



Regione Basilicata
 Provincia di Matera
 Comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Lama di Palio", costituito da 9 (nove) aerogeneratori per una potenza nominale totale di 61,20 MW da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Pomarico, Bernalda e Montescaglioso

Titolo:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICO

Numero documento:

Commissa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	2	4	3	1	3	D	R	0 1 1 8	0 0

Proponente:



FRI-EL S.p.A.
 Piazza della Rotonda 2
 00186 Roma (RM)
fri-elspa@legalmail.it
 P. Iva 01652230218
 Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO

A.9.

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
		00	04.11.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	E. FICETOLA	D. LO RUSSO

INDICE

A.9.a Descrizione dei diversi elementi progettuali con la relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico	3
A.9.b Dimensionamento dell'impianto	19
A.9.b.1 Sito di installazione	19
A.9.b.2 Potenza totale.....	20
A.9.b.3 Regime di vento del sito	20
A.9.b.4 Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori.....	23
A.9.b.5 Previsione di produzione energia	24
A.9.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'indicazione e la classificazione del volume da proteggere.....	26

A.9.a Descrizione dei diversi elementi progettuali con la relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 9 aerogeneratori per una potenza massima di 61,2 MW, denominato "Lama di Palio" da realizzarsi nei Comuni di Pomarico e Montescaglioso, e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso, nel seguito definito il "Progetto".

In particolare, con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Eolico, costituito da n° 9 aerogeneratori, Cavidotto MT, Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (elettrodotto aereo AT) ed Impianto di Rete per la connessione.

Si riporta di seguito stralcio della corografia di inquadramento:

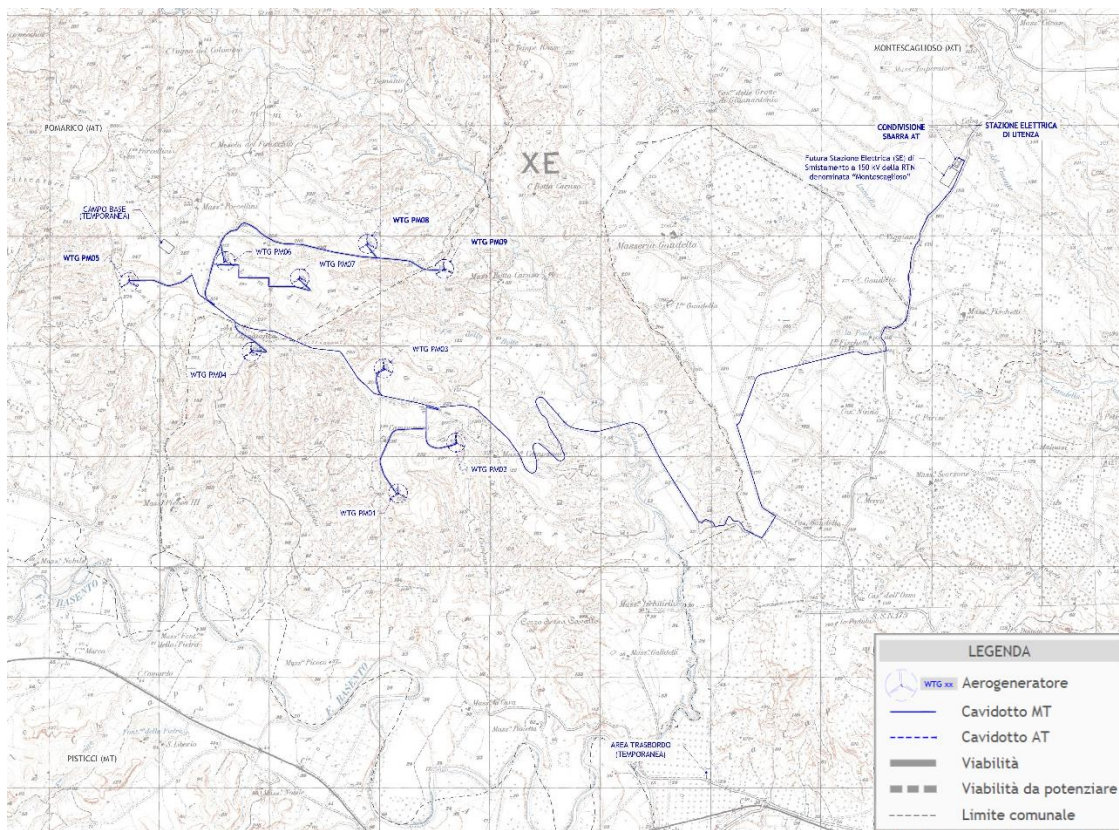


Figura 1 – Corografia d'inquadramento

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,8 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 172 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,00 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,80 m;
- area spazzata massima: 23.235 m².

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei ad essere conformi all'aerogeneratore di progetto. Si chiarisce che per le verifiche dei requisiti di sicurezza di cui al punto 1.2.1.4 del PIEAR è stato utilizzato di volta in volta il modello commerciale più sfavorevole per le singole verifiche: Le caratteristiche di dettaglio dei modelli commerciali sono state utilizzate ai fini di redigere:

- studio anemologico e verifiche dei requisiti tecnici minimi di cui al punto 1.2.1.3 del PIEAR (modello commerciale più sfavorevole in relazione ai parametri da verificare, ovvero le ore equivalenti-densità energetica volumetrica (E_v));
- studio di impatto paesaggistico (modello commerciale con impatto peggiorativo: Vestas V172– HH 114m – 6,8 MW);
- studio di fattibilità acustica (con emissione acustica riferita alla General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW);
- analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti (modello commerciale con impatto peggiorativo: General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW);
- Studio degli effetti di shadow - flickering (Vestas V172– HH 114m – 6,8 MW);
- progettazione trasportistica (Vestas V172– HH 114m – 6,8 MW);
- calcolo preliminare per il dimensionamento del plinto di fondazione (modello commerciale peggiorativo), si ritiene opportuno prevedere un plinto di fondazione di diametro max. 24 m nel caso di fondazione su pali.

Per tutti gli altri aspetti progettuali sono state utilizzate le caratteristiche sopra riportate, sufficienti in particolare a svolgere la progettazione civile, la progettazione elettrica, la relazione vegetazionale, la relazione faunistica, lo studio di impatto elettromagnetico, ecc.

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati risultano i seguenti:

1. Vestas V172– HH 114m – 6,8 MW
2. Siemens Gamesa SG170 - HH 115m – 6,6 MW
3. General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW

La scelta di un singolo modello commerciale è da considerarsi antieconomica ed inopportuna dal punto di vista progettuale e tecnologico. Infatti, vincolare il progetto ad uno specifico modello commerciale comporterebbe le seguenti conseguenze:

- al momento del rilascio dell'autorizzazione alla costruzione del progetto, il modello commerciale scelto potrebbe essere superato dal punto di vista delle migliori tecnologie disponibili da altri modelli più recenti. Si potrebbero, per esempio, avere modelli analoghi in grado di garantire la stessa performance energetica con minori impatti ambientali. E questo beneficio non sarebbe quindi conseguibile;
- il venditore dello specifico modello commerciale potrebbe avvalersi di una sorta di situazione di monopolio e quindi fissare il prezzo fuori dal mercato, obbligando il proponente a realizzare un progetto non sostenibile economicamente.

DESCRIZIONE DEI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI

▪ AEROGENERATORI

Un aerogeneratore o una turbina eolica trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile e passando attraverso lo stadio di conversione in energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale. Come illustrato meglio di seguito, al fine di sfruttare l'energia cinetica contenuta nel vento, convertendola in energia elettrica una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici. In particolare, il rotore (pale e mozzo) estrae l'energia dal vento convertendola in energia meccanica di rotazione e costituisce il "motore primo" dell'aerogeneratore, mentre la conversione dell'energia meccanica in elettrica è effettuata grazie alla presenza di un generatore elettrico.

Un aerogeneratore richiede una velocità minima del vento (cut-in) di 2-4 m/s ed eroga la potenza di progetto ad una velocità del vento di 10-14 m/s. A velocità elevate, generalmente di 20-25 m/s (cut-off) la turbina viene arrestata dal sistema frenante per ragioni di sicurezza. Il blocco può avvenire con veri e propri freni meccanici che arrestano il rotore o, per le pale ad inclinazione variabile "nascondendo" le stesse al vento mettendole nella cosiddetta posizione a "bandiera".

Le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine),
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

Le turbine VAWT costituiscono l'1% delle turbine attualmente in uso, mentre il restante 99% è costituito dalle HAWT. Delle turbine ad asse orizzontale, circa il 99% di quelle installate è a tre pale mentre l'1% a due pale.

L'aerogeneratore eolico ad asse orizzontale è costituito da una **torre** tubolare in acciaio che porta alla sua sommità la **navicella**, all'interno della quale sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il **rotore** costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento.

Torre di sostegno

La torre è caratterizzata da quattro moduli tronco conici in acciaio ad innesto. I tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere. Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale, il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre. L'energia elettrica prodotta verrà trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati. Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche. Torri, navicelle e pali saranno realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza.

Pale

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Esse sono realizzate con due gusci ancorati ad una trave portante e sono collegate al mozzo per mezzo di cuscinetti che consentono la rotazione della pala attorno al proprio asse (pitch system). I cuscinetti sono sferici a 4 punte e vengono collegati al mozzo tramite bulloni.

Navicella

La navicella ospita al proprio interno la catena cinematica che trasmette il moto dalle pale al generatore elettrico. Una copertura in fibra di vetro protegge i componenti della macchina dagli agenti atmosferici e riduce il rumore prodotto a livelli accettabili. Sul retro della navicella è posta una porta attraverso la quale, mediante l'utilizzo di un palanco, possono essere rimossi attrezzature e componenti della navicella. L'accesso al tetto avviene attraverso un lucernario. La navicella, inoltre, è provvista di illuminazione.

Il sistema frenante

Il sistema frenante, attraverso la "messa in bandiera" delle pale e l'azionamento del freno di stazionamento dotato di sistema idraulico, permette di arrestare all'occorrenza la rotazione dell'aerogeneratore. E' presente anche un sistema di frenata d'emergenza a ganasce che, tramite attuatori idraulici veloci, ferma le pale in brevissimo tempo. Tale frenata, essendo causa di importante fatica meccanica per tutta la struttura della torre, avviene solo in caso di avaria grave, di black-out della rete o di intervento del personale attraverso l'azionamento degli appositi pulsanti di emergenza.

Rotore

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità è piacevole e mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante; le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, la carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini. Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio, le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

Sistema di controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

Impianto elettrico del generatore eolico

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore. Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce le emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete. Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono "immagazzinate" dall'accelerazione del rotore e sono convogliate gradatamente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre, il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità.

La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete. Grazie alla particolare tecnologia delle turbine previste, non sarà necessaria la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/MT alla base di ogni palo in quanto questa è già alloggiata all'interno della torre d'acciaio; il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre.

Per la Rete di media tensione è stato individuato un trasformatore; il gruppo sarà collegato alla rete di media tensione attraverso pozzetti di linea per mezzo di cavi posati direttamente in cavidotti interrati convenientemente segnalati.

Fondazioni

Trattasi di un plinto in cls armato di grandi dimensioni, di forma in pianta circolare di diametro massimo pari a 22,00 mt, con un nocciolo centrale cilindrico con diametro massimo pari a 6,00 mt, con altezza complessiva pari a 3,00 mt.

Tale fondazione è di tipo indiretto su 14 pali di diametro 1200 mm, posizionati su una corona di raggio 9,50 mt e lunghezza variabile da 20 a 30,00 mt.

La sezione è rastremata a partire dal perimetro esterno, spessore 110 cm, fino al contatto con il nocciolo centrale citato dove lo spessore della sezione è di 300 cm. Le dimensioni **potranno subire modifiche** nel corso dei successivi livelli di progettazione.

Per le opere oggetto della presente relazione si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

Calcestruzzo per opere di fondazione

Classe di esposizione	XC4
Classe di resistenza	C32/40
Resist, caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33350 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a compressione	$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2,11 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione	$f_{ctd} = 1,41 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} = 2,53 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} = 1,68 \text{ N/mm}^2$
Rapporto acqua/cemento max	0,50

Contenuto cemento min	340 kg/m ³
Diametro inerte max	25 mm
Classe di consistenza	S4
<u>Acciaio per armature c.a.</u>	
Acciaio per armatura tipo	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

▪ **VIABILITÀ E PIAZZOLE**

Piazzole di costruzione

Il montaggio dell'aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc.) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. In corrispondenza della zona di collocazione della turbina si realizza una piazzola provvisoria delle dimensioni, come di seguito riportate, diverse in base all'orografia del suolo e alle modalità di deposito e montaggio della componentistica delle turbine, disposta in piano e con superficie in misto granulare, quale base di appoggio per le sezioni della torre, la navicella, il mozzo e l'ogiva. Lungo un lato della piazzola, su un'area idonea, si prevede area stoccaggio blade, in seguito calettate sul mozzo mediante una idonea gru, con cui si prevede anche al montaggio dell'ogiva. Il montaggio dell'aerogeneratore (cioè, in successione, degli elementi della torre, della navicella e del rotore) avviene per mezzo di una gru tralicciata, posizionata a circa 25-30 m dal centro della torre e precedentemente assemblata sul posto; si ritiene pertanto necessario realizzare uno spazio idoneo per il deposito degli elementi del braccio della gru tralicciata. Parallelamente a questo spazio si prevede una pista per il transito dei mezzi ausiliari al deposito e montaggio della gru, che si prevede coincidente per quanto possibile con la parte terminale della strada di accesso alla piazzola al fine di limitare al massimo le aree occupate durante i lavori.



Figura 2 – Piazzola per il montaggio dell'aerogeneratore

Viabilità di costruzione

La viabilità interna sarà costituita da una serie di strade e di piste di accesso che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita sia da strade già esistenti che da nuove strade appositamente realizzate.

Le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l'ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell'aerogeneratore. Tali adeguamenti consisteranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Le piste di nuova costruzione avranno una larghezza di 5,0 m e su di esse, dopo l'esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 50 cm e infine uno strato superficiale di massiciata dello spessore di 10 cm. Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra. La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza con inclinazione di circa il 2%.

Piazzole e viabilità in fase di ripristino

A valle del montaggio dell'aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all'uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell'impianto ad una superficie di circa 1.500 mq oltre l'area occupata dalla fondazione, atte a consentire lo stazionamento di una eventuale autogru da utilizzarsi per lavori di manutenzione. Le aree esterne alla piazzola definitiva, occupate temporaneamente per la fase di cantiere, verranno ripristinate alle condizioni iniziali.

- **CAVIDOTTI MT**

Al di sotto della viabilità interna al parco o al di sotto delle proprietà private, correranno i cavi di media tensione che trasmetteranno l'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori alla sottostazione MT/AT e quindi alla rete elettrica nazionale.

Caratteristiche Elettriche del Sistema MT

Tensione nominale di esercizio (U)	30 Kv	
Tensione massima (Um)	36 Kv	
Frequenza nominale del sistema	50 Hz	
stato del neutro	isolato	
Massima corrente di corto circuito trifase		(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata		(1)

Note:

(1) da determinare durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici.

Cavo 30 KV: Caratteristiche Tecniche e Requisiti

Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

Tipo di cavo Cavo MT unipolare schermato con isolamento estruso, riunito ad elica visibile Note:

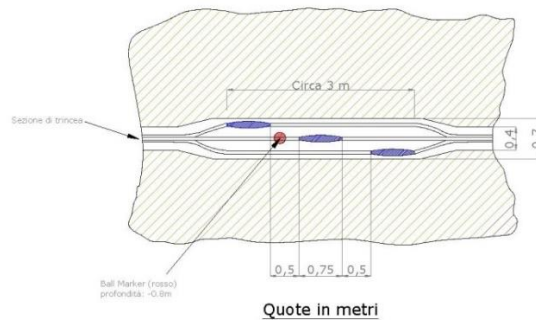
Sigla di identificazione	ARE4H5E
Conduttori	Alluminio
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Schermo	Nastro di alluminio
Guaina esterna	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Potenza da trasmettere	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici

Sezione conduttore	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Messa a terra della guaina	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Tipo di posa	Direttamente interrato

Buche e Giunti

Nelle buche giunti si prescrive di realizzare una scorta sufficiente a poter effettuare un eventuale nuovo giunto (le dimensioni della buca giunti devono essere determinate dal fornitore in funzione del tipo di cavo MT utilizzato ed in funzione delle sue scelte operative).

Nella seguente figura si propone un tipico in cui si evidenzia il richiesto sfasamento dei giunti di ogni singola fase.



Sono prescritte le seguenti ulteriori indicazioni:

- Il fondo della buca giunti deve garantire che non vi sia ristagno di acqua piovana o di corrivazione; se necessario, le buche giunti si devono posizionare in luoghi appositamente studiati per evitare i ristagni d'acqua. Gli strati di ricoprimento sino alla quota di posa della protezione saranno eseguiti come nella sezione di scavo;
- La protezione, che nella trincea corrente può essere in PVC, nelle buche giunti deve essere sostituita da lastre in cls armato delle dimensioni 50 X 50 cm e spessore minimo pari a cm 4, dotate di golfari o maniglie per la movimentazione, Tutta la superficie della buca giunti deve essere "ricoperta" con dette lastre, gli strati superiori di ricoprimento saranno gli stessi descritti per la sezione corrente in trincea;
- Segnalamento della buca giunti con le "ball marker".

Posa dei cavi

La posa dei cavi di potenza sarà preceduta dal livellamento del fondo dello scavo e la posa di un cavidotto in tritubo DN50, per la posa dei cavi di comunicazione in fibra ottica. Tale tubo protettivo dovrà essere posato nella trincea in modo da consentire l'accesso ai cavi di potenza (apertura di scavo) per eventuali interventi di riparazione ed esecuzione giunti senza danneggiare il cavo di comunicazione.

La posa dei tubi dovrà avvenire in maniera tale da evitare ristagni di acqua (pendenza) e avendo cura nell'esecuzione delle giunzioni. Durante la posa delle tubazioni sarà inserito in queste un filo guida in acciaio.

La posa dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni della Norma CEI 11-17, in particolare per quanto riguarda le temperature minime consentite per la posa e i raggi di curvatura minimi.

La bobina deve essere posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dall'alto evitando di invertire la naturale curvatura del cavo nella bobina.

Scavi e Rinterri

Lo scavo sarà a sezione ristretta, con una larghezza variabile da cm 50 a 70 al fondo dello scavo; la sezione di scavo sarà parallelepipedica con le dimensioni come da particolare costruttivo relativo al tratto specifico.

Dove previsto, sul fondo dello scavo, verrà realizzato un letto di sabbia lavata e vagliata, priva di elementi organici, a bassa resistività e del diametro massimo pari 2 mm su cui saranno posizionati i cavi direttamente interrati, a loro volta ricoperti da un ulteriore strato

di sabbia dello spessore minimo, misurato rispetto all'estradosso dei cavi di cm 10, sul quale posare il tritubo. Anche il tritubo deve essere rinfiancato, per tutta la larghezza dello scavo, con sabbia fine sino alla quota minima di cm 20 rispetto all'estradosso dello stesso tritubo.

Sopra la lastra di protezione in PVC l'appaltatrice dovrà riempire la sezione di scavo con misto granulometrico stabilizzato della granulometria massima degli inerti di cm 6, provvedendo ad una adeguata costipazione per strati non superiori a cm 20 e bagnando quando necessario.

Alla quota di meno 35 cm rispetto alla strada, si dovrà infine posizionare il nastro monitore bianco e rosso con la dicitura "cavi in tensione 30 kV" così come previsto dalle norme di sicurezza.

Le sezioni di scavo devono essere ripristinate in accordo alle sezioni tipiche sopracitate.

Nei tratti dove il cavidotto viene posato in terreni coltivati il riempimento della sezione di scavo sopra la lastra di protezione sarà riempito con lo stesso materiale precedentemente scavato, previa caratterizzazione ambientale che ne evidenzia la non contaminazione; l'appaltatore deve provvedere, durante la fase di scavo ad accantonare lungo lo scavo il terreno vegetale in modo che, a chiusura dello scavo, il vegetale stesso potrà essere riposizionato sulla parte superiore dello scavo.

Lo scavo sarà a sezione obbligata sarà eseguito dall'Appaltatore con le caratteristiche riportate nella sezione tipica di progetto. In funzione del tipo di strada su cui si deve posare, in particolare in terreni a coltivo o similari, si prescrive una quota di scavo non inferiore a 1,30 metri.

Nei tratti in attraversamento o con presenza di manufatti interrati che non consentano il rispetto delle modalità di posa indicate, sarà necessario provvedere alla posa ad una profondità maggiore rispetto a quella tipica; sia nel caso che il sotto servizio debba essere evitato posando il cavidotto al di sotto o al di sopra dello stesso, l'appaltatore dovrà predisporre idonee soluzioni progettuali che permettano di garantire la sicurezza del cavidotto, il tutto in accordo con le normative. In particolare, si prescrive l'utilizzo di calcestruzzo o lamiera metalliche a protezione del cavidotto, previo intubamento dello stesso, oppure l'intubamento all'interno di tubazioni in acciaio. Deve essere garantita l'integrità del cavidotto nel caso di scavo accidentale da parte di terzi. In tali casi dovranno essere resi contestualmente disponibili i calcoli di portata del cavo nelle nuove condizioni di installazione puntuali proposte.

Negli attraversamenti gli scavi dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza del personale dell'ente gestore del servizio attraversato. Nei tratti particolarmente pendenti, o in condizioni di posa non ottimali per diversi motivi, l'appaltatore deve predisporre delle soluzioni da presentare al Committente con l'individuazione della soluzione proposta per poter eseguire la posa del cavidotto in quei punti singolari.

Dove previsto il rinterro con terreno proveniente dagli scavi, tale terreno dovrà essere opportunamente vagliato al fine di evitare ogni rischio di azione meccanica di rocce e sassi sui cavi.

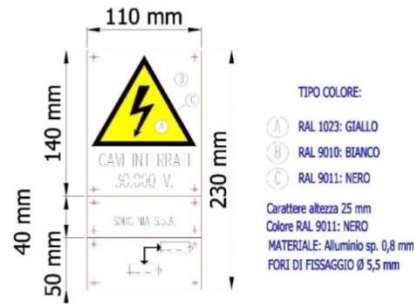
Segnalazione del Cavidotto

Tutto il percorso del cavidotto, una volta posato, dovrà essere segnalato con apposite paline di segnalazione installate almeno ogni 250 m. La palina dovrà contenere un cartello come quello sotto riportato e con le seguenti informazioni:

- Cavi interrati 30 kV con simbolo di folgorazione;
- Il nome della proprietà del cavidotto;
- La profondità e la distanza del cavidotto dalla palina,

La posizione delle paline sarà individuata dopo l'ultimazione dei lavori ma si può ipotizzare l'installazione di una palina ogni 250 metri. Il palo su cui installare il cartello sarà un palo di diametro $\Phi 50$ mm, zincato a caldo dell'altezza fuori terra di minimo 1,50 m, installato con una fondazione in cls delle dimensioni 50X50X50 cm.

Di seguito si riporta una targa tipica di segnalazione utilizzata (ovviamente da personalizzare al progetto).



▪ STAZIONE ELETTRICA D'UTENZA

La stazione elettrica di utenza è composta da una sbarra di condivisione con altri produttori e un montante trafo 150/30 kV, così equipaggiati:

Sistema sbarre in tubo AT funzionali alla formazione del condominio AT sostenuti da sostegni tripolari;

- Nr. 1 sezionatore AT di linea;
- Nr. 3 TA unipolari per misure fiscali e protezioni;
- Nr. 1 interruttore AT tripolare;
- Nr. 3 TV per misure fiscali e protezione;
- Nr. 1 sezionatore AT con lame di terra;
- Nr.1 Terminale AT.

L'Area stallo trasformazione AT/MT è composta da:

- stallo AT;
- trasformatore AT/MT;
- Edificio BT+scada e TLC;
- Edificio quadri.

Stallo produttore AT è essenzialmente equipaggiato come segue:

- ✓ Nr. 1 trasformatore ONAN/ONAF – 30/150KV – 70 MVA – con isolamento in olio;
- ✓ Nr. 3 scaricatori AT del tipo monofase ad ossido di zinco;
- ✓ Nr. 3 trasformatore di corrente;
- ✓ Nr. 1 interruttore AT tripolare;
- ✓ Nr. 3 trasformatore di tensione;
- ✓ Nr. 1 sezionatore AT con lame di terra.

La stazione elettrica di utenza è inoltre dotata di:

- Sistema di Protezione Comando e Controllo – SPCC
- Servizi Ausiliari di Stazione
- Servizi Generali

Si riportano di seguito la planimetria elettromeccanica con relative sezioni della soluzione tecnica innanzi generalizzata:

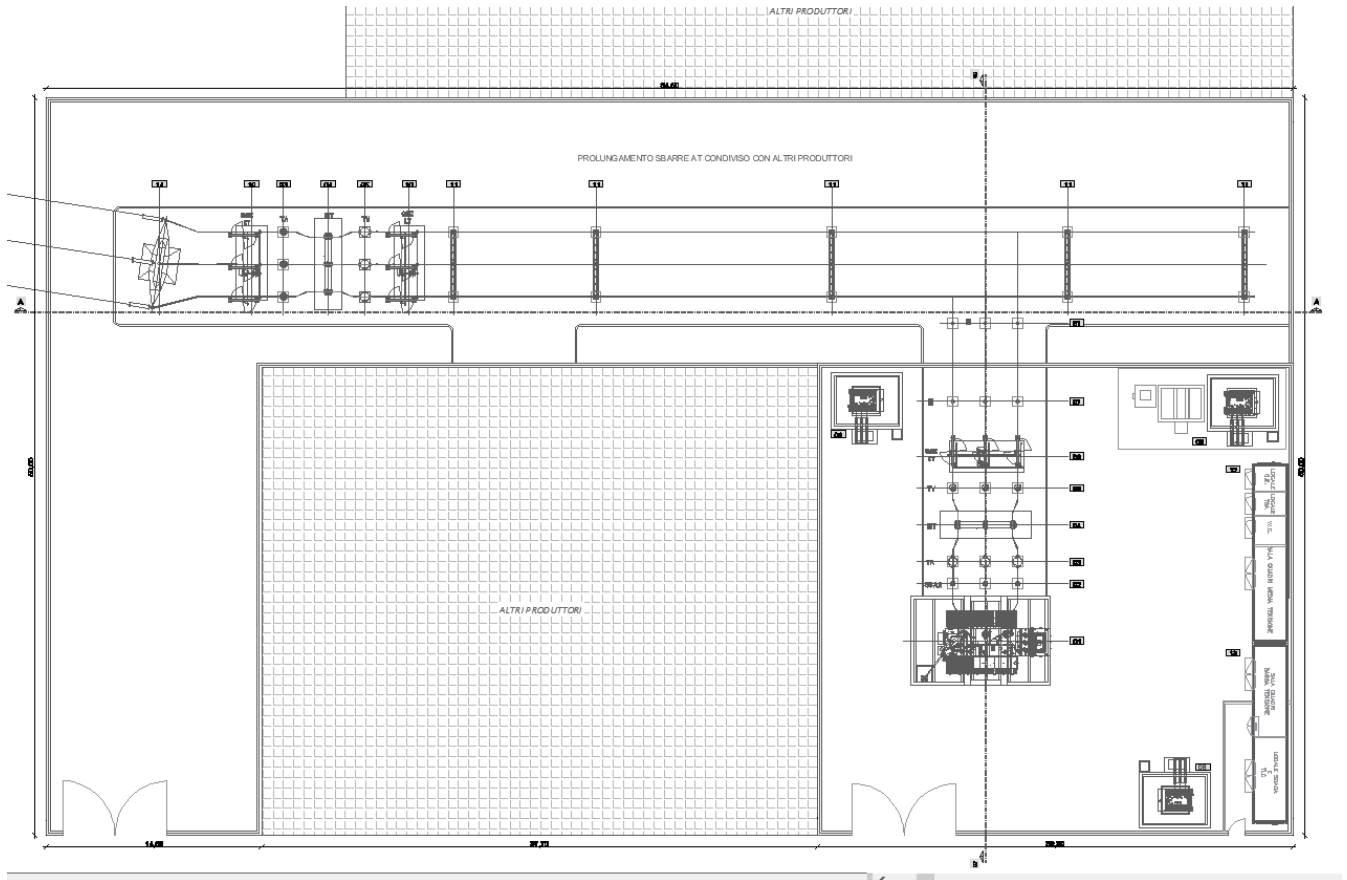
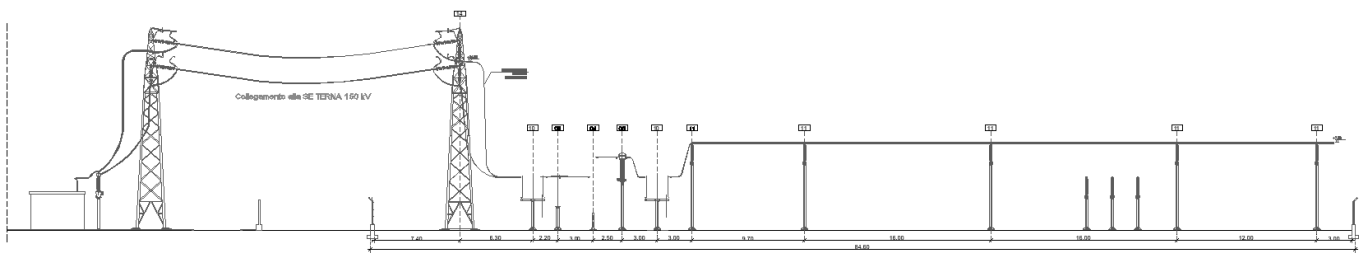


Figura 3 – Planimetria Elettromeccanica

Sezione A-A



Sezione B-B

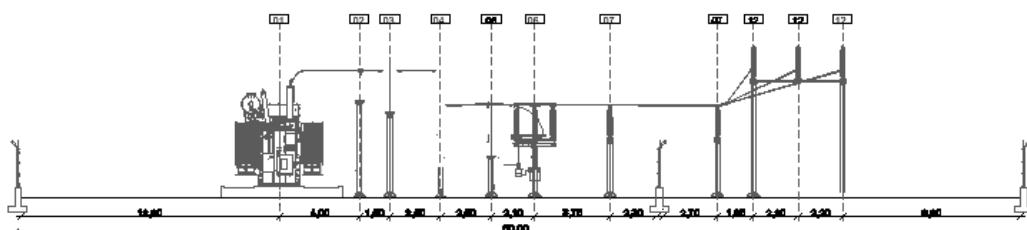


Figura 4 – Sezioni Elettromeccaniche

LEGENDA OPERE IN PROGETTO	
RIF.	DESCRIZIONE
01	Trasformatore 150/30 kV
02	Scaricatore di sovratensione
03	Trasformatore di corrente
04	Interruttore tripolare
05	TV Protezione
06	Sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra
07	Isolatore
08	Reattore Shunt (A. 17 codice di rete)
09	TFN+RESISTORE (A.17 CODICE DI RETE)
10	Sezionatore di linea
11	Portale sbarre
12	Edificio quadri
13	Edificio BT + SCADA e TLC
14	Terminale AT (palo Gatto)

Caratteristiche tecniche civili

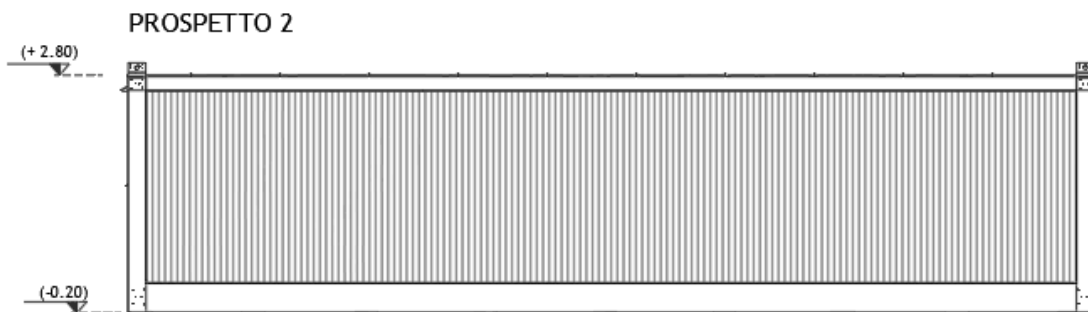
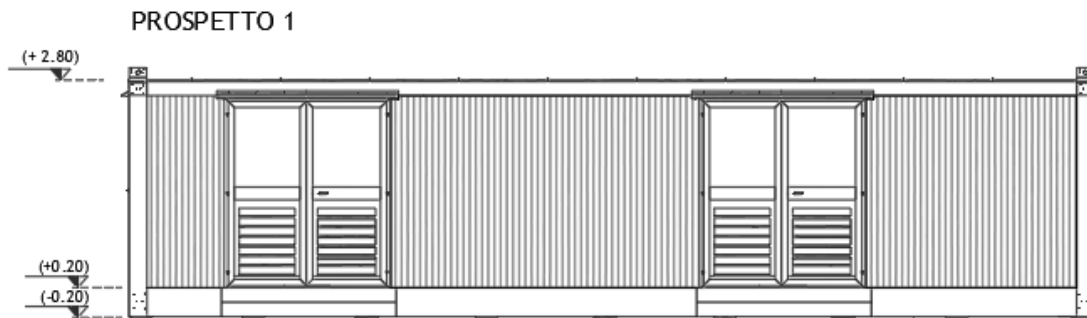
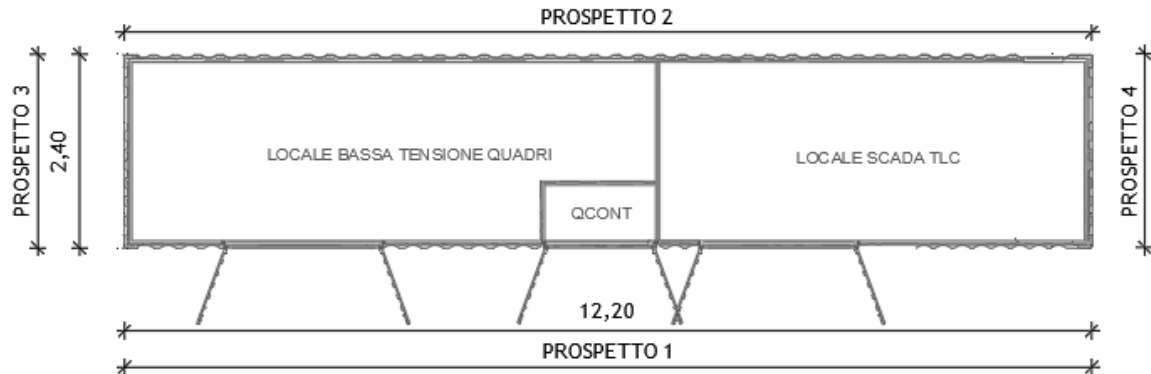
Gli interventi e le principali opere civili, realizzate preliminarmente all'installazione delle apparecchiature in premessa descritte, sono state le seguenti:

- Sistemazione dell'area interessata dai lavori mediante sbancamento per l'ottenimento della quota di imposta della Stazione elettrica di utenza;
- Realizzazione di recinzione di delimitazione area e relativi cancelli di accesso;
- Edificio BT+scada e TLC;
- Edificio quadri;
- Realizzazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche costituita da tubazioni, pozzetti e caditoie. L'insieme delle acque meteoriche sono convogliate in un sistema di trattamento prima di essere smaltite in subirrigazione, tramite i piazzali drenanti interni alla stazione elettrica di utenza;
- Formazione della rete interrata di distribuzione dei cavi elettrici sia a bassa tensione BT che MT, costituita da tubazioni e pozzetti, varie dimensioni e formazioni;
- Costruzione delle fondazioni in calcestruzzo armato, di vari tipi e dimensioni, su cui sono state montate le apparecchiature e le macchine elettriche poste all'interno dello stallo;
- Realizzazione di strade e piazzali.

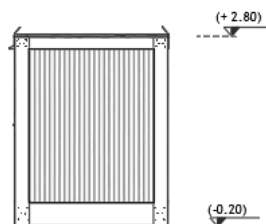
Edificio BT + SCADA e TLC

La cabina sarà preassemblate composte da struttura in acciaio e pannelli in lamiera sandwinch ancorata a plinti di fondazioni in cls tramite struttura in acciaio.

Si riporta di seguito pianta e prospetto:



PROSPETTO 3-4

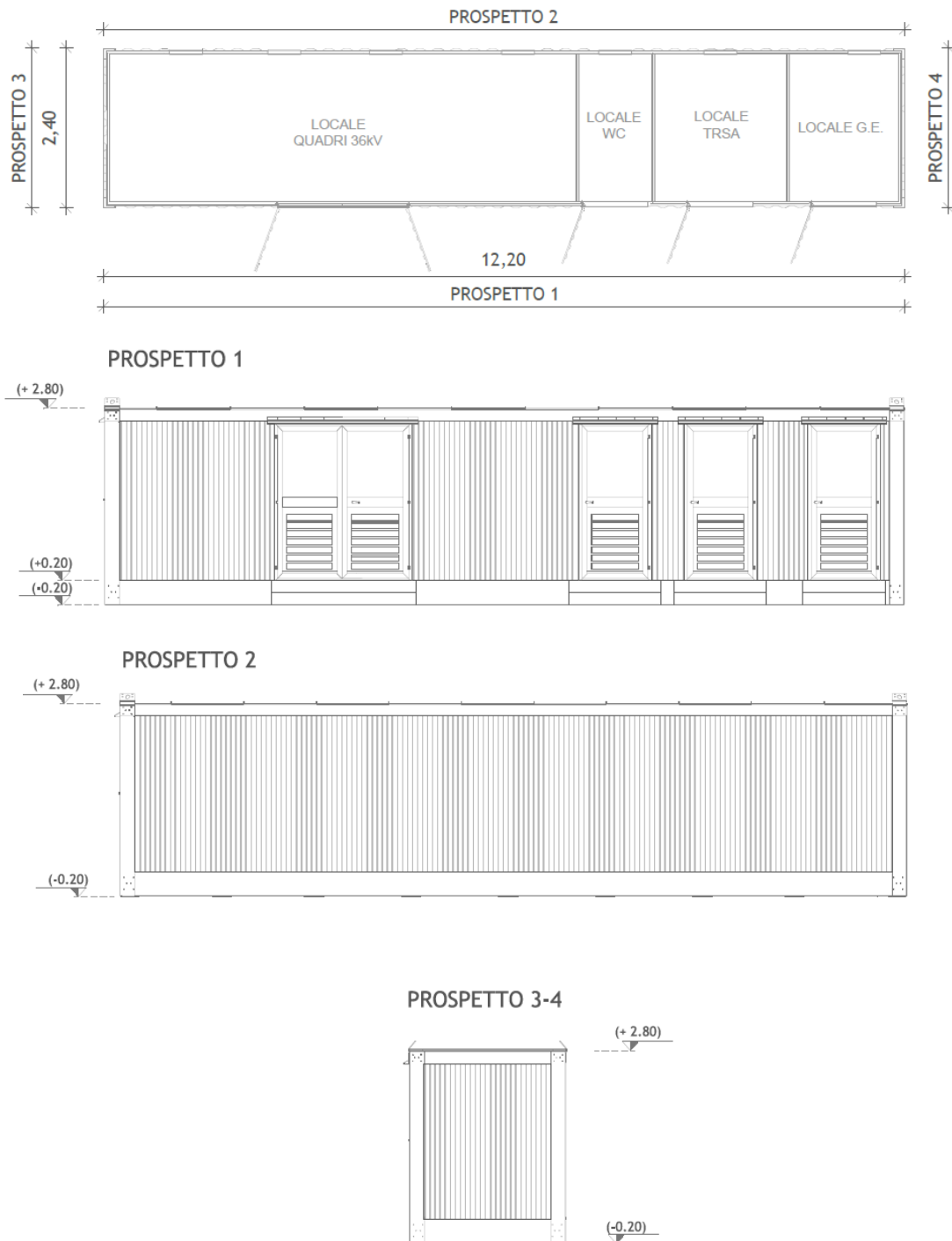


Si rimanda per ulteriori approfondimenti al documento "A.16.b.9.4 Disegni architettonici cabine elettriche e box punto di consegna - Stazione elettrica di utenza - disegni architettonici edifici".

Edificio Quadri

La cabina sarà preassemblate composte da struttura in acciaio e pannelli in lamiera sandwinch ancorata a plinti di fondazioni in cls tramite struttura in acciaio.

Si riporta di seguito pianta e prospetto:



Si rimanda per ulteriori approfondimenti al documento "A.16.b.9.4 Disegni architettonici cabine elettriche e box punto di consegna - Stazione elettrica di utenza - disegni architettonici edifici".

Smaltimento delle acque meteoriche

La stazione elettrica d'utenza si compone di superfici impermeabili, relative all'edificio utente ed alla viabilità interna, e di superfici permeabili, quali i piazzali destinati alle apparecchiature elettromeccaniche.

Le acque meteoriche che interesseranno l'area della stazione elettrica d'utenza, sono definibili di dilavamento, ovvero, acque che colano dalle superfici adibite a tetto e/o che defluiscono lungo le aree esterne pertinenti alle aree di sedime della stazione.

Le acque meteoriche di dilavamento possono essere poi divise in acque di prima pioggia ed acque di seconda pioggia. In particolare con acque di prima pioggia si fa riferimento alle prime acque meteoriche di dilavamento corrispondenti ad un'altezza di precipitazione di 5mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante di un evento meteorico di 15 minuti. Mentre con acque di seconda pioggia si fa riferimento alla parte di acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia.

Riferimenti normativi

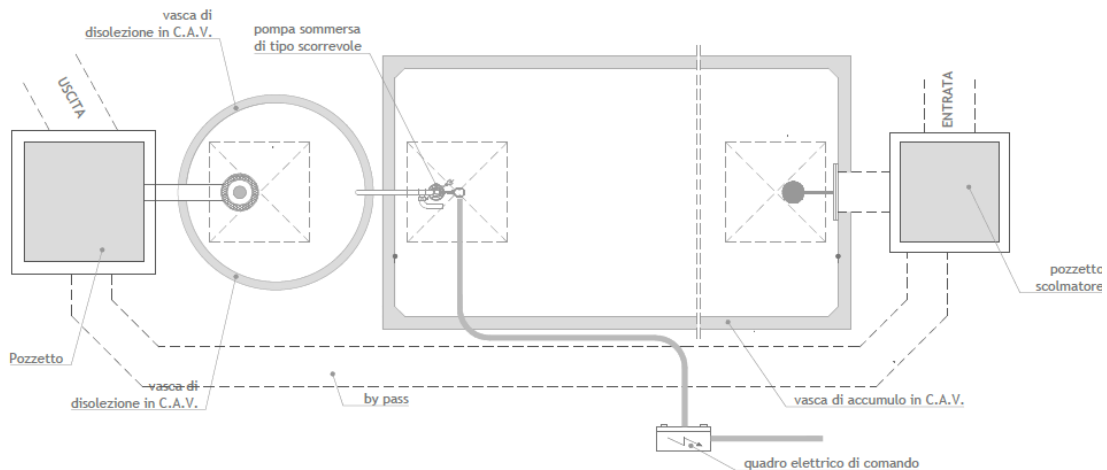
Con riferimento alle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, la normativa nazionale (art. 113 del D.Lgs. 152/2006) prevede che le Regioni, ai fini della prevenzione di rischi ambientali e idraulici, stabiliscano forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate (cioè adibite a raccogliere esclusivamente acque meteoriche), nonché i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate (diverse dalle reti fognarie separate), siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione. Questi sono gli unici casi in cui le acque meteoriche sono soggette al D.Lgs. 152/06; il c. 2 dell'art. 113 dispone, infatti, che al di fuori di dette ipotesi, "le acque meteoriche non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto".

Sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento

Avendo constatato che le acque di dilavamento non rientrano nella fattispecie delle acque reflue e che non si intende recapitare le stesse in un corpo idrico superficiale, si prevede lo scarico delle stesse sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.

Si prevede, inoltre, il trattamento delle acque di prima pioggia, prima di essere smaltite in subirrigazione.

In particolare, le acque meteoriche ricadenti sulle superfici adibite a tetto e che defluiscono lungo le aree esterne pertinenti della stazione sono recapitate per pendenza verso griglie di raccolta poste a livello del piano di calpestio, e una volta intercettate, a mezzo di canalizzazione interrata, convogliate verso un pozzetto scolmatore. Da quest'ultimo, le acque di prima pioggia vengono convogliate in due vasche di accumulo per essere sottoposte, ad evento meteorico esaurito, al trattamento di dissabbiatura e disoleazione, mentre le acque di seconda pioggia sono convogliate ad una condotta di by-pass per essere direttamente smaltite in subirrigazione.



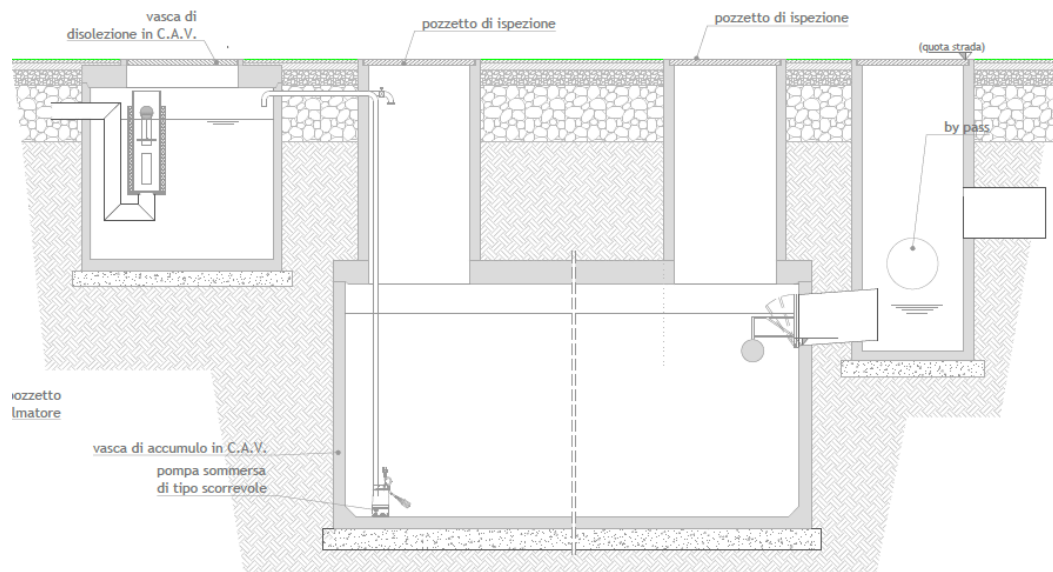


Figura 5 – Schema tipo sistema di trattamento acque di dilavamento

Dunque le acque di prima pioggia saranno trattate prima di essere avviate ad una trincea drenante. Tale trincea drenante è stata pensata interna alla stazione elettrica d'utenza in esame ed in particolare è identificabile con i piazzali delle strutture elettromeccaniche, realizzati con materiali drenanti.

Tale soluzione risulta attuabile, in quanto le aree impermeabili in gioco e quelle permeabili risultano equiparabili e la portata in ingresso, viste le dimensioni delle aree che contribuiranno effettivamente al deflusso (quelle impermeabili) sono molto modeste. Per il dimensionamento delle vasche di trattamento e per verifica di compatibilità del sistema disperdente si rimanda alla progettazione esecutiva.

Strade e piazzali

La viabilità interna, è stata realizzata in modo da consentire agevolmente l'esercizio e manutenzione dell'impianto, così come prescritto dalla Norma CEI 11-18.

Le strade, le aree di manovra e quelle di parcheggio sono state finite in conglomerato bituminoso mentre i piazzali destinati alle apparecchiature elettromeccaniche sono stati finiti in pietrisco e delimitati da cordolo in muratura.

Fondazioni

Le fondazioni per le apparecchiature sono state realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; in particolare, la fondazione di supporto per il Trasformatore AT/MT è costituito da una piastra in c.a. sulla quale è stato realizzato un appoggio, anch'esso in c.a. per l'appoggio dei componenti del trasformatore. Lungo il perimetro vi sono paretine in c.a. in modo da formare una vasca di raccolta olio.

Le fondazioni di supporto le apparecchiature sono costituite da una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale è stato realizzato un batolo per l'ancoraggio delle apparecchiature mediante l'utilizzo di tirafondi in acciaio.

La fondazione di supporto per l'interruttore è costituita da una piastra in c.a. a contatto con il terreno sulla quale sono installati tirafondi disposti a maglia quadrata, per l'ancoraggio dell'apparecchiatura.

Impianti tecnologici

Nell'edificio di stazione sono stati realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese FM.
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione.
- rilevazione incendi.
- telefonico.
- Sistema di emergenza alla mancanza rete a mezzo GE ad avviamento automatico.

I locali dell'edificio sono, inoltre, dotati di lampade di emergenza autonome.

▪ **IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE**

L'impianto di utenza per la connessione sarà costituito da:

- Raccordo in cavo aereo AT di lunghezza pari a circa 35 m.

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate di seguito:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV

Portata di corrente di progetto per conduttori disciplinati dalla norma CEI 11-60, è conforme a quanto prescritto da suddetta normativa e coincide con la Portata in corrente in relazione alle condizioni di progetto (PCCP).

▪ **IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE**

L'Impianto di rete per la connessione sarà ubicato all'interno della futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Montescaglioso" ubicata all'interno del Comune di Montescaglioso.

A.9.b Dimensionamento dell'impianto

A.9.b.1 Sito di installazione

Il parco eolico di progetto è ubicato nei comuni di Pomarico e Montescaglioso (MT), è ubicato nella parte Sud-Est della Regione Basilicata.

Il sito eolico ricade essenzialmente in un'area collinare vocata prevalentemente all'agricoltura, le colture sono essenzialmente di tipo cerealicolo, e in zone limitate, a pascolo. La scelta dell'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area (direzione, intensità e durata), della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento piano-altimetrico.

Si riporta di seguito stralcio della corografia di inquadramento:

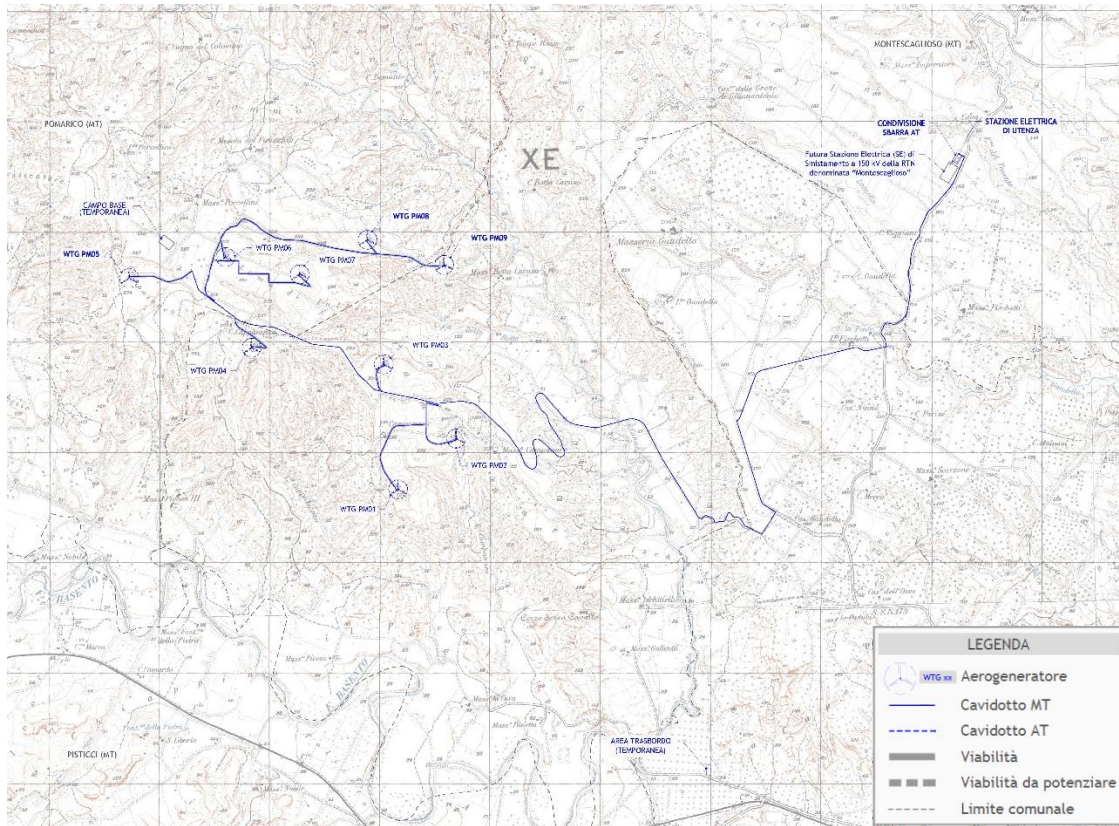


Figura 6 – Corografia d'inquadramento

A.9.b.2 Potenza totale

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 9 aerogeneratori da 6,8 MW per una potenza complessiva massima di 61,2 MW.

A.9.b.3 Regime di vento del sito

La misura della risorsa eolica è stata fatta tramite una torre anemometrica di altezza 40m installata in data 21/10/2009. Di seguito questa torre è stata identificata con il nome "Montescaglioso 155".

Rispetto a quanto richiesto dal punto 1.2.1.5 del PIEAR si segnala quanto segue:

- La torre è stata installata nelle vicinanze del parco eolico proposto ad una distanza di circa 4,5 km dal centro del layout. Questo implica che le misure di vento possono essere considerate rappresentative per l'intero parco eolico;
- I lavori di installazione della torre anemometrica sono stati autorizzati con D.I.A d.d. 17/06/2009. Il Comune di Montescaglioso ha attestato l'installazione della torre in data 20/04/2011 in risposta alla nota prot. N. 13907/E del 15/12/2010;
- Sono disponibili: il report di prima installazione d.d. 21/10/2009, i certificati di calibrazione dei sensori validi all'epoca delle misure ed i rapporti di manutenzione della torre;
- Il periodo di rilevazione di dati validi e consecutivi è maggiore di 1 anno (con una perdita ammessa del 10%);
- Sono disponibili i dati nella loro forma originaria ed in forma aggregata con periodicità giornaliera;
- Vengono illustrate le incertezze totali di misura delle velocità e il calendario dettagliato delle acquisizioni.

In particolare, la rilevazione dei dati ha avuto inizio il 21/10/2009 ed è terminata il 18/08/2011. Ai fini del presente studio anemologico sono stati considerati tutti i dati inclusi nell'intero periodo indicato.

Di seguito si riporta il calendario delle acquisizioni effettuate da ciascun sensore della torre Montescaglioso 155 nei mesi di rilevazione dei dati.

Year	Month	Speed 40m			Speed 40m B			Speed 20m			Speed 20m B		
		Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]
2009	10	1,584	1,491	94.13	1,584	1,491	94.13	1,584	1,491	94.13	1,584	1,491	94.13
2009	11	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2009	12	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	1	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	2	4,032	4,032	100.00	4,032	3,834	95.09	4,032	4,032	100.00	4,032	4,032	100.00
2010	3	4,464	4,464	100.00	4,464	3,462	77.55	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	4	4,320	4,320	100.00	4,320	2,578	59.68	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2010	5	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	6	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,231	97.94
2010	7	4,464	4,464	100.00	4,464	3,828	85.75	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	8	4,464	4,464	100.00	4,464	56	1.25	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	9	4,320	4,314	99.86	4,320	2,238	51.81	4,320	4,314	99.86	4,320	4,314	99.86
2010	10	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2010	11	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2010	12	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2011	1	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2011	2	4,032	4,032	100.00	4,032	4,032	100.00	4,032	4,032	100.00	4,032	4,032	100.00
2011	3	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2011	4	4,320	3,744	86.67	4,320	3,744	86.67	4,320	3,744	86.67	4,320	3,744	86.67
2011	5	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2011	6	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00	4,320	4,320	100.00
2011	7	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00	4,464	4,464	100.00
2011	8	4,464	2,352	52.69	4,464	2,352	52.69	4,464	2,352	52.69	4,464	2,352	52.69

Tabella 1: Calendario mensile acquisizione dati

Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche della torre e la strumentazione installata.

Codice torre	Montescaglioso 155
Coordinate (GEO WGS84)	X 16,629313° Y 40,477049°
Periodo misurazione	21.10.2009 – 18.08.2011
Quote sensori di velocità	40m, 40m, 20m, 20m
Quote sensori di direzione	37m, 17m
Logger	NRG SYMPHONIE
Availability	99,05% (40m)

Tabella 2: Descrizione torre anemometrica Montescaglioso 155

Considerata l'altezza della torre anemometrica Montescaglioso 155 è stato deciso di posizionare un sodar nella stessa posizione della torre anemometrica in modo da avere ulteriori rilevazioni di dati fino ad altezza superiori ai 100m.

La misura della risorsa eolica è stata fatta tramite un sodar della AQ System (modello AQ510). La campagna dati ha avuto inizio il 26.11.2021 ed è terminata il 14.06.2022. Di seguito questo sodar è stato identificato con il nome Montescaglioso 1021 ed è stato rimosso in seguito alla campagna dati. Nella tabella seguente sono sintetizzate le caratteristiche del sodar e la strumentazione installata.

Codice sodar	Montescaglioso 1021
Coordinate (GEO WGS84)	X 16,629336°; Y 40,477030°
Periodo misurazione	26.11.2021 – 14.06.2022
Quote misurazioni velocità	Da 35m fino a 200m (ogni 5m)
Quote misurazioni direzione	Da 35m fino a 200m (ogni 5m)
Logger	Embedded PC
Availability	90,56% (40m) 90,01% (80m) 87,88% (120m)

Tabella 3: Descrizione sodar Montescaglioso 1021

Il sodar è in grado di fornire i dati di velocità del vento media, massima, minima e deviazione standard ogni 10 minuti per quote che vanno dai 35m ai 200m (con un offset di 5m tra una quota e l'altra). Per estrapolare la statistica media del vento a lungo termine è stato utilizzato come riferimento lo stesso set di dati di ri-analisi statistica ERA5 Europe+ utilizzato per verificare la correlazione con la torre anemometrica Montescaglioso 155 (dati riassunti in Tab.3). Anche in questo caso è stata ottenuta buona correlazione dei dati presi in loco.

Vengono illustrate le incertezze totali di misura delle velocità e il calendario dettagliato delle acquisizioni per le misure alle quote di 40m, 80m e 120m.

Year	Month	Speed 40m			Speed 80m			Speed 120m		
		Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]
2021	11	648	359	55.40	648	357	55.09	648	352	54.32
2021	12	4,464	2,201	49.31	4,464	2,193	49.13	4,464	2,152	48.21
2022	1	4,464	4,415	98.90	4,464	4,400	98.57	4,464	4,334	97.09
2022	2	4,032	4,010	99.45	4,032	3,945	97.84	4,032	3,826	94.89
2022	3	4,464	4,417	98.95	4,464	4,371	97.92	4,464	4,184	93.73
2022	4	4,320	4,308	99.72	4,320	4,285	99.19	4,320	4,205	97.34
2022	5	4,464	4,446	99.60	4,464	4,439	99.44	4,464	4,363	97.74
2022	6	1,872	1,859	99.31	1,872	1,853	98.99	1,872	1,831	97.81

Tabella 4: Calendario mensile acquisizione dati di velocità del vento (Montescaglioso 1021)

Year	Month	Direction 40m			Direction 80m			Direction 120m		
		Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]	Possible data points	Valid data points	Availability [%]
2021	11	648	359	55.40	648	358	55.25	648	353	54.48
2021	12	4,464	2,204	49.37	4,464	2,196	49.19	4,464	2,156	48.30
2022	1	4,464	4,460	99.91	4,464	4,434	99.33	4,464	4,363	97.74
2022	2	4,032	4,021	99.73	4,032	3,955	98.09	4,032	3,835	95.11
2022	3	4,464	4,320	96.77	4,464	4,273	95.72	4,464	4,128	92.47
2022	4	4,320	4,320	100.00	4,320	4,292	99.35	4,320	4,214	97.55
2022	5	4,464	4,458	99.87	4,464	4,450	99.69	4,464	4,373	97.96
2022	6	1,872	1,862	99.47	1,872	1,856	99.15	1,872	1,835	98.02

Tabella 5: Calendario mensile acquisizione dati di direzione del vento (Montescaglioso 1021)

Nella tabella seguente viene riportata la statistica del vento misurate a 40m. La statistica del vento è suddivisa in 16 settori cardinali e viene rappresentata tramite una funzione di Weibull. Nella Fig. 2 vengono riportati il grafico della statistica e la rosa dei venti. La velocità media del vento alla quota di 40m è di 5,21 m/s. La rosa dei venti indica come vento prevalente quello proveniente dal settore NNW.

Direction	Weibull k	Weibull A	Mean	Frequency
Sector		m/s	m/s	(%)
348.75° - 11.25°	1.958	5.654	5.050	10.88
11.25° - 33.75°	1.604	3.726	3.409	2.76
33.75° - 56.25°	1.694	3.191	2.893	1.64
56.25° - 78.75°	1.757	3.274	2.906	1.76
78.75° - 101.25°	1.950	3.833	3.344	2.48
101.25° - 123.75°	1.897	4.473	3.919	4.20

123.75° - 146.25°	1.730	5.789	5.275	7.38
146.25° - 168.75°	1.835	5.634	5.119	10.49
168.75° - 191.25°	2.027	4.078	3.590	4.88
191.25° - 213.75°	1.546	4.930	4.587	3.45
213.75° - 236.25°	1.982	6.135	5.396	4.76
236.25° - 258.75°	1.617	5.413	5.082	4.50
258.75° - 281.25°	1.759	4.031	3.624	2.61
281.25° - 303.75°	1.693	4.264	3.881	3.04
303.75° - 326.25°	2.046	7.709	6.732	10.54
326.25° - 348.75°	2.025	6.962	6.299	24.63
All data	1.698	5.728	5.208	100.00

Tabella 6: Statistica misurata a 40m della torre Montescaglioso 155

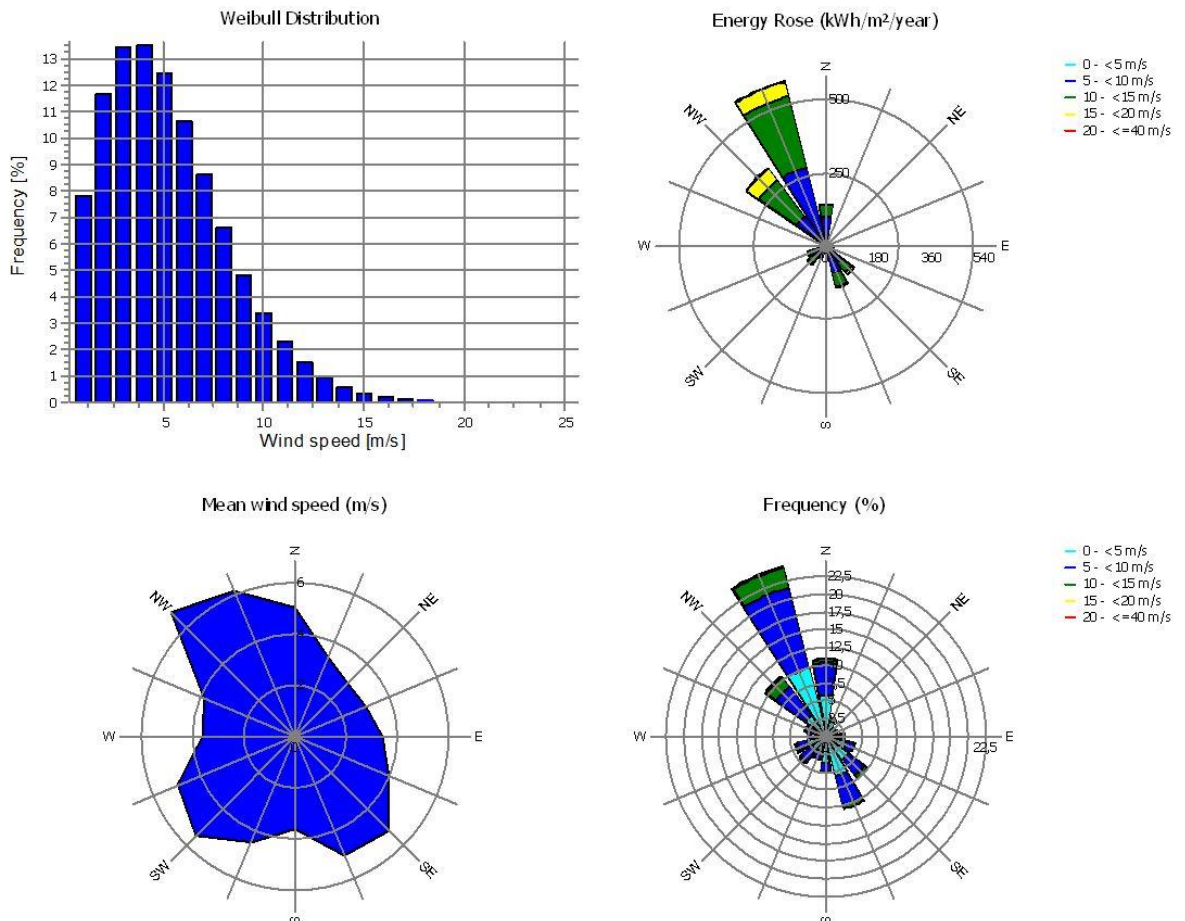


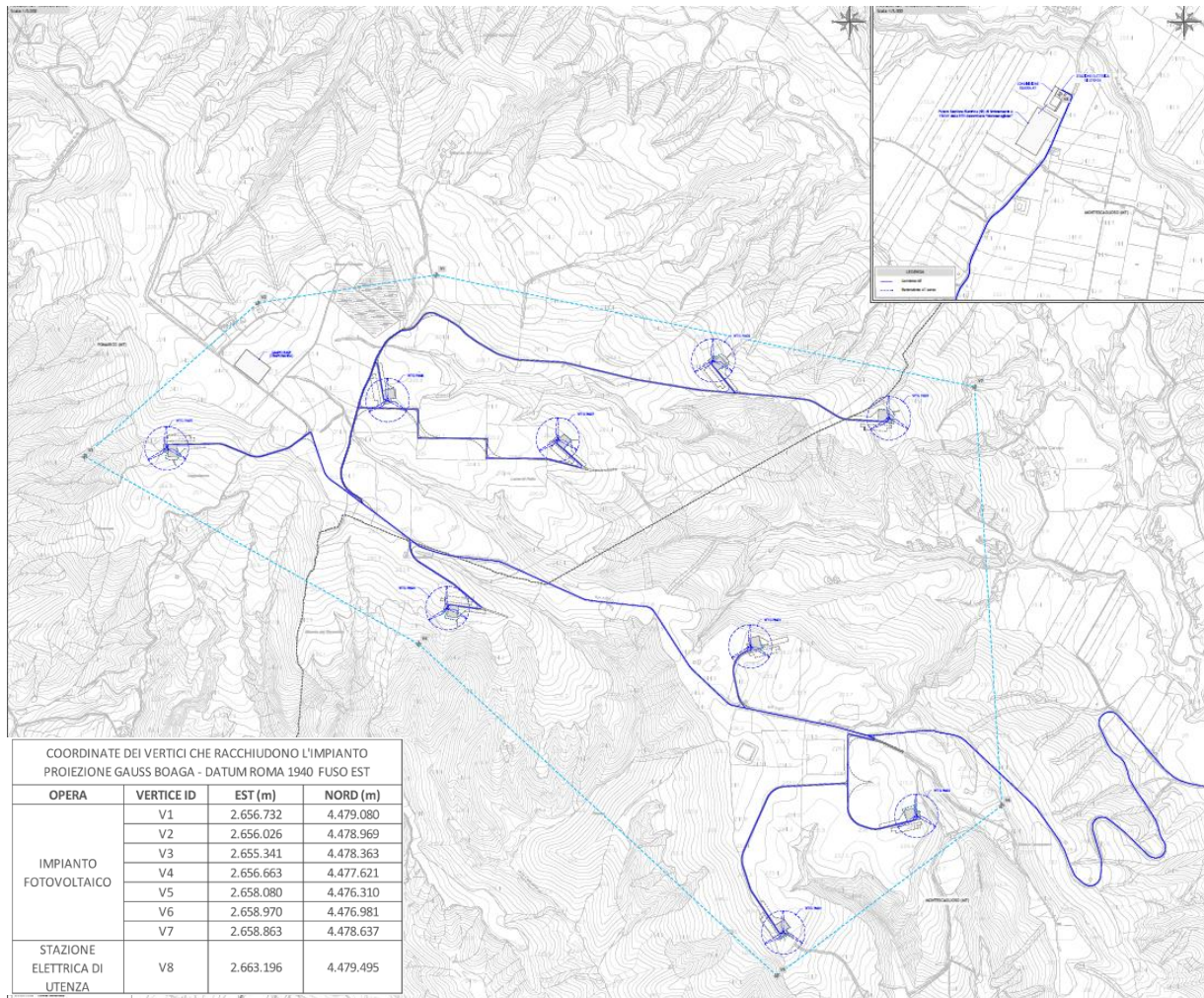
Figura 7: Statistica misurata a 40m della torre Montescaglioso 155, grafici

A.9.b.4 Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori

La dislocazione degli aerogeneratori sul territorio è scaturita da un'attenta analisi della morfologia dei luoghi, da una serie di rilievi sul campo, da studi anemometrici, nonché da elaborazioni e simulazioni finalizzate a:

- minimizzare l'impatto visivo;
- ottemperare alle prescrizioni delle competenti autorità;
- ottimizzare il progetto della viabilità di servizio;

- ottimizzare la produzione energetica.



A.9.b.5 Previsione di produzione energia

Il parco eolico è costituito da 9 aerogeneratori di ultima generazione con caratteristiche dimensionali e prestazionali riassunte qui sotto:

- Diametro massimo rotore: 172 m
- Altezza massima tip pala: 200 m
- Potenza nominale massima: 6,8 MW

I modelli di aerogeneratore attualmente in commercio che soddisfano tali specifiche sono:

- Vestas V172- HH 114m – 6,8 MW
- Siemens Gamesa SG170 - HH 115m – 6,6 MW
- General Electric GE164 – HH 112m – 6,0 MW

Le valutazioni di producibilità verranno effettuate con il modello di V172- HH 114m con potenza massima 6,8 MW, tale aerogeneratore è il più sfavorevole dal punto di vista della verifica dei parametri previsti dal punto 1.2.1.3 del PIEAR.

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
0	0
1	0
2	0
3	41

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]
4	291
5	719
6	1.344
7	2.204
8	3.330
9	4.715
10	5.941
11	6.650
12	6.782
13	6.799
14	6.800
15	6.800
16	6.800
17	6.800
18	6.800
19	6.793
20	6.662
21	6.328
22	5.702
23	4.794
24	3.874
25	2.977

Tabella 7: Curva di potenza V172 – HH 114 m – 6,8 MW, con densità dell'aria 1,225 kg/mc

A partire dalla statistica del vento si calcola la produzione energetica di ogni singolo aerogeneratore, tramite il programma di calcolo Windpro (versione 3.6.355).

Nella tabella 6 viene mostrata la produzione netta per ogni aerogeneratore del parco. Le ore equivalenti sono il rapporto tra la produzione annua e la potenza nominale dell'aerogeneratore.

Aerogeneratore	Produzione lorda [MWh/y]	Produzione netta [MWh/y]	Potenza nominale [MW]	Ore equivalenti lorde [h/y]	Parametro E _v
PM01	17.778,9	16.357	6,8	2615	0,1669
PM02	16.596,6	15.269	6,8	2441	0,1558
PM03	16.270,2	14.969	6,8	2393	0,1528
PM04	17.326,5	15.940	6,8	2548	0,1627
PM05	18.566,6	17.081	6,8	2730	0,1743
PM06	17.793,0	16.370	6,8	2617	0,1671
PM07	18.026,2	16.584	6,8	2651	0,1693
PM08	17.839,5	16.412	6,8	2623	0,1675
PM09	17.722,9	16.305	6,8	2606	0,1664

Tabella 8: Stima della produzione energetica annuale del parco eolico

Nella tabella seguente viene riportata la stima della produzione energetica annuale del parco. La produzione seguente rappresenta la stima centrale annuale che si otterrebbe dopo 10 anni operativi.

N° turbine	9
Potenza nominale	61,2 MW
Produzione lorda	168,4 GWh
Perdite	13,7%

Produzione netta	145,3 GWh
Ore equivalenti nette	2.374 h

Tabella 9: Produzione lorda (a meno delle perdite di scia), netta, ore equivalenti e parametro E_v

A.9.c Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'indicazione e la classificazione del volume da proteggere.

L'efficienza della rete di terra di un'officina elettrica (centrali, sottostazioni, cabine ecc..) e quindi anche di un impianto eolico, si può ritenere raggiunta quando, alla presenza delle massime correnti di corto circuito legate al sistema elettrico d'alimentazione dell'impianto stesso, non si determinino tensioni di contatto e di passo pericolose per persone all'interno ed alla periferia dell'area interessata.

L'efficienza della rete di terra è quindi legata ad una sufficiente capacità di disperdere la corrente di guasto (basso valore di resistenza totale) ma, in misura maggiore, ad un'uniformità del potenziale su tutta l'area dell'impianto utilizzatore (tensioni di passo e di contatto, gradienti periferici e differenze di potenziale fra diverse masse metalliche di valore limitato).

L'impianto di terra sarà pertanto costituito dalle seguenti parti:

- dispersore lineare di collegamento equipotenziale di tutti gli aerogeneratori;
- rete di terra per la stazione elettrica di utenza.

Per integrare e quindi migliorare le capacità disperdenti, il dispersore dovrà essere interconnesso in più punti anche con le armature dei plinti di fondazione degli aerogeneratori. Per quanto riguarda la protezione contro i fulmini di impianti eolici, i problemi principali riguardano il possibile danneggiamento degli aerogeneratori eolici per fulminazione diretta ed il possibile deterioramento dei sistemi di monitoraggio e di controllo per fulminazioni generalmente indirette che interessano, non solo gli aerogeneratori installati ma l'impianto eolico nel suo complesso. Infatti, le fulminazioni dirette sugli aerogeneratori possono danneggiare in modo particolare le pale, mentre i fulmini nell'impianto generano sovratensioni transitorie che interessano i circuiti degli aerogeneratori e dell'edificio quadri nella stazione elettrica di utenza che possono danneggiare i loro sistemi elettronici (che sono particolarmente vulnerabili).

Nello specifico ci si riferisce al solo dispersore di terra, poiché gli aerogeneratori risultano essere già predisposti con un idoneo sistema di protezione, collegato al dispersore di terra in due punti.

