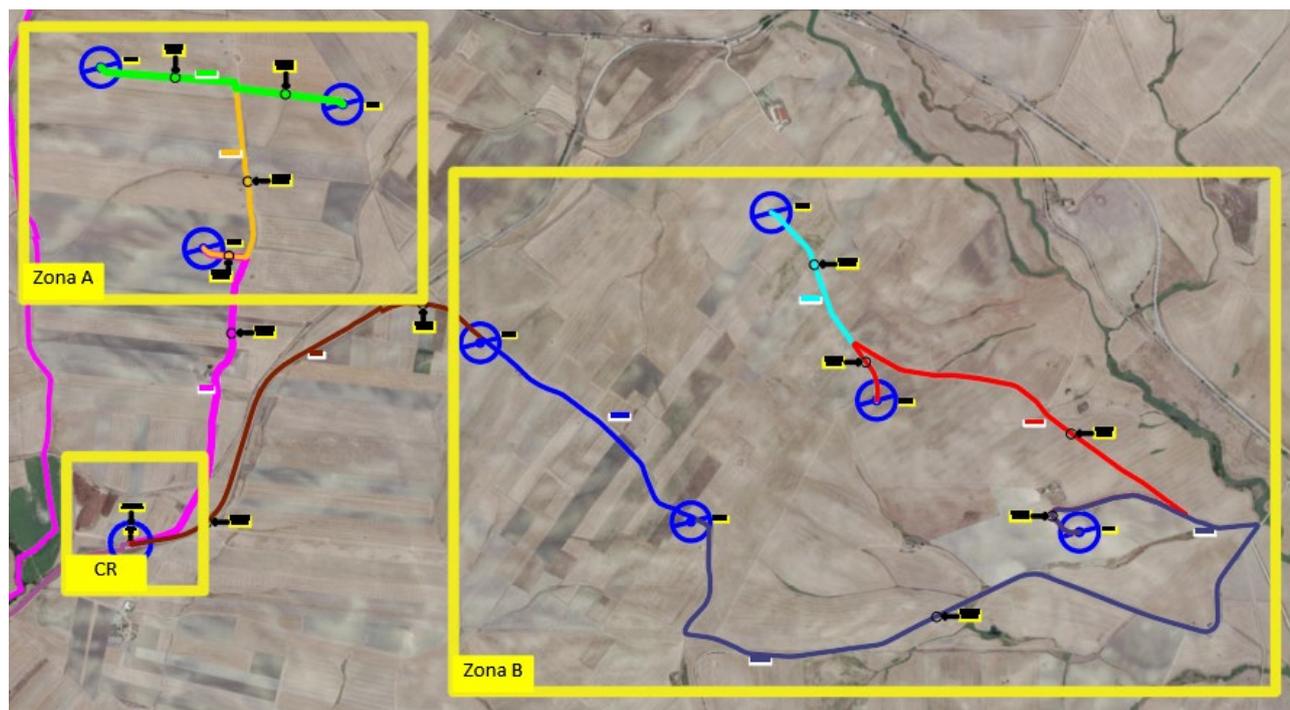


Figura 11 – Suddivisione zonale dell’impianto eolico su ortofoto.

In ogni zona, gli aerogeneratori sono collegati tra loro in “entra-esce” con un cavo interrato in MT.

Inoltre, si riporta il collegamento della cabina di raccolta con la SE RTN, prevista per il collegamento in antenna a 36 kV:

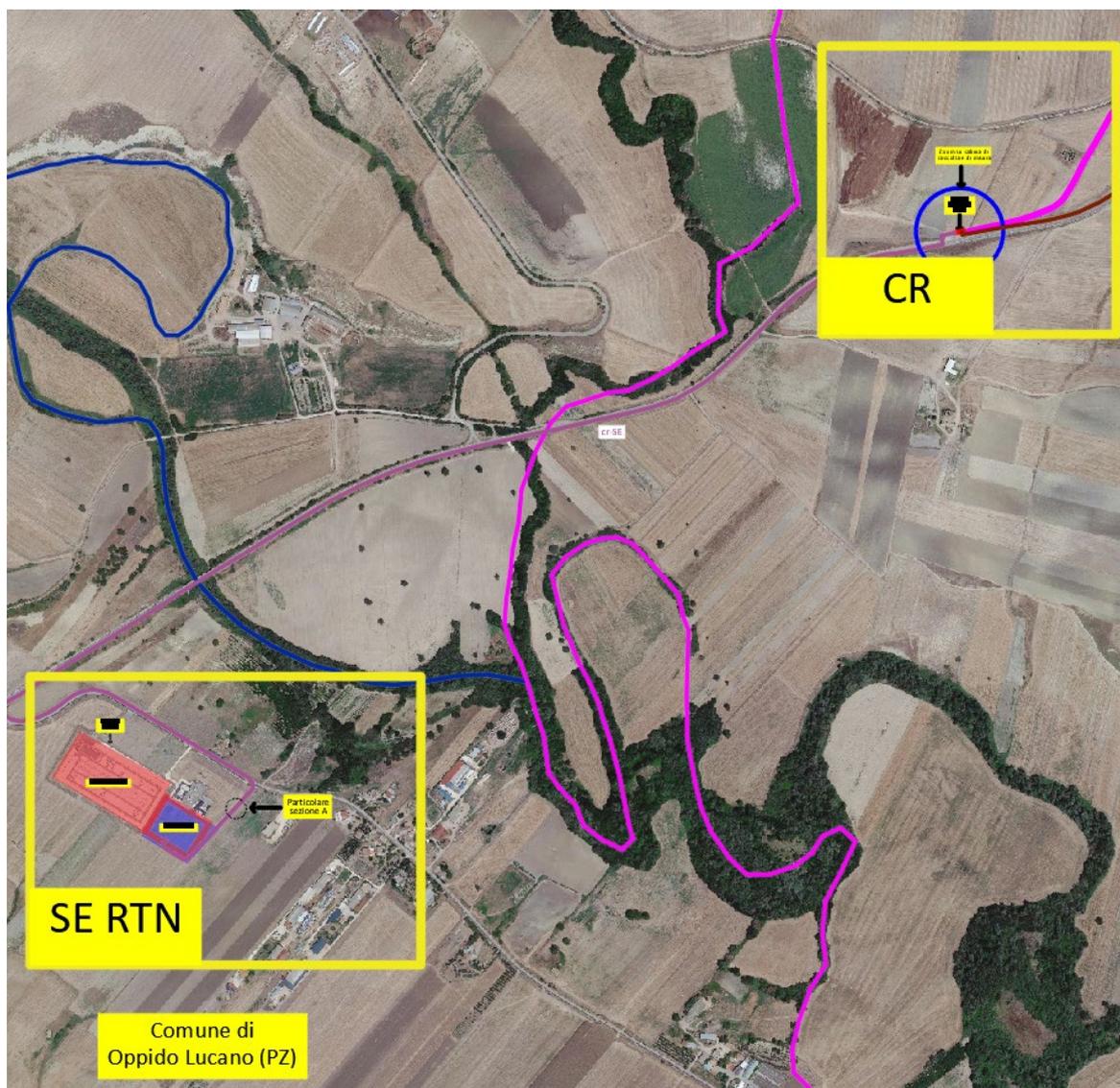


Figura 12 – Collegamento CR con SE RTN “Oppido”.

La seguente Figura 13 è estrapolata da “EO.IRS01.PD.A.16.b.4 - SCHEMA DI COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA” e mostra uno schema unifilare della connessione ipotizzata:

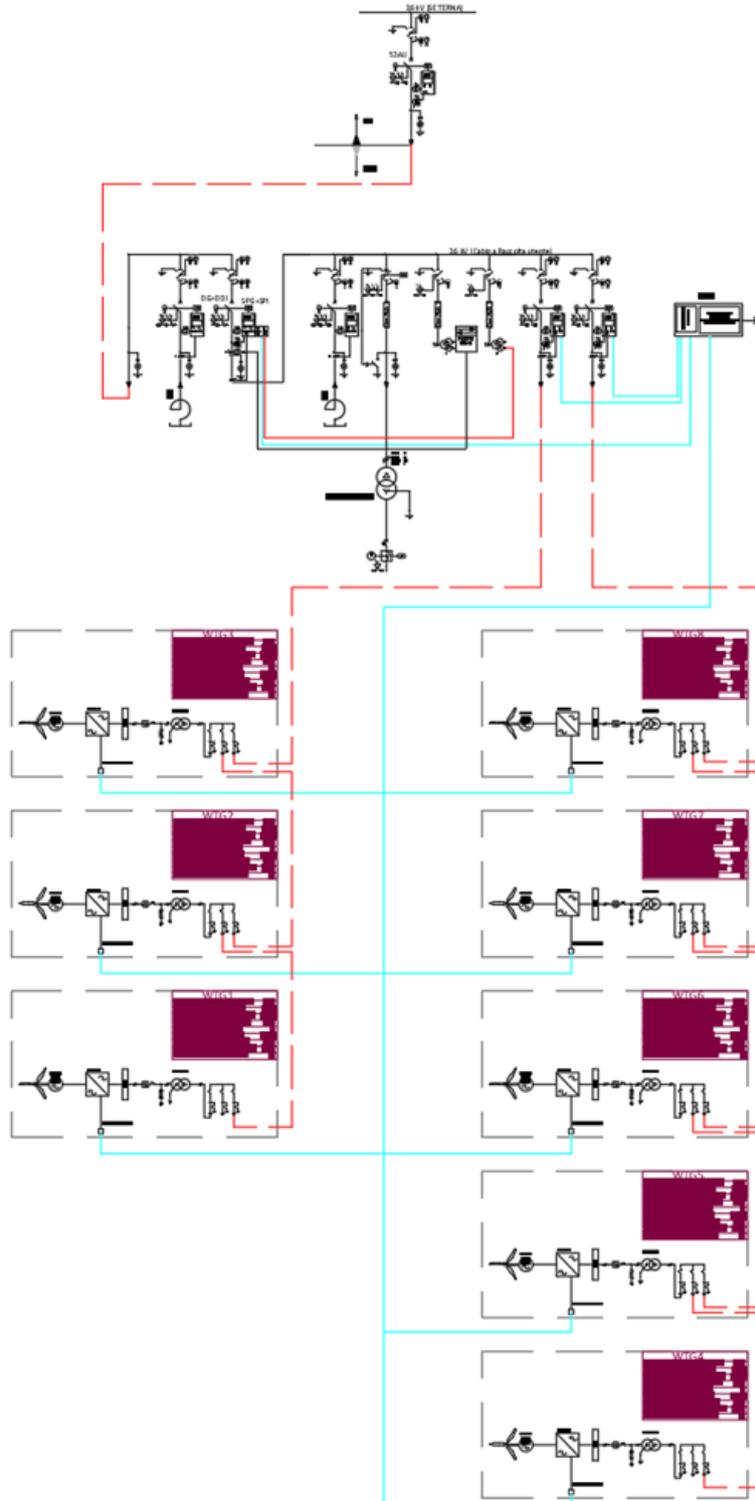


Figura 13 – Schema unifilare di impianto.

Tabella 10 – Elenco tratte elettriche di progetto.

PARCO EOLICO NEL COMUNE DI IRSINA (MT) - DESCRIZIONE DEI TRATTI DI PROGETTO								
Denom. Tratta	Lunghezza tratte [m]	Tratta elettrica con sfrido del 10% [m]	Scavo cavidotto [m]					
			N° Terne	Strada Asfaltata	Strada Sterrata	Terreno	Canal. sulla spalla del ponte	T.O.C.
1-a	602		1	0	0	602	0	0
a-2	462		2	0	0	432	0	0
wtg1-wtg2		1170	1					
a-2	462		2	0	0	432	0	0
a-b	730		1	0	0	730	0	0
b-3	200		2	0	0	200	0	0
wtg2-wtg3		1531	1					
b-3	200		2	0	0	200	0	0
b-cr	1450		1	0	0	1380	0	70
wtg3-CR		1815	1					
4-c	681		1	0	0	681	0	0
c-5	285		2	0	0	285	0	0
wtg4-wtg5		1063	1					
c-5	285		2	0	0	285	0	0
c-d	1670		1	0	0	1670	0	0
d-6	783		2	0	0	783	0	0
wtg5-wtg6		3012	1					
d-6	783		2	0	0	783	0	0
d-e	300		1	0	0	300	0	0
e-f	2618		1	0	2618	0	0	0
f-g	825		1	0	0	825	0	0
g-7	28		2	0	0	28	0	0
wtg6-wtg7		5009	1					
g-7	28		2	0	0	28	0	0
g-h	1212		1	0	0	1212	0	0
h-8	20		2	0	0	20	0	0
wtg7-wtg8		1386	1					
h-8	20		2	0	0	20	0	0
h-h2-cr	2081		1	0	0	2066	0	15
wtg8-CR		2311	1					
cr-i	975		2	0	0	957	0	18
i-l	25		2	0	0	0	25	0
l-m	648		2	0	0	648	0	0
m-n	42		2	0	0	0	42	0
n-o	422		2	0	0	422	0	0
o-p	600		2	600	0	0	0	0
p-SE	271		2	0	0	271	0	0
CR-SE		3281	2					

2.4.4.1 Tipologia cavi

Per il collegamento elettrico in MT, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari di tipo ARE4H5E-18/30 kV:



Figura 14 – Cavo unipolare ARE4H5E 18/30 kV.

Norma di riferimento

HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale

(R_{max} 3 Ω /Km)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

aventi le seguenti caratteristiche:

Tabella 11 – Caratteristiche elettriche cavo ARE4H1R 18/30 kV.

Tensione nominale [U ₀]	18 kV
Tensione nominale [U]	30 kV
Tensione di prova	63 kV
Tensione massima U _m	36 kV
Temperatura massima di esercizio	+90°C
Temperatura massima di corto circuito	+250°C
Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)	-15°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C

2.4.4.2 Tipologia posa

Il cavo MT che interessa il collegamento tra il parco eolico, la cabina di raccolta e stazione elettrica, seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17.

Sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati (modalità di posa tipo M), ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e/o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato (modalità di posa N) o in canalizzazione metallica a parete (modalità di posa E).

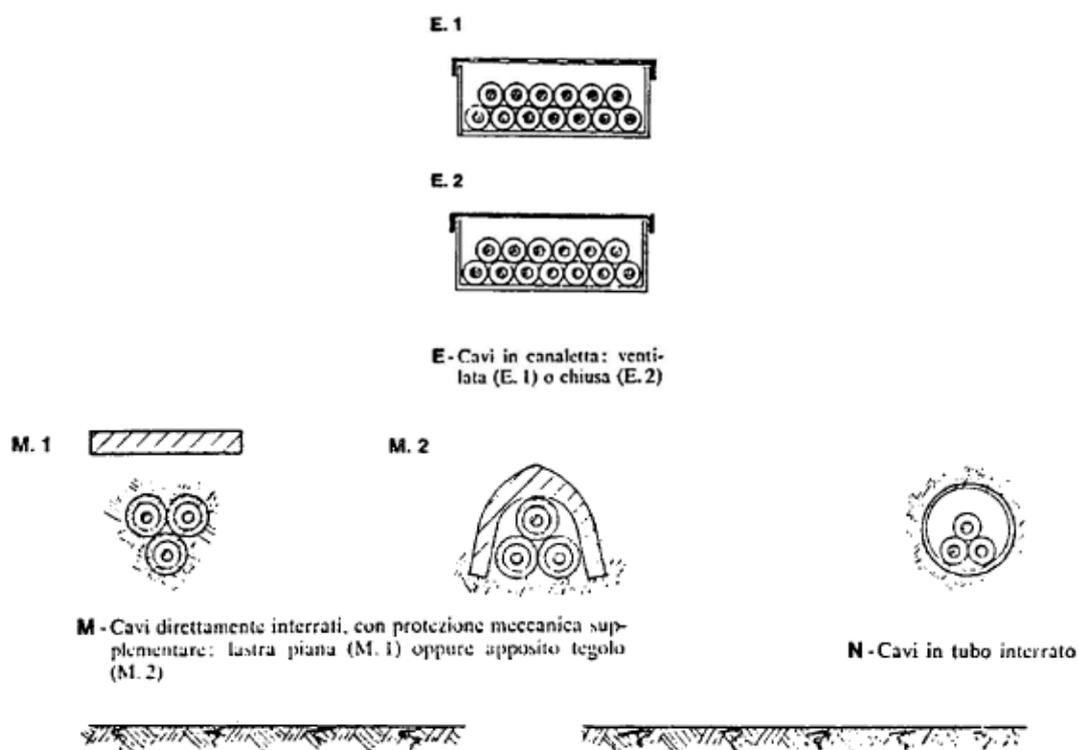


Figura 15 – Modalità di posa (CEI 11-17).

La posa verrà eseguita ad una profondità tra 1,2-1,5 m.

Il tracciato del cavo, che segue la viabilità prima definita, è realizzato nel seguente modo:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili;
- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT avvolte ad elica;
- rinfianco e copertura dei cavi MT con sabbia per almeno 10 cm;
- corda nuda in rame (o in alluminio) per la protezione di terra (avente, come previsto da norma CEI EN 61936-1, una sezione maggiore o uguale di 16 mm² per il rame e 35 mm² nel caso di alluminio), e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- inserimento per tutta la lunghezza dello scavo, e in corrispondenza dei cavi, delle tegole protettive in plastica rossa per la protezione e individuazione del cavo stesso;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

Si riportano di seguito alcune sezioni generiche del cavidotto:

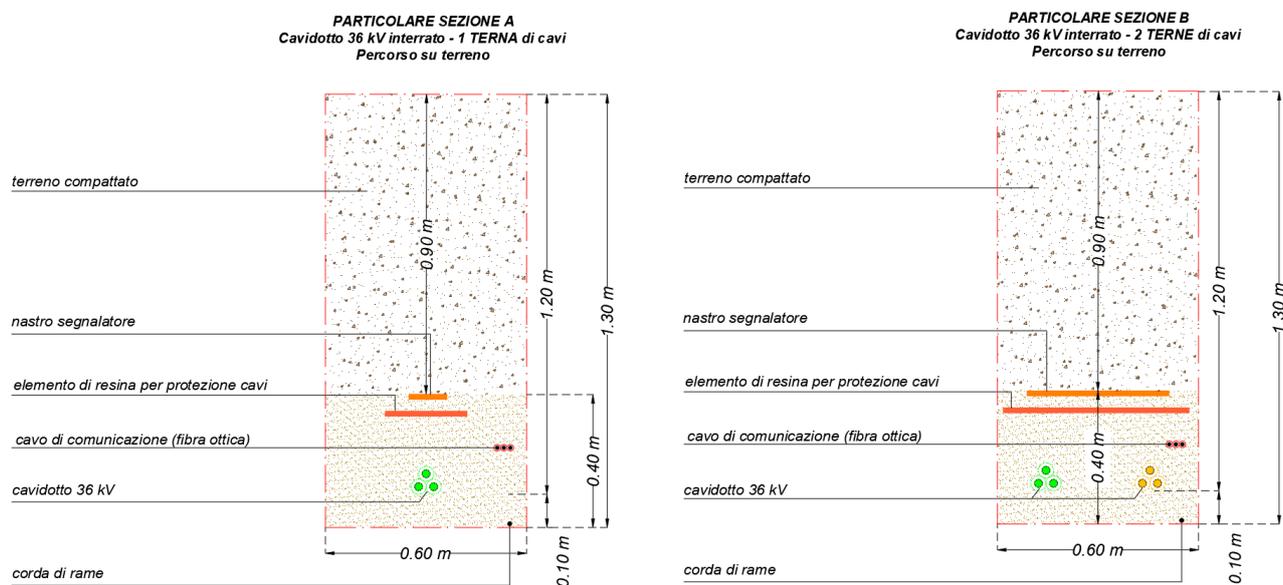


Figura 16 – Sezione cavi direttamente interrati.

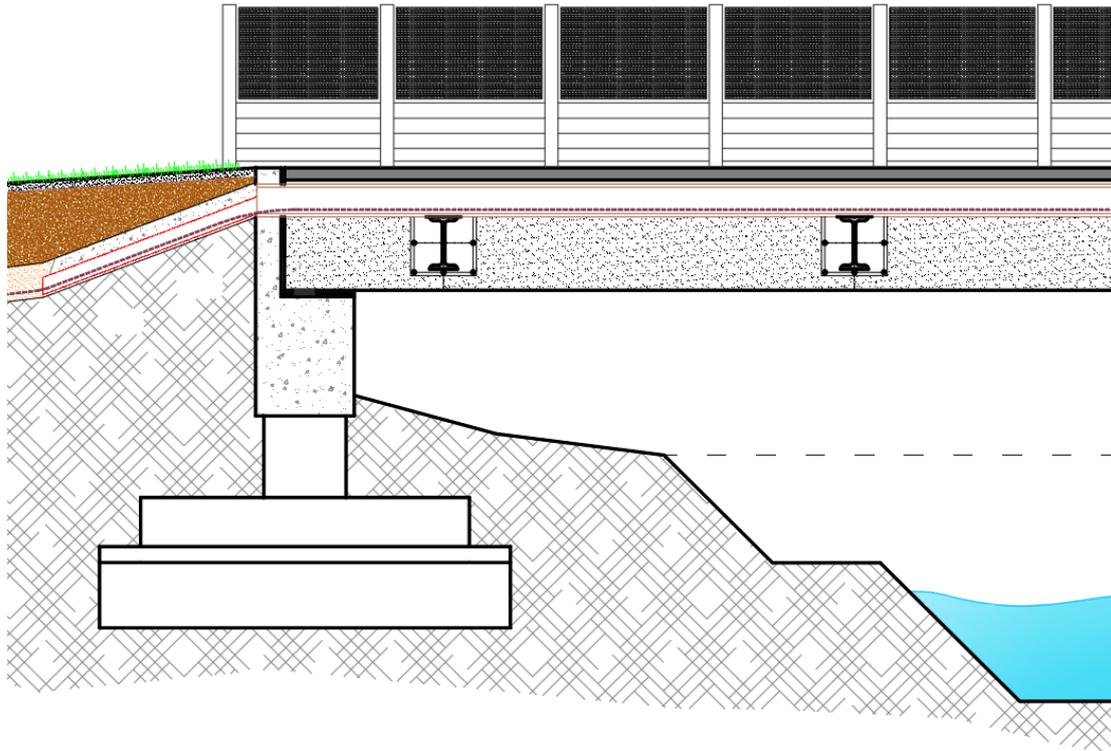


Figura 17 – Sezione cavi in canalizzazione metallica con percorso orizzontale.

2.4.5 Dimensionamento cavi MT

Per il dimensionamento dei cavi in MT è stato adoperato il criterio termico (come indicato dalla CEI UNEL 35027), utilizzando il criterio elettrico come ulteriore verifica delle sezioni scelte. Per il criterio termico è necessario individuare innanzitutto la corrente d'impiego I_b per la singola tratta, in modo da garantire che la portata del cavo I_0 (opportunamente corretta) sia sempre maggiore della corrente d'impiego prevista.

$$I_z = K_{tt} \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_r \cdot I_0 > I_b$$

dove:

- K_{tt} è il coefficiente di correzione per posa interrata a temperatura ambientale diversa da 20 °C;
- K_n è il coefficiente di correzione per numero di conduttori caricati nello scavo maggiore di 1;
- K_p è il coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversa da 0,8 m;
- K_r è il coefficiente di correzione per valore di resistività termica diverso da 100°C cm/W.

Per il criterio elettrico è necessario verificare che la massima caduta di tensione sul cavo, nelle condizioni di funzionamento ordinario e particolari previsti (per es. avviamento motori), sia entro valori accettabili in relazione al servizio. Indicazioni circa i valori ammissibili per la caduta di tensione possono essere ricavati dalle norme relative agli apparecchi utilizzatori connessi e dalle norme relative agli impianti, ove applicabili.

Nel caso specifico si assume:

$$\Delta V = K_L \cdot (R I \cos\phi + X I \sin\phi) \leq 4\%$$

dove:

- K_L , coefficiente di linea: 2 per linea monofase e $\sqrt{3}$ per linea trifase;
- R , resistenza del cavo;
- X , reattanza del cavo;
- I , corrente di impiego (I_b);
- $\cos\phi(\sin\phi)$, fattore di potenza.

Si riportano, di seguito, i dati di progetto per il dimensionamento delle varie tratte di cavo, **interne** al parco (collegamento dei vari aerogeneratori con la cabina di raccolta) ed **esterne** (collegamento della cabina di raccolta con la SE RTN); ogni tratta è codificata nel formato **XX-YY**, dove:

- **XX** è indicata la partenza;
- **YY** è indicato l'arrivo.

2.4.5.1 WTG1-WTG2

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 1 con l'aerogeneratore 2:

<u>Wtg1-Wtg2</u>																	
Sistema trifase																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F-F</th> <th>F-N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>4800,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>4512,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	4800,00		Potenza attiva (kW)	4512,000					
	F-F	F-N															
Tensione (kV)	36,00	20,78															
Potenza apparente (kVA)	4800,00																
Potenza attiva (kW)	4512,000																
$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$																	
Corrente impiego	Ib (A) = 76,98																
Lunghezza tratto (km) = 1,17																	
cdt desiderata (%) = 4,00%																	
OK	n.ro terne stesso strato = 2																
	dist. fra terne = 25 cm																
	n.ro cavi X fase = 1																
	Sezione (mm ² -tipo) = 50 - Al																
interrato a trifoglio	Portata cavo I _z (A) = 152,00																
STD																	
20°	temp.posa interr.(Ktt) = 25																
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. = 1,00																
80 cm	prof.posa interr. (Kp) = 125																
1	n.ro terne orizz. (Kn) = 2 terne a 25 cm																
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza = 0,95																
	Ktot = 0,75																
effettiva (con correzione)	Portata cavo I _z (A) = 114,45																
cdt (kV)	0,1180																
cdt (%)	0,33%																
perdite potenza (kW)	15,6030																
perdite potenza (%)	0,35%																
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	67%																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">@60°C</th> </tr> <tr> <th>R</th> <th>X</th> <th>C</th> <th>Θest</th> </tr> <tr> <th>(Ω/km)</th> <th>(Ω/km)</th> <th>(μF/km)</th> <th>(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,750</td> <td>0,150</td> <td>0,140</td> <td>0,0330</td> </tr> </tbody> </table>		@60°C				R	X	C	Θest	(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)	0,750	0,150	0,140	0,0330
@60°C																	
R	X	C	Θest														
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)														
0,750	0,150	0,140	0,0330														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo cavo</th> <th>Al - Gomma T=250°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sezione (mmq)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>tempo (s)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Icc,max (kA) =</td> <td>2,06</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C	Sezione (mmq)	50	tempo (s)	5	Icc,max (kA) =	2,06								
Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C																
Sezione (mmq)	50																
tempo (s)	5																
Icc,max (kA) =	2,06																

2.4.5.2 WTG2-WTG3

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 2 con l'aerogeneratore 3:

Wtg2-Wtg3																	
Sistema trifase																	
	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>F-F</th> <th>F-N</th> </tr> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>9600,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>9024,000</td> <td></td> </tr> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	9600,00		Potenza attiva (kW)	9024,000					
	F-F	F-N															
Tensione (kV)	36,00	20,78															
Potenza apparente (kVA)	9600,00																
Potenza attiva (kW)	9024,000																
	$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$																
Corrente impiego	Ib (A) = 153,96																
	Lunghezza tratto (km) = 1,54																
	cdt desiderata (%) = 4,00%																
OK	<table border="1"> <tr> <td>n.ro terne stesso strato</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>dist. fra terne</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>n.ro cavi X fase</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sezione (mm²-tipo)</td> <td>120 - Al</td> </tr> </table>	n.ro terne stesso strato	2	dist. fra terne	25 cm	n.ro cavi X fase	1	Sezione (mm ² -tipo)	120 - Al								
n.ro terne stesso strato	2																
dist. fra terne	25 cm																
n.ro cavi X fase	1																
Sezione (mm ² -tipo)	120 - Al																
interrato a trifoglio	Portata cavo Iz (A) = 252,00																
STD																	
20°	temp.posa interr.(Ktt) 25 0,96																
100° cm/W	resist.terreno (Kt) terreno compatto umid.norm. 1,00																
80 cm	prof.posa interr. (Kp) 125 0,96																
1	n.ro terne orizz. (Kn) 2 terne a 25 cm 0,86																
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza 0,95																
	Ktot = 0,75																
effettiva (con correzione)	Portata cavo Iz (A) = 189,74																
cdt (kV)	0,1335																
cdt (%)	0,37%																
perdite potenza (kW)	32,7125																
perdite potenza (%)	0,36%																
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	81%																
	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">@60°C</th> </tr> <tr> <th>R</th> <th>X</th> <th>C</th> <th>θest</th> </tr> <tr> <td>(Ω/km)</td> <td>(Ω/km)</td> <td>(μF/km)</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>0,299</td> <td>0,130</td> <td>0,190</td> <td>0,0380</td> </tr> </table>	@60°C				R	X	C	θest	(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)	0,299	0,130	0,190	0,0380
@60°C																	
R	X	C	θest														
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)														
0,299	0,130	0,190	0,0380														
	<table border="1"> <tr> <th>Tipo cavo</th> <th>Al - Gomma T=250°C</th> </tr> <tr> <td>Sezione (mmq)</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>tempo (s)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Icc,max (kA)</td> <td>4,94</td> </tr> </table>	Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C	Sezione (mmq)	120	tempo (s)	5	Icc,max (kA)	4,94								
Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C																
Sezione (mmq)	120																
tempo (s)	5																
Icc,max (kA)	4,94																

2.4.5.3 WTG3-CR

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 3 con la cabina di raccolta:

Wtg3-CR

Sistema trifase

	F-F	F-N
Tensione (kV)	36,00	20,78
Potenza apparente (kVA)	14400,00	
Potenza attiva (kW)	13536,000	

$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$

Corrente impiego $I_b \text{ (A)} = 230,94$

Lunghezza tratto (km) = 1,82

cdt desiderata (%) = 4,00%

OK

n.ro terne stesso strato	2
dist. fra terne	25 cm
n.ro cavi X fase	1
Sezione (mm ² -tipo)	240 - Al

interrato a trifoglio Portata cavo $I_z \text{ (A)} = 367,00$

R	X	C	Θ _{est}
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)
0,150	0,110	0,240	0,0450

STD			
20°	temp.posa interr. (Kt)	25	0,96
100° cm/W	resist.terreno (Kr)	terreno compatto umid.norm.	1,00
80 cm	prof.posa interr. (Kp)	125	0,96
1	n.ro terne orizz. (Kn)	2 terne a 25 cm	0,86
1	coeff.utente (Kut)	coeff.sicurezza	0,95
		Ktot =	0,75

effettiva (con correzione) Portata cavo $I_z \text{ (A)} = 276,33$

cdt (kV)	0,1297
cdt (%)	0,36%
perdite potenza (kW)	43,5552
perdite potenza (%)	0,32%
utilizzo del cavo $[I_b/I_z] \text{ (%)}$	84%

Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C
Sezione (mmq)	240
tempo (s)	5
I _{cc,max} (kA)	9,87

2.4.5.4 WTG4-WTG5

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 4 con l'aerogeneratore 5:

Wtg4-Wtg5																	
Sistema trifase																	
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>F-F</td> <td>F-N</td> </tr> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>4800,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>4512,000</td> <td></td> </tr> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	4800,00		Potenza attiva (kW)	4512,000					
	F-F	F-N															
Tensione (kV)	36,00	20,78															
Potenza apparente (kVA)	4800,00																
Potenza attiva (kW)	4512,000																
	$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$																
Corrente impiego	Ib (A) = 76,98																
	Lunghezza tratto (km) = 1,06																
OK	cdt desiderata (%) = 4,00%																
	n.ro terne stesso strato = 2																
	dist. fra terne = 25 cm																
	n.ro cavi X fase = 1																
	Sezione (mm²-tipo) = 50 - Al																
Interrato a trifoglio	Portata cavo Iz (A) = 152,00																
STD																	
20°	temp.posa interr.(Ktt) = 25 0,96																
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. = 1,00																
80 cm	prof.posa interr. (Kp) = 125 0,96																
1	n.ro terne orizz. (Kn) = 2 terne a 25 cm 0,86																
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza = 0,95																
	Ktot = 0,75																
effettiva (con correzione)	Portata cavo Iz (A) = 114,45																
<table border="1"> <tr> <td>cdt (kV)</td> <td>0,1069</td> </tr> <tr> <td>cdt (%)</td> <td>0,30%</td> </tr> <tr> <td>perdite potenza (kW)</td> <td>14,1360</td> </tr> <tr> <td>perdite potenza (%)</td> <td>0,31%</td> </tr> <tr> <td>utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)</td> <td>67%</td> </tr> </table>		cdt (kV)	0,1069	cdt (%)	0,30%	perdite potenza (kW)	14,1360	perdite potenza (%)	0,31%	utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	67%						
cdt (kV)	0,1069																
cdt (%)	0,30%																
perdite potenza (kW)	14,1360																
perdite potenza (%)	0,31%																
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	67%																
<table border="1"> <tr> <td>Tipo cavo</td> <td>Al - Gomma T=250 C</td> </tr> <tr> <td>Sezione (mmq)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>tempo (s)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Icc,max (kA) =</td> <td>2,06</td> </tr> </table>		Tipo cavo	Al - Gomma T=250 C	Sezione (mmq)	50	tempo (s)	5	Icc,max (kA) =	2,06								
Tipo cavo	Al - Gomma T=250 C																
Sezione (mmq)	50																
tempo (s)	5																
Icc,max (kA) =	2,06																
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">@60°C</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>X</td> <td>C</td> <td>ϕest</td> </tr> <tr> <td>(Ω/km)</td> <td>(Ω/km)</td> <td>(μF/km)</td> <td>(m)</td> </tr> <tr> <td>0,750</td> <td>0,150</td> <td>0,140</td> <td>0,0330</td> </tr> </table>		@60°C				R	X	C	ϕest	(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)	0,750	0,150	0,140	0,0330
@60°C																	
R	X	C	ϕest														
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)														
0,750	0,150	0,140	0,0330														

2.4.5.5 WTG5-WTG6

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 5 con l'aerogeneratore 6:

Wtg5-Wtg6													
Sistema trifase													
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>F-F</td> <td>F-N</td> </tr> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>9600,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>9024,000</td> <td></td> </tr> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	9600,00		Potenza attiva (kW)	9024,000	
	F-F	F-N											
Tensione (kV)	36,00	20,78											
Potenza apparente (kVA)	9600,00												
Potenza attiva (kW)	9024,000												
	$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$												
Corrente impiego	Ib (A) = 153,96												
	Lunghezza tratto (km) = 3,01												
	cdt desiderata (%) = 4,00%												
OK	n.ro terne stesso strato = 2												
	dist. fra terne = 25 cm												
	n.ro cavi X fase = 1												
	Sezione (mm ² -tipo) = 120 - Al												
interrato a trifoglio	Portata cavo Iz (A) = 252,00												
STD													
20°	temp.posa interr. (Ktt) = 25												
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. = 1,00												
80 cm	prof.posa interr. (Kp) = 125												
1	n.ro terne orizz. (Kn) = 2 terne a 25 cm												
1	coeff.utente (Kut) = coeff.sicurezza = 0,95												
	Ktot = 0,75												
effettiva (con correzione)	Portata cavo Iz (A) = 189,74												
cdt (kV)	0,2610												
cdt (%)	0,72%												
perdite potenza (kW)	63,9381												
perdite potenza (%)	0,71%												
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	81%												

@60°C			
R	X	C	θest
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)
0,299	0,130	0,190	0,0380

Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C
Sezione (mmq)	120
tempo (s)	5
Icc,max (kA)	4,94

2.4.5.6 WTG6-WTG7

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 6 con l'aerogeneratore 7:

Wtg6-Wtg7															
Sistema trifase															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F-F</th> <th>F-N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>14400,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>13536,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	14400,00		Potenza attiva (kW)	13536,000			
	F-F	F-N													
Tensione (kV)	36,00	20,78													
Potenza apparente (kVA)	14400,00														
Potenza attiva (kW)	13536,000														
	$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$														
Corrente impiego	Ib (A) = 230,94														
	Lunghezza tratto (km) = 5,00														
	cdt desiderata (%) = 4,00%														
OK	n.ro terne stesso strato = 2														
	dist. fra terne = 25 cm														
	n.ro cavi X fase = 1														
	Sezione (mm ² -tipo) = 240 - Al														
interrato a trifoglio	Portata cavo Iz (A) = 367,00														
STD															
20°	temp.posa interr.(Ktt) = 25														
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. = 1,00														
80 cm	prof.posa interr. (Kp) = 125														
1	n.ro terne orizz. (Kn) = 2 terne a 25 cm														
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza = 0,95														
	Ktot = 0,75														
effettiva (con correzione)	Portata cavo Iz (A) = 276,33														
cdt (kV)	0,3563														
cdt (%)	0,99%														
perdite potenza (kW)	119,6571														
perdite potenza (%)	0,88%														
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	84%														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">@60°C</th> </tr> <tr> <th>R</th> <th>X</th> <th>C</th> <th>Θest</th> </tr> <tr> <th>(Ω/km)</th> <th>(Ω/km)</th> <th>(μF/km)</th> <th>(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,150</td> <td>0,110</td> <td>0,240</td> <td>0,0450</td> </tr> </tbody> </table>		@60°C		R	X	C	Θest	(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)	0,150	0,110	0,240	0,0450
@60°C															
R	X	C	Θest												
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)												
0,150	0,110	0,240	0,0450												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo cavo</th> <th>Al - Gomma T=250°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sezione (mmq)</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>tempo (s)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Icc,max (kA)</td> <td>9,87</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C	Sezione (mmq)	240	tempo (s)	5	Icc,max (kA)	9,87						
Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C														
Sezione (mmq)	240														
tempo (s)	5														
Icc,max (kA)	9,87														

2.4.5.7 WTG7-WTG8

Tratta d cavo, congiungente l'aerogeneratore 7 con l'aerogeneratore 8:

Wtg7-Wtg8					
Sistema trifase		F-F	F-N		
Tensione (kV)		36,00	20,78		
Potenza apparente (kVA)		19200,00			
Potenza attiva (kW)		18048,000			
		$\cos \varphi = 0,94$	$\sin \varphi = 0,34$		
Corrente impiego	Ib (A) =	307,92			
		Lunghezza tratto (km) =	1,40		
OK	cdt desiderata (%)	4,00%			
	n.ro terne stesso strato	2			
	dist. fra terne	25 cm			
	n.ro cavi X fase	1			
Sezione (mm²-tipo)	400 - Al				
interrato a trifoglio	Portata cavo I_z (A) =	470,00			
STD				@60°C	
20°	temp.posa interr.(Ktt)	25	0,96	R	X
100° cm/W	resist.terreno (Kr)	terreno compatto umid.norm.	1,00	(Ω/km)	(Ω/km)
80 cm	prof.posa interr. (Kp)	125	0,96	C	Θest
1	n.ro terne orizz. (Kn)	2 terne a 25 cm	0,86	(μF/km)	(m)
1	coeff.utente (Kut)	coeff.sicurezza	0,95	0,096	0,110
		Ktot =	0,75	0,290	0,0510
effettiva (con correzione)	Portata cavo I_z (A) =	353,89			
cdt (kV)	0,0951				
cdt (%)	0,26%				
perdite potenza (kW)	38,0814				
perdite potenza (%)	0,21%				
utilizzo del cavo [I_b/I_z] (%)	87%				
Tipo cavo	Al - Gomma T=260°C				
Sezione (mmq)	400				
tempo (s)	5				
I_{cc,max} (kA) =	16,46				

2.4.5.8 WTG8-CR

Tratta di cavo, congiungente l'aerogeneratore 8 con la cabina di raccolta:

Wtg8-CR													
Sistema trifase													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F-F</th> <th>F-N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td>36,00</td> <td>20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td>24000,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td>22560,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	24000,00		Potenza attiva (kW)	22560,000	
	F-F	F-N											
Tensione (kV)	36,00	20,78											
Potenza apparente (kVA)	24000,00												
Potenza attiva (kW)	22560,000												
$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$													
Corrente impiego	Ib (A) = 384,90												
	Lunghezza tratto (km) = 2,30												
	cdt desiderata (%) 4,00%												
OK	n.ro terne stesso strato 2												
	dist. fra terne 25 cm												
	n.ro cavi X fase 1												
	Sezione (mm ² -tipo) 630 - Al												
interrato a trifoglio	Portata cavo Iz (A) = 710,00												
STD													
20°	temp.posa interr.(Ktt) 25 0,96												
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. 1,00												
80 cm	prof.posa interr. (Kp) 125 0,96												
1	n.ro terne orizz. (Kn) 2 terne a 25 cm 0,86												
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza 0,95												
	Ktot = 0,75												
effettiva (con correzione)	Portata cavo Iz (A) = 534,59												
cdt (kV)	0,1416												
cdt (%)	0,39%												
perdite potenza (kW)	63,7137												
perdite potenza (%)	0,28%												
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	72%												

@60°C			
R	X	C	θest
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)
0,062	0,099	0,360	0,0580

Tipo cavo	Al - Gomma T=280 C
Sezione (mmq)	630
tempo (s)	5
Icc,max (kA)	25,92

2.4.5.9 CR-SE

Tratta di cavo, congiungente la cabina di raccolta con la sezione a 36 kV della SE RTN "OPPIDO":

CR-SE																	
<i>Sistema trifase</i>																	
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">F-F</td> <td style="text-align: center;">F-N</td> </tr> <tr> <td>Tensione (kV)</td> <td style="text-align: center;">36,00</td> <td style="text-align: center;">20,78</td> </tr> <tr> <td>Potenza apparente (kVA)</td> <td style="text-align: center;">38400,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potenza attiva (kW)</td> <td style="text-align: center;">36096,000</td> <td></td> </tr> </table>		F-F	F-N	Tensione (kV)	36,00	20,78	Potenza apparente (kVA)	38400,00		Potenza attiva (kW)	36096,000					
	F-F	F-N															
Tensione (kV)	36,00	20,78															
Potenza apparente (kVA)	38400,00																
Potenza attiva (kW)	36096,000																
	$\cos \varphi = 0,94$ $\sin \varphi = 0,34$																
<i>Corrente impiego</i>	Ib (A) = 615,84																
	Lunghezza tratto (km) = 3,30																
	cdt desiderata (%) = 4,00%																
OK	<table border="1"> <tr> <td>n.ro terne stesso strato</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>dist. fra terne</td> <td style="text-align: center;">25 cm</td> </tr> <tr> <td>n.ro cavi X fase</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Sezione (mm²-tipo)</td> <td style="text-align: center;">500 - Al</td> </tr> </table>	n.ro terne stesso strato	2	dist. fra terne	25 cm	n.ro cavi X fase	2	Sezione (mm ² -tipo)	500 - Al								
n.ro terne stesso strato	2																
dist. fra terne	25 cm																
n.ro cavi X fase	2																
Sezione (mm ² -tipo)	500 - Al																
<i>interrato a trifoglio</i>	Portata cavo Iz (A) = 1100,00																
<i>STD</i>																	
20°	temp.posa interr. (Ktt) = 25 → 0,96																
100° cm/W	resist.terreno (Kr) terreno compatto umid.norm. = 1,00 → 1,00																
80 cm	prof.posa interr. (Kp) = 125 → 0,96																
1	n.ro terne orizz. (Kn) 2 terne a 25 cm → 0,86																
1	coeff.utente (Kut) coeff.sicurezza = 0,95 → 0,75																
	Ktot = 0,75																
<i>effettiva (con correzione)</i>	Portata cavo Iz (A) = 828,24																
	<table border="1"> <tr> <td>cdt (kV)</td> <td style="text-align: center;">0,1871</td> </tr> <tr> <td>cdt (%)</td> <td style="text-align: center;">0,52%</td> </tr> <tr> <td>perdite potenza (kW)</td> <td style="text-align: center;">144,1524</td> </tr> <tr> <td>perdite potenza (%)</td> <td style="text-align: center;">0,40%</td> </tr> <tr> <td>utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)</td> <td style="text-align: center;">74%</td> </tr> </table>	cdt (kV)	0,1871	cdt (%)	0,52%	perdite potenza (kW)	144,1524	perdite potenza (%)	0,40%	utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	74%						
cdt (kV)	0,1871																
cdt (%)	0,52%																
perdite potenza (kW)	144,1524																
perdite potenza (%)	0,40%																
utilizzo del cavo [Ib/Iz] (%)	74%																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">@60°C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">R</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">ϕest</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(Ω/km)</td> <td style="text-align: center;">(Ω/km)</td> <td style="text-align: center;">(μF/km)</td> <td style="text-align: center;">(m)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,077</td> <td style="text-align: center;">0,100</td> <td style="text-align: center;">0,320</td> <td style="text-align: center;">0,0540</td> </tr> </table>	@60°C				R	X	C	ϕest	(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)	0,077	0,100	0,320	0,0540
@60°C																	
R	X	C	ϕest														
(Ω/km)	(Ω/km)	(μF/km)	(m)														
0,077	0,100	0,320	0,0540														
	<table border="1"> <tr> <td>Tipo cavo</td> <td style="text-align: center;">Al - Gomma T=250°C</td> </tr> <tr> <td>Sezione (mmq)</td> <td style="text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td>tempo (s)</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Icc,max (kA) =</td> <td style="text-align: center;">20,57</td> </tr> </table>	Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C	Sezione (mmq)	500	tempo (s)	5	Icc,max (kA) =	20,57								
Tipo cavo	Al - Gomma T=250°C																
Sezione (mmq)	500																
tempo (s)	5																
Icc,max (kA) =	20,57																

2.4.6 Riepilogo

Di seguito, la tabella riassuntiva delle tratte considerate:

Tabella 12 – Riepilogo tratte in cavo.

Impianto "eolico IRSINA" pot.nom. 36 MW									
Denominazione tratta	Wgt1-Wtg2	Wgt2-Wtg3	Wgt3-CR	Wgt4-Wtg5	Wgt5-Wtg6	Wgt6-Wtg7	Wgt7-Wtg8	Wgt8-CR	CR-SE
Potenza attiva [kW]	4500,00	9000,00	13500,00	4500,00	9000,00	13500,00	18000,00	22500,00	36000,00
Lunghezza Linea [km]	1,17	1,54	1,82	1,06	3,01	5,00	1,40	2,30	3,30
N.ro di cavi x fase	1	1	1	1	1	1	1	1	2
N.ro di terne sullo stesso strato	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tipo cavo	ARE4H5E 18/30								
Tipo di posa prevalente	Cavi direttamente interrati (CEI 11-17 - tipo M)								
Disposizione delle terne	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio	a trifoglio
Profondità di posa [m]	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Tipo di linea	Trifase								
Tensione di linea [kV]	36								
Corrente di impiego [A]	76,98	153,96	230,94	76,98	153,96	230,94	307,92	384,9	615,84
Sezione Cavo [mm ²]	50	120	240	50	120	240	400	630	500
Anima conduttore	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al
cdt [kV]	0,12	0,13	0,13	0,11	0,26	0,36	0,10	0,14	0,19
cdt [%]	0,33%	0,37%	0,36%	0,30%	0,72%	0,99%	0,26%	0,39%	0,52%
CDT max (da SE)	1,58%	1,25%	0,88%	3,18%	2,88%	2,16%	1,17%	0,91%	0,52%
Potenza dissipata [kW]	15,6	32,71	43,56	14,14	63,94	119,66	38,08	63,71	144,15
Potenza dissipata [%]	0,35%	0,36%	0,32%	0,31%	0,71%	0,88%	0,21%	0,28%	0,40%
Potenza impianto [MW]	36,00								
Potenza dissipata impianto [MW]	0,54								
Potenza dissipata impianto [%]	1,49%								

In funzione del cavo scelto, si riportano nella tabella successiva le caratteristiche meccaniche:

Tabella 13 – Caratteristiche meccaniche cavi.

Sezione [mm ²]	Diametro Conduttore Θ [mm]	Diametro sull'isolante Θ_i [mm]	Diametro esterno nominale Θ_{ext} [mm]	Massa indicativa del cavo [kg/km]	Raggio min. di curvatura [mm]
50	8,2	25,5	34	830	450
120	12,9	27,4	36	1040	470
240	18,2	31,5	41	1480	550
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

Come si evince dalla Tabella 13:

- la c.d.t. totale (dalla SE RTN) del ramo "zona A" è pari a:

$$\text{cdt} [\%] = 1,58 (< 4)$$

- la c.d.t. totale (dalla SE RTN) del ramo "zona B" è pari a:

$$\text{cdt} [\%] = 3,18 (< 4)$$

La potenza dissipata, a regime (potenza nominale di produzione), è pari a:

$$\text{Potenza dissipata [MW]} = 0,54$$

$$\text{Potenza dissipata [\%]} = 1,49$$

2.4.7 Schema unifilare

Nella figura seguente, sono state rappresentate le varie tratte, con evidenziato il tipo e la formazione dei cavi in progetto:

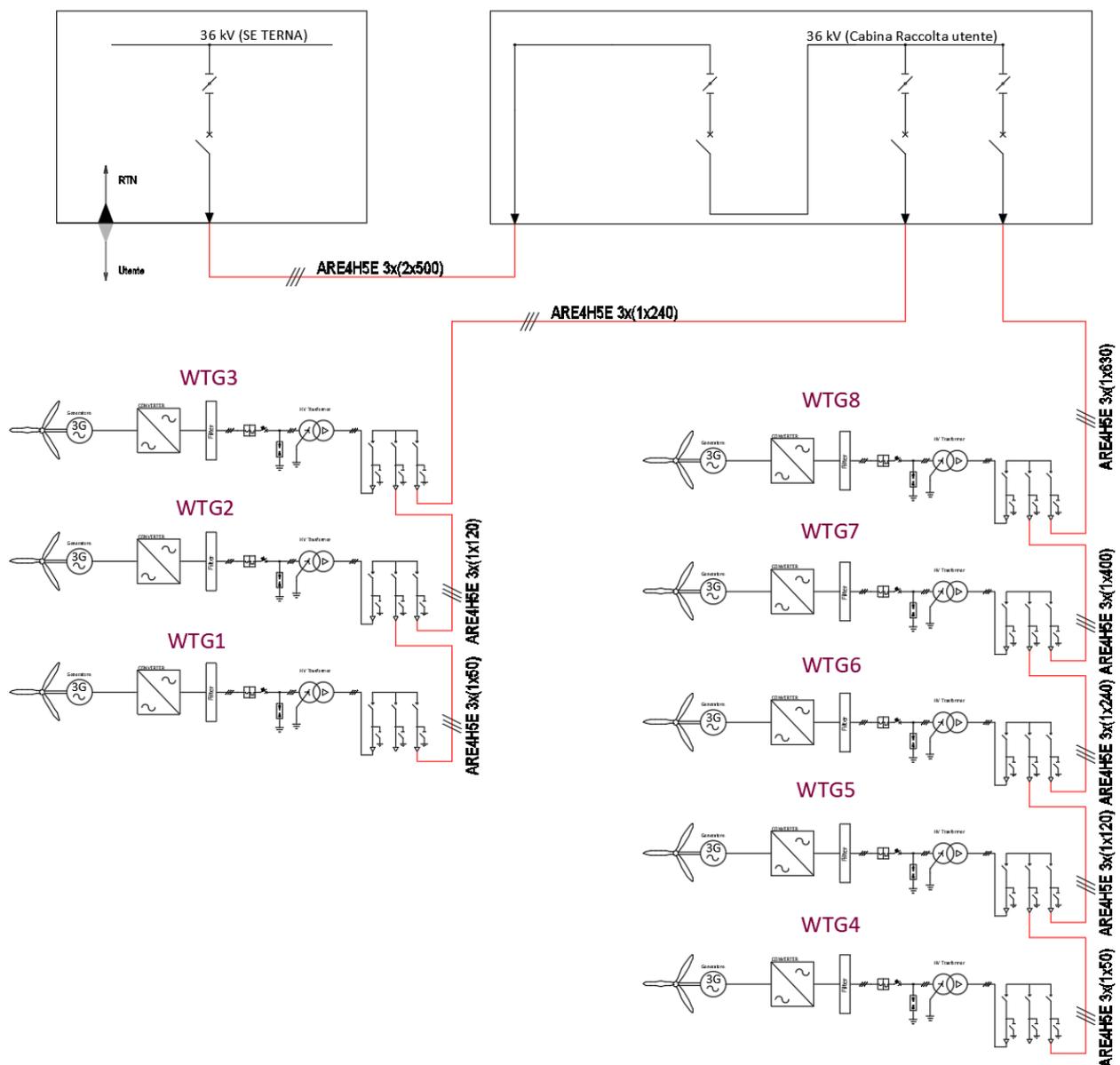


Figura 18 – Schema unifilare con cavi in progetto.

2.5 Interferenze

Il tracciato del cavidotto incontra lungo il suo percorso una serie di interferenze con il reticolo idrografico ed il tracciato dell'acquedotto. Per ognuna delle interferenze è prevista una modalità di risoluzione illustrata sull'elaborato progettuale preposto.

In particolare, le interferenze idrauliche rilevate saranno risolte come segue:

- scavo su terreno con dimensionamento dell'opera di drenaggio;
- scavo su terreno con passaggio al di sopra o al di sotto dell'opera di drenaggio;
- scavo in sub-alveo su banchina stradale a monte o a valle dell'interferenza;
- scavo su terreno a monte delle opere di contenimento rilevate al di sopra dell'opera di drenaggio;
- scavo su strada o banchina con passaggio al di sopra o al di sotto dell'opera di drenaggio;
- scavo su strada o banchina stradale con dimensionamento dell'opera di drenaggio;
- trivellazione orizzontale controllata;
- staffaggio ad opere esistenti.

“Negli attraversamenti trasversali di acquedotti, fognature, l'incrocio fra cavi di energia e tubazioni non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni. Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanze inferiori di 1 m dal punto di incrocio. Non va applicata nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza tra le superfici esterne dei cavi e delle tubazioni è superiore di 0,50 m. La distanza può essere ridotta ad un minimo di 0,30 m nel caso in cui uno dei 2 condotti è protetto da manufatti non metallici” (Norma CEI 11-17 artt. 6.3.1-6.3.2).

“Negli attraversamenti con metanodotti interrati, la coesistenza con i cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal DM 24/11/1984 “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”. Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali, le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto DM 24/11/1984, dovranno essere definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto” (Norma CEI 11-17 art. 6.3.3).

La risoluzione delle interferenze idrauliche è ampiamente descritta nel dettaglio in riferimento alla stima degli afflussi-deflussi, nell'elaborato di progetto denominato “A3 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA”.

Si riporta di seguito in Tabella 9 un quadro sinottico della risoluzione delle interferenze idrauliche estratto dal suddetto elaborato:

Tabella 14 – Quadro sinottico per la risoluzione delle interferenze idrauliche.

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I01	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I02	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I03	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I04	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I05	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I06	Corso d'acqua rinvenuto da CTR e da PPR tutelato ai sensi dell'art. 142, lett. c) del D. Lgs. n. 42/2004	Vallone la Fiumarella di Genzano	Cavidotto
I07	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I08	Corso d'acqua rinvenuto da CTR e da PPR tutelato ai sensi dell'art. 142, lett. c) del D. Lgs. n. 42/2004 ed iscritto all'elenco delle acque pubbliche	Fiume Bradano	Cavidotto
I09	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche	Privo di denominazione	Cavidotto
I10	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I11	Corso d'acqua rinvenuto da CTR e foto satellitari	Privo di denominazione	Cavidotto
I12	Corso d'acqua rinvenuto da foto satellitari	Privo di denominazione	Cavidotto
I13	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I14	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche nella strada interrata	Privo di denominazione	Cavidotto
I15	Corso d'acqua rinvenuto da foto satellitari	Privo di denominazione	Cavidotto
I16	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I17	Corso d'acqua rinvenuto da foto satellitari	Privo di denominazione	Cavidotto
I18	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I19	Corso d'acqua rinvenuto da CTR	Privo di denominazione	Cavidotto
I20	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I21	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I22	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I23	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I24	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto

**RELAZIONE TECNICA**

CODICE EO.IRS01.PD.A.9

REVISIONE n. 00

DATA REVISIONE 04/2023

PAGINA 59 di 65

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I25	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto
I26	Opera di canalizzazione delle acque meteoriche lungo la SS96bis	Privo di denominazione	Cavidotto

Si rimanda inoltre agli elaborati grafici di progetto denominati "A.16.a.20.1 PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE" per l'individuazione e "A.16.c.2 RISOLUZIONE TIPOLOGICA DELLE INTERFERENZE" per la risoluzione tipologica..

3 PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA

In riferimento al titolo IV del D. Lgs. n. 81/2008 e ss.mm.ii., si evidenziano i primi elementi relativi al sistema di sicurezza per la realizzazione dell'impianto eolico in oggetto, utili per la successiva redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC).

Ciò ha lo scopo di indicare, in via preliminare, le analisi e le valutazioni da eseguire nei confronti dei rischi connessi alle attività lavorative per la realizzazione dell'opera. Le stesse saranno dettagliatamente trattate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), il quale sarà opportunamente redatto dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (CSP) ed aggiornato dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione dell'opera (CSE).

In particolare, il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) dovrà analizzare i seguenti aspetti:

- figure professionali coinvolte (per ogni impresa coinvolta: datore di lavoro, preposti, responsabile tecnico, responsabile del servizio prevenzione e protezione (RSPP), lavoratori, addetti alle emergenze, medico competente, Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (CSP), Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE), Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS));
- ubicazione del cantiere, analisi della viabilità interna, aree di stoccaggio e deposito, spazi di manovra;
- rischi connessi alla tipologia di lavoro;
- misure di prevenzione e protezione;
- mezzi, macchinari ed attrezzature necessarie;
- norme per la manutenzione;
- dispositivi di protezione individuali (DPI) e collettive;
- segnaletica di cantiere, segnaletica stradale diurna e notturna, natura delle opere da realizzare e specifici rischi.

Saranno dettagliatamente esaminate le aree di cantiere, la viabilità di servizio, le opere accessorie e quanto altro occorre per ottenere un documento quanto più possibile esaustivo.

Il cantiere in oggetto si svilupperà attraverso fasi lavorative che, a livello preliminare, vengono di seguito elencate:

- 1) delimitazione dell'area di cantiere;

- 2) pulizia delle aree;
- 3) eventuali livellamenti e realizzazione delle aree;
- 4) installazione di strutture di servizio quali strutture provvisorie, uffici di cantiere, mense, box, servizi igienici e quanto altro necessario;
- 5) realizzazione piazzole di montaggio e/o stoccaggio;
- 6) realizzazione aree di manovra;
- 7) realizzazione cartellonistica e segnaletica interna ed esterna al cantiere;
- 8) realizzazione della viabilità di servizio;
- 9) installazione delle strutture di supporto e posa dei pannelli;
- 10) realizzazione dei collegamenti elettrici comprendente opere di scavo a sezione e posa di cavidotti interrati con particolare attenzione agli elettrodotti che si sviluppano lungo le strade di viabilità ordinaria esistente;
- 11) realizzazione recinzione;
- 12) messa a dimora di piante e quanto altro previsto;
- 13) realizzazione opere elettriche e cabine di trasformazione e consegna;
- 14) dismissione dell'area di cantiere e collaudo degli impianti.

Relativamente ai rischi connessi alle lavorazioni dovranno essere analizzate e quindi adottate misure preventive (consistenti nella formazione ed informazione dei lavoratori) ed attuative (utilizzo dei dispositivi di protezione (DPI), indicazioni su ogni singola fase lavorativa, utilizzo della segnaletica e della segnalazione, utilizzo misure di protezione verso aree critiche, disposizione cartellonistica e segnaletica di cantiere).

Ogni impresa dovrà quindi ottemperare ai contenuti del Piano Operativo di Sicurezza (POS) oltre a quanto previsto dalle normative vigenti; dovranno essere trattate nello specifico le limitazioni all'installazione (condizioni atmosferiche ed ambientali) ed ogni altro rischio a cui saranno esposti i lavoratori.

In conclusione, gli argomenti minimi trattati dal Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) saranno i seguenti:

- 1) dati generali: indirizzo del cantiere, il committente, il responsabile dei lavori, il Coordinatore della Sicurezza, la data di inizio lavori, la durata dei lavori, l'importo dell'appalto, il numero di uomini/giorno previsti.
- 2) descrizione dell'opera;

- 3) rischi presenti in cantiere o trasmessi all'esterno: con riferimento alla morfologia del terreno, la presenza di linee elettriche nelle immediate vicinanze del cantiere, la presenza di falde superficiali, la presenza di reti di servizio (linee telefoniche ed elettriche, acquedotti, fognature, gasdotti ecc.), presenza di altri cantieri con possibilità di interazione.
- 4) prescrizioni operative sull'organizzazione e gestione del cantiere: specificando opere di protezione e salvaguardia che impediscano l'accesso al cantiere, gli accessi, la viabilità interna, la dotazione di servizi assistenziali e sanitari, l'impianto elettrico di cantiere, l'impianto di terra, la segnaletica di sicurezza, depositi, baraccamenti di servizio per uffici, mensa, spogliatoi ecc., posizionamento dei principali impianti con riferimento all'eventuale centrale di betonaggio, macchina piegaferri, macchine per la produzione di energia elettrica ecc.
- 5) pianificazione dei lavori: sono indicate in successione le varie fasi di lavoro, indicando il numero di operai impegnati, la data di inizio presumibile delle lavorazioni e la durata delle stesse.
- 6) cronoprogramma: con riferimento al punto precedente di realizza un diagramma di Gantt con la schematizzazione delle fasi lavorative e la visualizzazione dello svolgimento temporale dei lavori.
- 7) prescrizioni operative sulle fasi lavorative: si individuano in questa parte le modalità di esecuzione dei lavori, le attrezzature utilizzate, i rischi connessi, i dispositivi di prevenzione e protezione, gli adempimenti verso gli organi di controllo e vigilanza;
- 8) costi correlati alla prevenzione e protezione: individuati sommando i costi previsti per ogni singola lavorazione dovuti all'utilizzo di dispositivi di prevenzione e protezione e tempi di esecuzione maggiori per l'adempimento delle disposizioni di sicurezza.
- 9) gestione delle emergenze: la gestione è a carico delle ditte esecutrici dell'opera che dovranno designare preventivamente gli addetti al pronto soccorso, alla prevenzione incendi e all'evacuazione; le imprese dovranno altresì individuare e adottare le misure necessarie alla prevenzione incendi, all'evacuazione dei lavoratori nonché per il caso di pericolo grave ed immediato;
- 10) valutazione del rischio da rumore;
- 11) allegati: saranno predisposte le planimetrie di cantiere con l'indicazione degli accessi, della viabilità interna, dei depositi, degli impianti, della rete di messa a terra, dei baraccamenti di servizio ecc., del posizionamento dei principali impianti, depositi vie di corsa e posizionamenti di gru e quanto altro eventualmente presente nel cantiere.

La stima sommaria dei costi della sicurezza è stata effettuata, per tutta la durata delle lavorazioni previste nel cantiere, suddividendo le lavorazioni secondo le macrocategorie da riportare nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) quali:

- a) apprestamenti;
- b) misure preventive e protettive e degli eventuali dispositivi di protezione individuale per lavorazioni interferenti;
- c) impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche, degli impianti antincendio, degli impianti di evacuazione fumi;
- d) mezzi e servizi di protezione collettiva;
- e) eventuali procedure del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) e previste per specifici motivi di sicurezza;
- f) eventuali interventi finalizzati alla sicurezza e richiesti per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti;
- g) misure di coordinamento relative all'uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva.

Una stima corretta e attendibile dei costi delle misure preventive e protettive finalizzate alla sicurezza e salute dei lavoratori potrà essere esplicitata solo in fase esecutiva. Già in questa fase preliminare, però, è possibile effettuare una stima sommaria dei costi della sicurezza, in funzione della pericolosità, rischiosità ed entità delle opere da realizzare.

Si rimanda alla fase di progettazione esecutiva per la determinazione analitica dei costi della sicurezza derivanti dall'esame dei piani di sicurezza e coordinamento redatti secondo quanto riportato nel presente documento preliminare.

4 PIANO DI DISMISSIONE

Le operazioni di dismissione sono condotte in ottemperanza alla normativa vigente, sia per quanto riguarda le demolizioni e rimozioni delle opere per la gestione, il recupero e lo smaltimento rifiuti. Lo scopo della fase di dismissione è quella di garantire il completo ripristino delle condizioni ante operam nei terreni sui quali l'impianto è stato progettato.

Le fasi sono condotte applicando le migliori e meno impattanti tecnologie a disposizione, procedendo in maniera sequenziale sia per quanto riguarda lo smantellamento che la raccolta e lo smaltimento dei diversi materiali. Ogni fase della dismissione, come specificato nel cronoprogramma relativo, è portata a termine sempre garantendo idonee condizioni per la fase successiva. Si prevede di creare, all'interno dell'area di impianto da dismettere, zone per lo stoccaggio dei rifiuti, prima del loro invio a opportuni centri di raccolta/riciclaggio/smaltimento. Il deposito temporaneo potrà avvenire, secondo i criteri stabiliti dalla legge, in aree che saranno appositamente individuate. In fase esecutiva, e di comune accordo con l'impresa esecutrice dei lavori, saranno individuate le migliori modalità di gestione del cantiere e di realizzazione degli interventi, predisponendo adeguati piani di sicurezza, garantendo la totale salvaguardia dei terreni ed evitando qualsiasi fenomeno di contaminazione associabile alle operazioni svolte.

Le zone adibite al deposito temporaneo e allo stoccaggio delle opere rimosse durante la fase di dismissione saranno allestite in un'area di facile accesso per i mezzi di trasporto e che consenta la suddivisione dei rifiuti secondo i criteri stabiliti dalla legge (Parte IV del D. Lgs. n. 152/2006). Una possibile area adibita a tali fini è quella prevista per l'allestimento del cantiere, o le aree di stoccaggio ridotte dopo la chiusura della fase di cantiere, dette aree a regime.

L'impianto eolico è costituito da una serie di manufatti necessari all'espletamento di tutte le attività ad esso connesse. Le componenti dell'impianto che costituiscono una variazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto di intervento sono prevalentemente costituite da:

- aerogeneratori;
- fondazioni degli aerogeneratori;
- piazzole;
- viabilità;
- cavidotto MT;
- cabina di raccolta.

