



COMUNE DI  
FOGGIA



COMUNE DI  
LUCERA



COMUNE DI  
TROIA



REGIONE PUGLIA



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO CELONE



PROGETTO

**CELONE**

SOCIETA'

**SKI 05 S.r.l.**

**RAPPRESENTANTE  
LEGALE**

DI TILLIO CARLA

**PROJECT MANAGER**

TORTORICI GIUSEPPE

Titolo dell'allegato:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICO**

| REV  | DOCUMENTO | DATA       |
|------|-----------|------------|
| 1    |           | 07/02/2022 |
| 1.1. |           | 07/06/2022 |
| 1.2. |           | 19/07/2022 |
|      |           |            |
|      |           |            |

**CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO  
IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE COMPOSTO DA 18  
AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 111,6MW  
UBICATO NEI COMUNI DI FOGGIA-LUCERA E TROIA**

**COMMITTENTE**

SKI 05 srl  
Via Caradasso,9  
20123 Milano(MI)  
ski05@unapec.it

**Il progettista:**

ATS Engineering srl  
P.zza Giovanni Paolo II, 8  
71017 Torremaggiore (FG)  
0882/393197  
atseng@pec.it

Ing. Eugenio Di Gianvito  
atsing@atsing.eu





| <b>CELONE</b>                                                                                                                          |                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 18 AEROGENERATORI<br>PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 111,6 MW<br>UBICATO NEI COMUNI DI FOGGIA-LUCERA -TROIA | Data:              | 19/07/2022 |
|                                                                                                                                        | Revisione:         | 1.2.       |
|                                                                                                                                        | CodiceElaborato:   | REL02      |
| Società:                                                                                                                               | SKI 05 S.r.l.      |            |
| Rappresentante Legale                                                                                                                  | Di Tillio Carla    |            |
| Project Manager                                                                                                                        | Tortorici Giuseppe |            |

| Elaborato da          | Data       | Approvato da          | Data Approvazione | Rev  | Commenti |
|-----------------------|------------|-----------------------|-------------------|------|----------|
| ATS Engineering S.r.l | 19/07/2022 | ATS Engineering S.r.l |                   | 1.2. |          |
|                       |            |                       |                   |      |          |
|                       |            |                       |                   |      |          |

## Sommario

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Relazione tecnica impianti.....                 | 3  |
| Premessa .....                                  | 3  |
| Introduzione .....                              | 4  |
| 1. Aerogeneratori.....                          | 10 |
| 2. Cavidotti MT.....                            | 27 |
| 3. Cavidotto AT .....                           | 34 |
| 4. Stazione di Utenza.....                      | 44 |
| 5. Opere civili .....                           | 51 |
| 6. Impatti .....                                | 58 |
| 7. Condizioni per la connessione alla rete..... | 72 |
| 8. Studio interferenza. ....                    | 78 |
| 9. Previsione occupazionale del progetto.....   | 88 |

## Relazione tecnica impianti

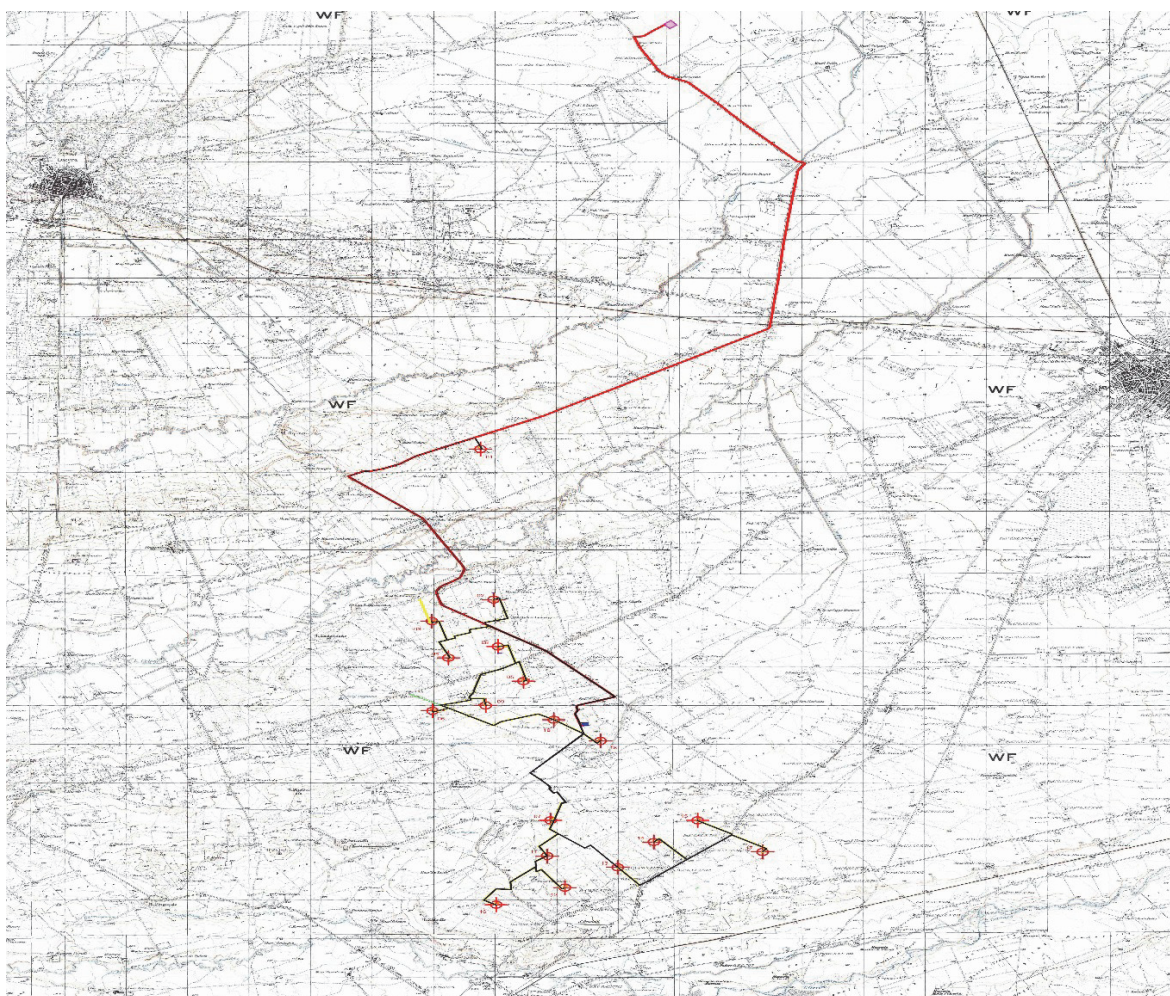
### Premessa

La Relazione Tecnica Impianti è allegata al progetto del parco eolico Celone, ubicato nei territori comunali di - Foggia, Lucera e Troia in provincia di Foggia - e commissionato dalla società SKI 05 s.r.l., con sede in Milano, in via Caradosso, 9.

Il parco eolico è costituito da n. 18 aerogeneratori con potenza nominale attiva fino a 6,2 MW e sviluppa una potenza complessiva fino a 111,6 MW.

#### LEGENDA

|                                                                                   |                       |                                                                                   |                         |                                                                                   |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Aerogeneratori        |  | Sottostazione di utenza |  | Viabilità da realizzare |
|  | Piazzole di montaggio |  | Sottostazione Terna     |  | Viabilità da adeguare   |
|  | Cavidotto interno MT  |  | Cavidotto esterno AT    |                                                                                   |                         |



Corografia di inquadramento su IGM, scala 1:50.000.

## Introduzione

La scelta dell'area da destinare alla ubicazione dell'impianto è giustificata dalla coesistenza di:

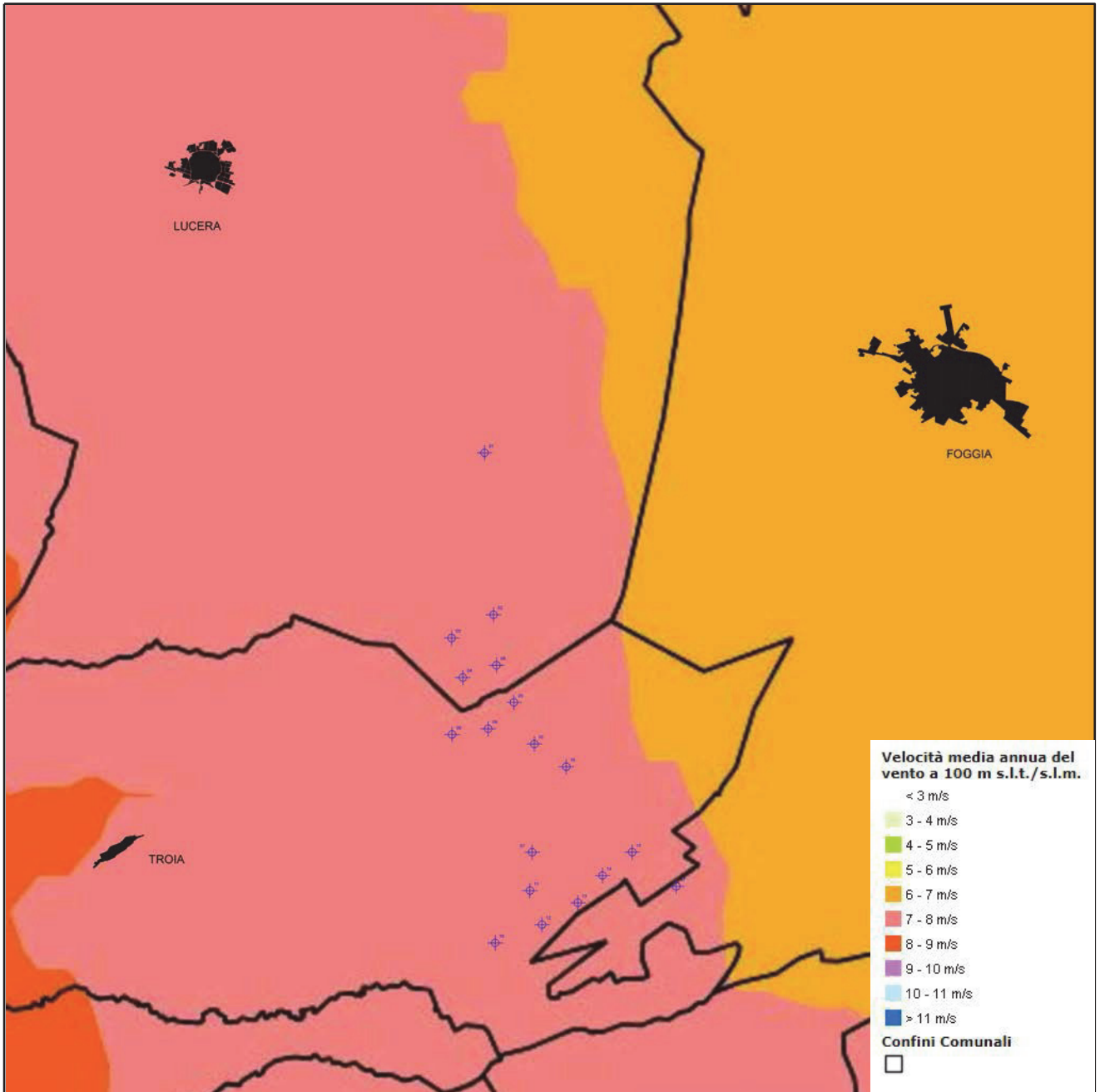
1. **compresenza di altri impianti eolici;**
2. **assenza di aree non eleggibili in base ai piani territoriali vigenti e quindi nel rispetto della destinazione d'uso del suolo e sua vocazione alla trasformazione.**

Il sito, in particolare, è stato individuato per le caratteristiche di fattibilità registrate dopo un'attenta analisi basata su parametri come:

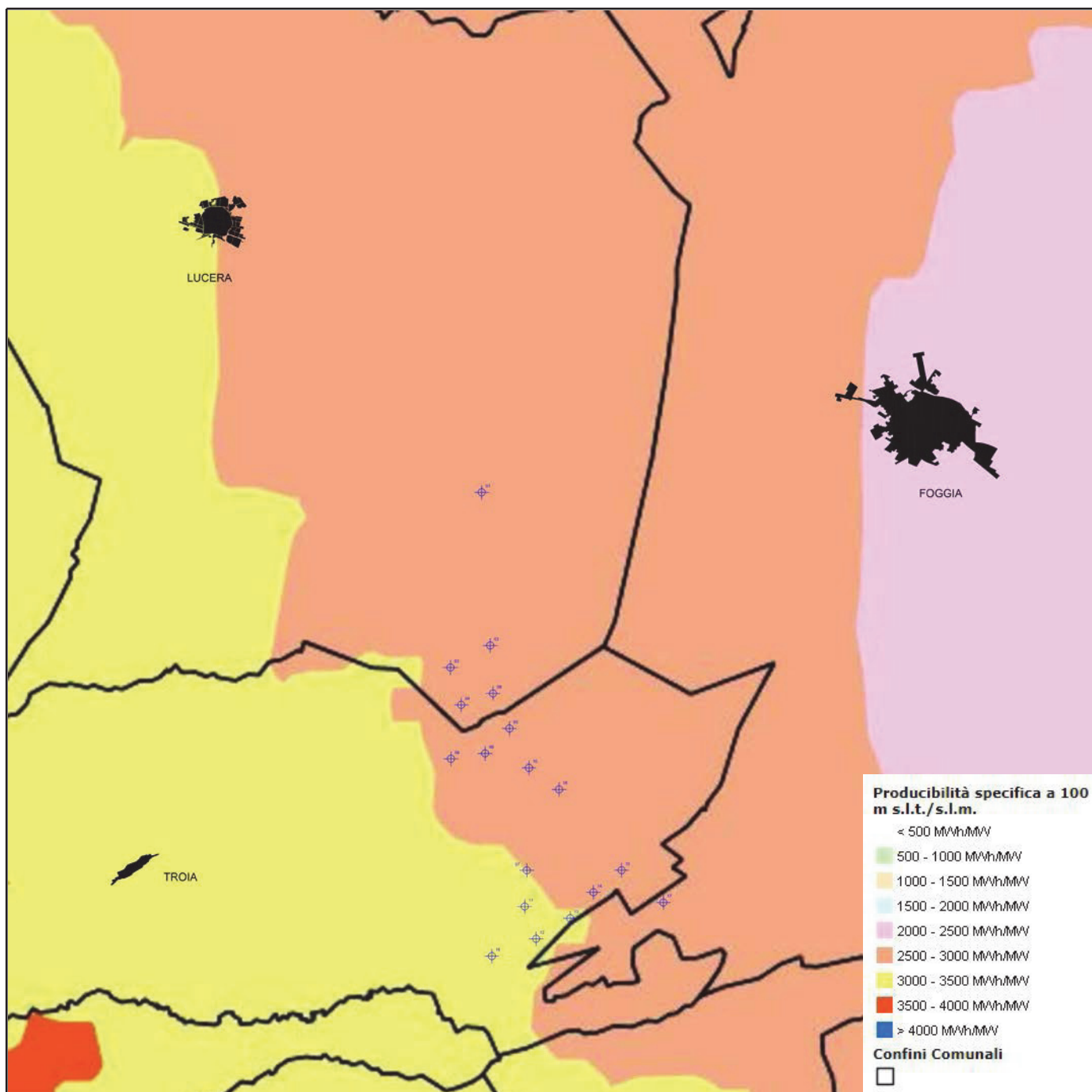
- **rilevazioni anemometriche;**
- **orografia dei luoghi;**
- **contesto sociale;**
- **accessibilità;**
- **vicinanza alla Rete di Trasmissione e distribuzione cui saranno collegati gli aerogeneratori eolici.**

Inoltre, l'area oggetto d'intervento, situata all'interno del Tavoliere Centrale, nell'unità territoriale indicata dal P.P.T.R con il nome di Piana foggiana, è ideale per la realizzazione del parco eolico. Di fatti, nelle mappe desunte dall'Atlante eolico del Cesi e dall'Atlante Eolico Regionale, si evince nel dettaglio come alla quota di 100 m s.l.t., ad un'altezza prossima a quella delle turbine - altezza rotore pari a 140 m

- la velocità media del vento è compresa tra i 7 e 8 m/s per tutte e diciotto le turbine, mentre la producibilità varia nell'intervallo compreso tra le 2.500 e le 3.000 MWh per le turbine: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T14, T15, T17, T18 e nell'intervallo compreso tra le 3.000 e le 3.500 MWh per quanto riguarda le turbine numero T07, T11, T12, T13, T16.



Impianto su Atlante eolico interattivo con velocità media annua del vento a 100 m s.l.t.



Impianto su Atlante eolico interattivo con producibilità specifica a 100 m s.l.t.

Nello specifico, le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 2 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato. Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52 quater, comma 6, del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree

potenzialmente impegnate) sarà di circa 3 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato (ma corrispondente a quella impegnata nei tratti su sede stradale), come meglio indicato nella planimetria catastale allegata. Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù. L'elenco delle particelle catastali interessate dall'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, con l'indicazione dei nominativi dei proprietari come da risultanze catastali, è riportato nel documento allegato "Elenco ditte catastali". Le fasce di rispetto sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008. Le simulazioni di campo magnetico riportate nei paragrafi seguenti sono state elaborate tramite l'ausilio di software, le cui routine di calcolo fanno riferimento alla norma CEI 211 - 4; norma di riferimento anche per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106 - 11.

Il progetto, oltre all'ubicazione nell'area di n. 18 aerogeneratori - le cui coordinate sono riportate nella tabella - prevede anche la realizzazione di una linea interrata di collegamento alla sottostazione MT-AT da realizzare, oltre a tutti gli altri interventi connessi alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto eolico (adeguamenti della viabilità interna all'impianto eolico e realizzazione di nuova viabilità di cantiere e di esercizio/servizio, piazzole di montaggio e di esercizio, ecc.).



| NUMERO WTG | UTM 84-33N |            |
|------------|------------|------------|
|            | EST        | NORD       |
| 1          | 534683.00  | 4588397.00 |
| 2          | 534896.00  | 4584527.00 |
| 3          | 533893.00  | 4583972.00 |
| 4          | 534162.97  | 4583028.27 |
| 5          | 535382.00  | 4582430.00 |
| 6          | 533905.00  | 4581665.00 |
| 7          | 535821.00  | 4578847.00 |
| 8          | 534967.72  | 4583318.21 |
| 9          | 534769.00  | 4581803.00 |
| 10         | 535876.01  | 4581437.98 |
| 11         | 535768.00  | 4577932.00 |
| 12         | 536055.00  | 4577118.00 |
| 13         | 536917.00  | 4577639.00 |
| 14         | 537503.51  | 4578291.86 |
| 15         | 538213.00  | 4578849.00 |
| 16         | 534938.00  | 4576680.00 |
| 17         | 539270.00  | 4578035.00 |
| 18         | 536635.00  | 4580893.00 |

Coordinate relative all'ubicazione georeferenziata delle singole turbine nel sistema di riferimento UTM 84-33N.

Pertanto, sono parte integrante del progetto le opere connesse alla realizzazione dello stesso, ossia:

le fondazioni delle torri degli aerogeneratori, dimensionate e progettate tenendo conto le massime sollecitazioni che l'opera trasmette al terreno;

la stazione di utenza, di ricezione dai gruppi di aerogeneratori e trasformazione, costituita da elementi prefabbricati in C.A.V. (Calcestruzzo Armato Vibrato) le cui dimensioni saranno tali da consentire tutte le operazioni necessarie per la corretta gestione dell'impianto, compresa la manutenzione;

la viabilità interna, di collegamento di ciascuna delle postazioni con la viabilità principale, costituita da una serie di strade e di piazzole necessarie ad un agevole raggiungimento di tutti gli aerogeneratori.

La realizzazione delle strade:

- rispetterà l'andamento topografico del luogo;
- cercare di ridurre al minimo potenziali movimenti di terra, tramite l'uso di materiale calcareo da sottofondo e la rifinitura in superficie con una pavimentazione a Macadam;

i cavidotti AT e MT per la distribuzione dell'energia.

Si evince che lo scopo principale della relazione è quello di esporre le caratteristiche principali degli impianti presenti nel parco eolico. Le strutture e gli impianti principali sono i seguenti:

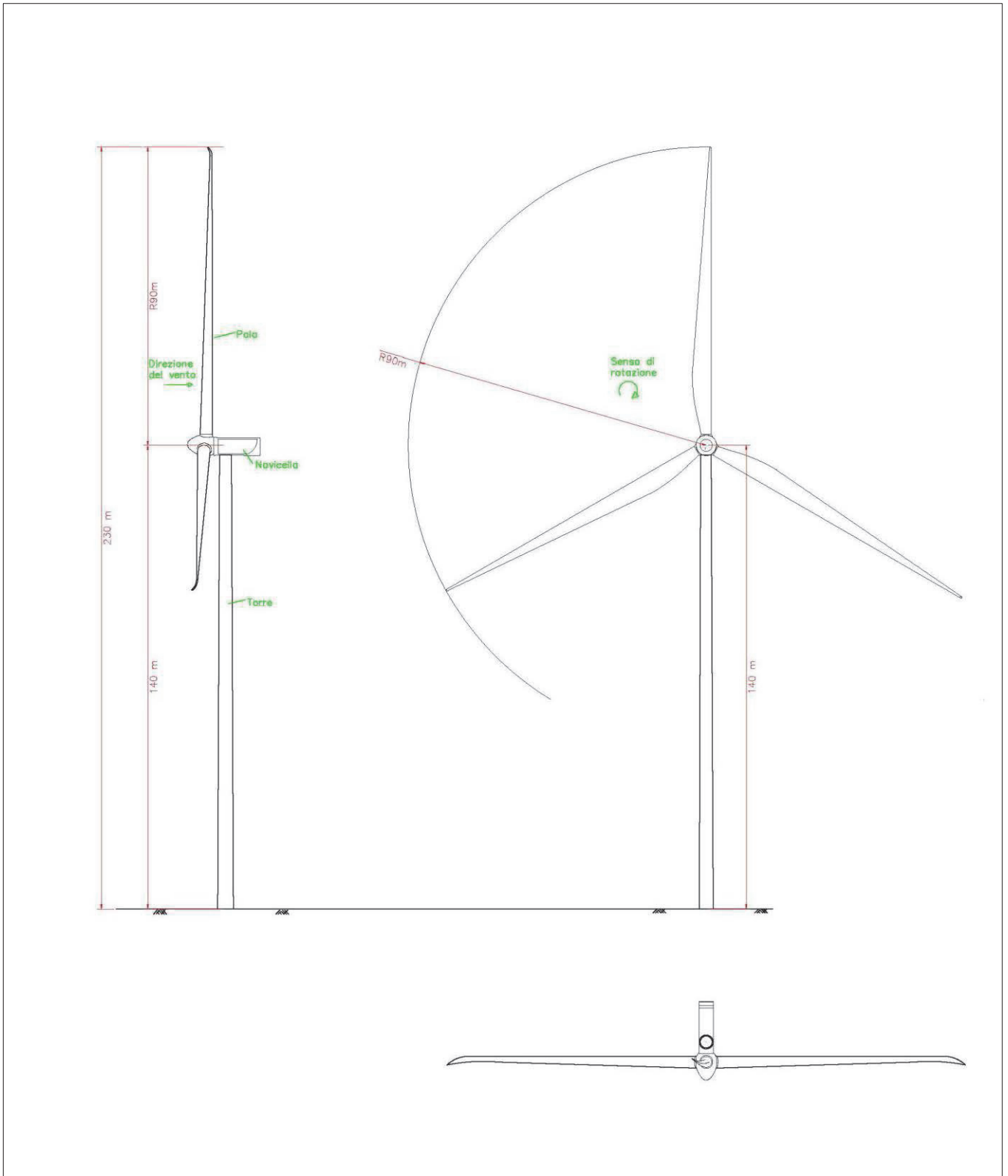
- n. 18 aerogeneratori ognuno di potenza fino a 6,2 MW, con trasformatori interni multi- tensione in uscita a 30 kV/50 HZ;
- n. 18 fondazioni aerogeneratori, plinti circolari su pali di fondazione (vedi Relazione pre- liminare plinto di fondazione aerogeneratore)
- strade e piazzole;
- cavidotto interrato interno MT, che collega gli aerogeneratori in gruppi e i gruppi alla cabina di smistamento sita all'interno della stazione di utenza;
- cavidotto interrato AT a 150 KV, per connessione della sottostazione MT alla sottostazione AT di Tema Distribuzione nel comune di Lucera (FG) in località "Palmori";(in conferma di attesa della soluzione di connessione)
- n.1 stazione di utenza MT sita nel territorio comunale di Troia(FG); (in conferma di attesa della soluzione di connessione)
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem.

## 1. Aerogeneratori

Il layout finale delle torri è frutto di uno studio approfondito che ha tenuto conto sia di tutti i fattori ambientali e dell'orografia dei luoghi, sia della direzione e velocità dei venti, della vegetazione o degli ostacoli presenti, tutto ciò in relazione al tipo di aerogeneratore prescelto (vedi anche Relazione Urbanistica e Relazione Paesaggistica).

Il risultato di dette elaborazioni ha consentito di ottimizzare il più possibile il layout definitivo del parco eolico, minimizzando sia l'uso delle superfici direttamente interessate dalle torri eoliche, sia di quelle utili per il montaggio e la gestione delle stesse - superfici per le fondazioni, il piazzale, la cabina di trasformazione e il locale tecnico - e senza apportare significative trasformazioni all'uso attuale dei suoli interessati.

La scelta di torri poste a una distanza elevata è stata dettata principalmente a due diversi aspetti progettuali: uno legato all'effetto scia, tanto più lontane sono le turbine tanto minore sarà la perdita di efficienza del parco; l'altro relativo all'inserimento paesaggistico delle stesse per il quale tutti i piani consigliano di posizionare le torri a distanze elevate per diminuire l'effetto barriera. Ogni torre è dotata di apposita piazzola di circa 4.000 m<sup>2</sup> e ad essa si potrà accedere realizzando apposite stradine larghe circa 4,5 m che le congiungeranno alle strade esistenti e assicureranno l'accesso ad ogni aerogeneratore per l'effettuazione dei controlli e manutenzioni periodiche.



Aerogeneratore tipo: prospetto laterale, prospetto frontale e pianta.

Il generatore tipo da utilizzare sarà a tre eliche, ad asse orizzontale e con generatore elettrico asincrono, del tipo trifase, con potenza nominale fino a 6.200 kW della tipologia fino a 180 m di diametro e fino a 140 m di altezza al mozzo.

La definizione esatta del tipo di macchina sarà fatta in sede di definizione puntuale dell'impianto.

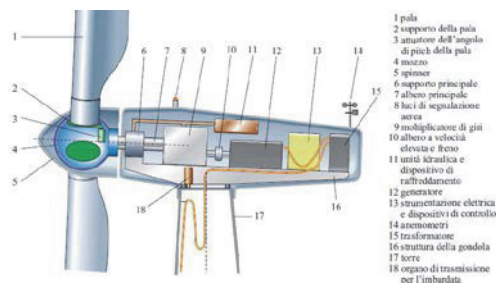
**Allo stato attuale l'aerogeneratore di progetto è il generatore Siemens Gamesa SG170**

La scelta del tipo di generatore, comunque, non varia la tipologia del sistema costruttivo-tecnologico, costituito da:

opere di fondazione che nello specifico è di tipo indiretta, su pali e verrà dimensionata sulla base delle risultanze geotecniche del sito. In particolare, la fondazione sarà eseguita con un plinto a base circolare con diametro di circa 36 m, ancorato a un numero adeguato di pali, di tipo trivellato, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 25-40 m. Le caratteristiche strutturali saranno definite in fase esecutiva (Vedi Relazione preliminare plinto di fondazione per aerogeneratore tipo);

torre, composta da un cilindro in acciaio di altezza fino a 140 m. Il cilindro tubolare sarà formato da più conci, montati in sito, fino a raggiungere l'altezza voluta. All'interno del tubolare saranno inserite la scala di accesso alla navicella e il cavedio in cui correranno i cavi elettrici necessari al vettoriamento dell'energia. Alla base della torre, dove una porta consentirà l'accesso all'interno, nello spazio utile, sarà ubicato il quadro di controllo che, oltre a consentire il controllo da terra di tutte le apparecchiature della navicella, conterrà l'interfaccia necessaria per il controllo remoto dell'intero processo tecnologico;

navicella, costituita da un involucro in vetroresina, conterrà tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento elettrico e meccanico dell'aerogeneratore. In particolare, includerà la turbina che, azionata dalle eliche, con un sistema di ingranaggi e riduttori oleodinamici trasmetterà il moto al generatore elettrico. Oltre ai dispositivi per la produzione energetica, nella navicella saranno ubicati anche i motori che consentono il controllo della posizione della navicella e delle eliche. La prima può ruotare a 360° sul piano di appoggio navicella-torre, le eliche, invece, possono ruotare di 360° sul loro asse longitudinale.



Esempio degli elementi di una navicella.

L'energia prodotta sarà portata ad un trasformatore elettrico, posizionato sempre nella navicella, porterà il valore della tensione da 400 V (tensione di uscita dal generatore) a 30 kV (tensione di uscita dal trasformatore). Il tipo di trasformatore è un trifase chiuso ermeticamente con raffreddamento ad olio di silicone: uno speciale olio sintetico con un punto di infiammabilità di oltre 300 °C e permette il raffreddamento del trasformatore. I cavi in uscita dal trasformatore, passando all'interno del cavedio ricavato nella torre, arriveranno al quadro MT di smistamento posto alla base della torre e indi proseguiranno verso la SSE elettrica 30 kV/150 kV;

eliche: le eliche o pale realizzate in fibra di vetro, impregnate con resine epossidiche, rinforzate con fibra di carbonio, assicurano leggerezza e non creano fenomeni indotti di riflessione dei segnali ad alta frequenza che percorrono l'etere. Nel caso specifico la macchina adotta un sistema a tre eliche calettate attorno ad un mozzo, a sua volta fissato all'albero della turbina. Il diametro del sistema mozzo-eliche è fino a 180 m, in funzione della scelta finale del tipo di macchina. Ciascuna pala/elica, in grado di ruotare intorno al proprio asse longitudinale, ad una velocità di rotazione variabile, assume sempre il profilo migliore ai fini dell'impianto del vento. Al rotore dell'aerogeneratore tipo, formato da tre pale e avente un diametro fino a 180 m corrisponde un'area spazzata di 25.434 m<sup>2</sup>. Per il controllo dell'erogazione ci sono tre modalità per la verifica della resa energetica:

- 1) a stallo passivo: il rotore gira ad una velocità costante e le pale non sono regolabili;
- 2) a stallo attivo: il rotore opera ad una velocità costante e le pale sono regolabili;
- 3) a controllo di passo: il rotore gira sia a velocità costante che variabile.

Per ridurre la spinta verso l'alto il bordo di entrata della pala è girato verso il vento. Quando il vento supera i 25 m/s, l'aerogeneratore viene posto fuori servizio perché una velocità di vento superiore potrebbe sottoporre i componenti a una eccessiva sollecitazione.

Un aerogeneratore con tecnologia simile è il SG 6.0 170 prodotto dalla SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY. In seguito verranno elencate le specifiche tecniche di tale macchina.

L' SG 6.0-170 è una nuova turbina eolica della piattaforma di prodotti Siemens Gamesa Onshore Geared di nuova generazione chiamato Siemens Gamesa 5.X, che si basa sul design Siemens Gamesa. Con una nuova pala da 83,3 m e un' ampia gamma di torri che include altezze dei mozzi che vanno da 100 m a 165 m, il SG 6.0-170 mira a diventare un nuovo punto di riferimento nel mercato per efficienza e redditività.

### Rotore-Navicella

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravento della torre. L'uscita di potenza è controllata dalla regolazione della domanda di passo e coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo carichi e livello di rumore. La navicella è stata progettata per un accesso sicuro a tutti i punti di assistenza durante il servizio programmato. Inoltre, la navicella è stata progettata per la presenza sicura di tecnici dell'assistenza nella navicella durante le prove di manutenzione con la turbina eolica in piena attività. Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce condizioni ottimali per la risoluzione dei problemi.

### Lame

La lama SG 6.0-170 è composta da infusione di fibra di vetro e componenti stampati in carbonio pultrusi. La struttura della pala utilizza gusci aerodinamici contenenti tappi di longherone incorporati, legati a due principali nastri di taglio epossidico-fibra di vetro / schiuma-nucleo. La lama SG 6.0-170 utilizza un design della lama basato su profili alari proprietari SGRE.

### Mozzo del rotore

Il mozzo del rotore è realizzato in ghisa sferoidale ed è montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da offrire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle radici delle pale e dei cuscinetti inclinati dall'interno della struttura.

### Trasmissione

La trasmissione è un concetto di sospensione a 4 punti: albero principale con due cuscinetti principali e il

cambio con due bracci di reazione montati sul telaio principale. Il cambio è in posizione a sbalzo; il supporto planetario del cambio è assemblato sull'albero principale mediante un giunto bullone flangiato e supporta il cambio.

### Albero principale

L'albero principale a bassa velocità è forgiato e trasferisce la coppia del rotore al cambio e i momenti flettenti sul telaio tramite i cuscinetti principali e gli alloggiamenti dei cuscinetti principali.

### Cuscinetti principali

L'albero a bassa velocità della turbina eolica è supportato da due cuscinetti orientabili a rulli. I cuscinetti sono lubrificati a grasso.

### Cambio

Il cambio è di tipo ad alta velocità a 3 stadi (2 planetari + 1 parallelo).

### Generatore

Il generatore è un generatore trifase asincrono a doppia alimentazione con un rotore avvolto, collegato a un convertitore PWM di frequenza. Lo statore e il rotore del generatore sono entrambi realizzati con laminazioni magnetiche impilate e avvolgimenti formati. Il generatore è raffreddato ad aria.

### Freno meccanico

Il freno meccanico è montato sul lato ad alta velocità del cambio.

### Sistema di imbardata

Un telaio del letto fuso collega la trasmissione alla torre. Il cuscinetto di imbardata è un anello orientato esternamente con un cuscinetto a frizione. Una serie di motoriduttori epicicloidali elettrici guida l'imbardata.



## Copertura della navicella

Lo schermo meteorologico e l'alloggiamento attorno ai macchinari della navicella sono realizzati con pannelli laminati rinforzati con fibra di vetro.

## Torre

La turbina eolica è montata di serie su una torre di acciaio tubolare affusolata. Altre tecnologie per torri sono disponibili per altezze di mozzo più elevate. La torre ha ascesa interna e accesso diretto al sistema di imbardata e navicella. È dotato di piattaforme e illuminazione elettrica interna.

## Controller

Il controller per turbine eoliche è un controller industriale basato su microprocessore. Il controller è completo di quadri e dispositivi di protezione ed è autodiagnostico.

## Convertitore

Collegato direttamente con il rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di conversione 4Q back to back con 2 VSC in un collegamento DC comune. Il convertitore di frequenza consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo energia a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT.

## SCADA

La turbina eolica fornisce il collegamento al sistema SGRE SCADA. Questo sistema offre il controllo remoto e una varietà di visualizzazioni dello stato e report utili da un browser Web standard. Le viste di stato presentano informazioni tra cui dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

## Monitoraggio delle condizioni della turbina

Oltre al sistema SGRE SCADA, la turbina eolica può essere dotata dell'esclusiva configurazione di monitoraggio delle condizioni SGRE. Questo sistema monitora il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta gli spettri di vibrazione effettivi con una serie di spettri di riferimento stabiliti. La revisione dei risultati, l'analisi dettagliata e la riprogrammazione possono essere eseguite utilizzando un browser Web standard.

## Sistemi operativi

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un determinato valore. Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller per turbine eoliche fissa i riferimenti di passo e coppia per operare nel punto aerodinamico ottimale (massima produzione) tenendo conto della capacità del generatore. Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione del passo viene regolata per mantenere una produzione di energia stabile pari al valore nominale.

La modalità derating vento forte (HWRT) è una funzionalità predefinita. Quando è attiva, la produzione di energia è limitata quando la velocità del vento supera un valore di soglia definito dal progetto, fino a quando viene raggiunta la velocità del vento interrotta e la turbina eolica smette di produrre energia. Se la velocità media del vento supera il limite operativo massimo, la turbina eolica viene arrestata dal lancio delle pale. Quando la velocità media del vento scende al di sotto della velocità media del riavvio, i sistemi si ripristinano automaticamente.

## Rotore

|                                  |                                                                    |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>TIPO</b>                      | <b>3 PALE-ASSE ORIZZONTALE</b>                                     |
| <b>POSIZIONE</b>                 | <b>CONTROVENTO</b>                                                 |
| <b>DIAMETRO</b>                  | <b>170 m</b>                                                       |
| <b>AREA SPAZZATA</b>             | <b>22698 m<sup>2</sup></b>                                         |
| <b>REGOLAZIONE DELLA POTENZA</b> | <b>REGOLAZIONE DEL PASSO E DELLA COPPIA CON VELOCITA'VARIABILE</b> |
| <b>INCLINAZIONE DEL ROTORE</b>   | <b>6 GRADI</b>                                                     |

## Lama

|                                    |                                                                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TIPO</b>                        | <b>AUTOPORTANTE</b>                                                                      |
| <b>LUNGHEZZA LAMA</b>              | <b>83m</b>                                                                               |
| <b>CORDA MASSIMA</b>               | <b>4.5m</b>                                                                              |
| <b>PROFILO AERODINAMICO</b>        | <b>SIEMENS GAMESA</b>                                                                    |
| <b>MATERIALE</b>                   | <b>GRE( rinforzo con fibradi vetro Epossidica)-CRP(plastica rinforzata con carbonio)</b> |
| <b>LUCENTEZZA DELLA SUPERFICIE</b> | <b>SEMILUCIDA&lt;30/ISO2813</b>                                                          |
| <b>COLORE DELLA SUPERFICIE</b>     | <b>GRIGIO CHIARO RAL 7035 O BIANCO RAL 9018</b>                                          |

## Freno aerodinamico

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| <b>DIGITARE</b>    | <b>PITCHING COMPLETO</b> |
| <b>ATTIVAZIONE</b> | <b>ATTIVO-IDRAULICO</b>  |

### Parti di supporto del carico

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| <b>MOZZO</b>                               | <b>GHISA NODULARE</b>  |
| <b>ALBERO PRINCIPALE</b>                   | <b>ACCIAO FORGIATO</b> |
| <b>STRUTTURA DEL LETTO DELLA NAVICELLA</b> | <b>GHISA NODULARE</b>  |

### Freno meccanico

|                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| <b>TIPO</b>      | <b>FRENO A DISCO IDRAULICO</b>     |
| <b>POSIZIONE</b> | <b>PARTE POSTERIORE DEL CAMBIO</b> |

### Copertura Navicelle

|                                    |                                                 |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>TIPO</b>                        | <b>COMPLETAMENTE CHIUSO</b>                     |
| <b>LUCENTEZZA DELLA SUPERFICIE</b> | <b>SEMI-LUCIDA &lt;30/ISO2813</b>               |
| <b>COLORE</b>                      | <b>GRIGIO CHIARO RAL 7035 O BIANCO RAL 9018</b> |

### Terminali di Rete (LV)

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| <b>POTENZA NOMINALE DI BASE</b> | <b>6.0 MW</b>   |
| <b>TENSIONE</b>                 | <b>690 V</b>    |
| <b>REQUENZA</b>                 | <b>50/60 HZ</b> |

### Sistema di imbardata

|                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| <b>DIGITARE</b>               | <b>ATTIVO</b>                   |
| <b>CUSCINETTO A IMBARDATA</b> | <b>INGRANAGGIO ESTERNO</b>      |
| <b>IMBARDATA</b>              | <b>MOTORI DUTTORI ELETTRICI</b> |
| <b>FRENO DI IMBARDATA</b>     | <b>FRENO DI ATTRITO ATTIVO</b>  |

## Controllore

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| <b>TIPO</b>          | <b>CONTROLLO INTEGRATO SIEMENS SISTEMA (SICS)</b> |
| <b>SISTEMA SCADA</b> | <b>SISTEMA SCRE SGRE</b>                          |

## Torre

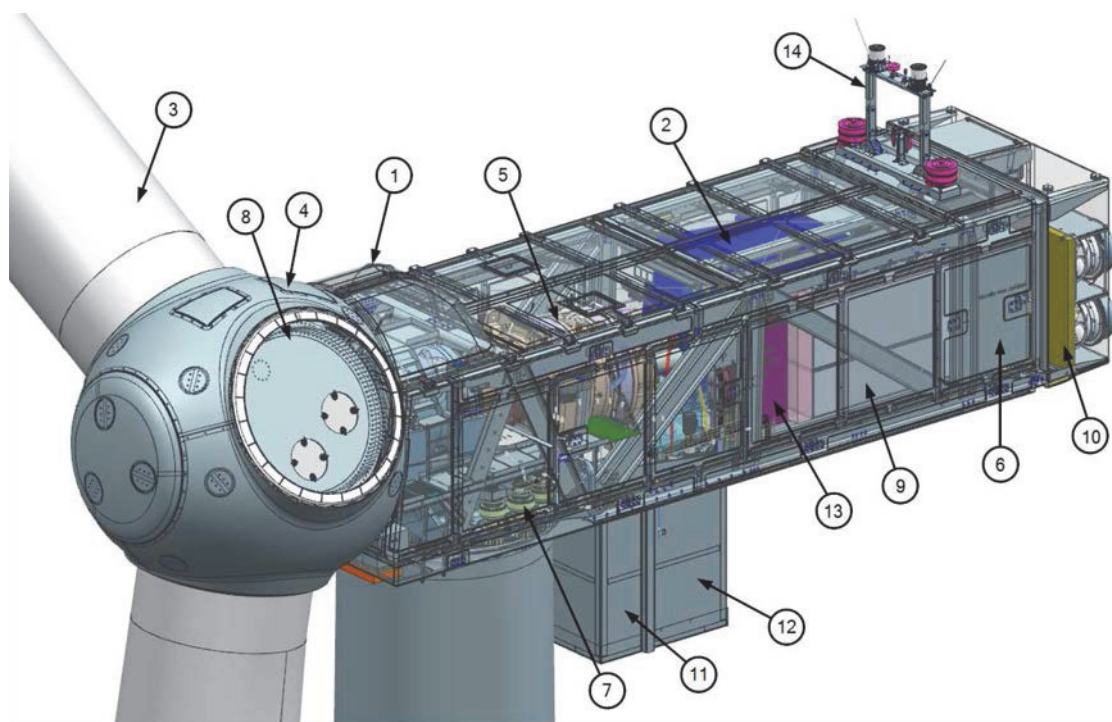
|                                    |                                                 |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>TIPO</b>                        | <b>TUBOLARE D'ACCIAIO/IBRIDO</b>                |
| <b>ALTEZZA MOZZO</b>               | <b>100-165 m</b>                                |
| <b>PROTEZIONE DELLA CORROSIONE</b> | <b>VERNICIATA</b>                               |
| <b>LUCENTEZZA SULLA SUPERFICIE</b> | <b>SEMI LUCIDA &lt;/ISO-2813</b>                |
| <b>COLORE</b>                      | <b>GRIGIO CHIARO RAL 7035 O BIANCO RAL 9018</b> |

## Dati operativi

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| <b>VELOCITA' DI TAGLIO</b>                | <b>3m/s</b>  |
| <b>VELOCITA' DEL VENTO NOMINALE</b>       | <b>10m/s</b> |
| <b>VELOCITA' DEL VENTO DI SPEGNIMENTO</b> | <b>25m/s</b> |
| <b>VELOCITA' DEL VENTO DI RIAVVIO</b>     | <b>22m/s</b> |

## Assetto Navicella

Il design e le dimensioni della navicella sono preliminari e possono essere soggetti a modifiche durante il fasi di sviluppo del prodotto.



1=Tettuccio

2=Generatore

3=Lame

4=Girante/Mozzo

5= Riduttore

6= Pannello di Controllo

7= Ingranaggio di imbardata

8= Cuscinetto della Lama

9= Convertitore

10= Raffreddamento

11= Trasformatore

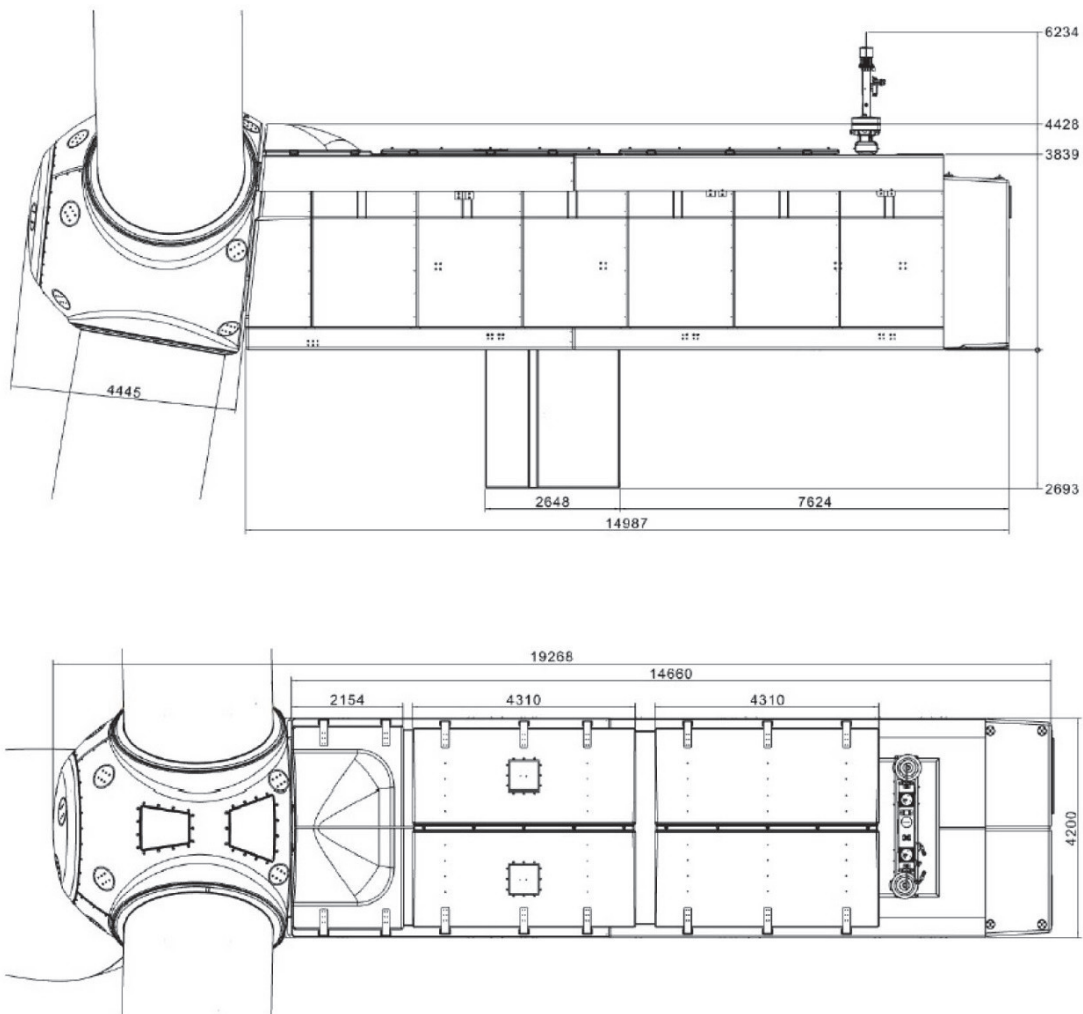
12= Gabetta Statore

13= Controllo frontale

14= Struttura di aviazione

## Dimensioni Navicella e peso

Il design e le dimensioni della navicella sono preliminari e possono essere soggetti a modifiche durante il fasi di sviluppo del prodotto.



Diverse soluzioni modulari sono progettate per ottimizzare il trasporto di navicelle e mozzo:

- 3 moduli (modulo più pesante <95t): mozzo, navicella, trasmissione
- 4 moduli (modulo più pesante <79t): mozzo, navicella, trasmissione, trasformatore
- 6 moduli (modulo più pesante <62t): mozzo, navicella, trasmissione, trasformatore e generatore

## Dimensioni torri

| Turbine    | Height (m) | Wind Class | Tower Technology |
|------------|------------|------------|------------------|
| SG 6.0 170 | 100        | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 101.5      | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 115        | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 135        | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 145        | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 155        | IIIA       | Tubular          |
| SG 6.0 170 | 165        | IIIA       | Hybrid           |

## Condizioni climatiche di progetto

Le condizioni climatiche di progetto sono le condizioni al contorno alle quali la turbina può essere applicata senza revisione progettuale supplementare. Possono essere possibili applicazioni della turbina eolica in condizioni più gravose, a seconda delle circostanze generali. Una revisione specifica del sito del progetto richiede che il datore di lavoro completi il Modulo “Condizioni climatiche di progetto”. Tutti i riferimenti a standard quali IEC e ISO sono ulteriormente specificati nel documento “Codici e Standard”. La durata di progetto presentata nella tabella seguente si applica solo all'analisi del carico di fatica eseguita in conforme al codice IEC presentato.



| Subject            | ID   | Issue                                                             | Unit              | Value                                                             |
|--------------------|------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 0. Design lifetime | 0.0  | Design lifetime definition                                        | -                 | IEC 61400-1 <sup>1</sup>                                          |
|                    | 0.1  | Design lifetime                                                   | years             | 20   25                                                           |
| 1. Wind, operation | 1.1  | Wind definitions                                                  | -                 | IEC 61400-1                                                       |
|                    | 1.2  | IEC class                                                         | -                 | IIIA   IIIB                                                       |
|                    | 1.3  | Mean air density, $\rho$                                          | kg/m <sup>3</sup> | 1.225   1.225                                                     |
|                    | 1.4  | Mean wind speed, $V_{ave}$                                        | m/s               | 7.5   7.5                                                         |
|                    | 1.5  | Weibull scale parameter, A                                        | m/s               | 8.46   8.46                                                       |
|                    | 1.6  | Weibull shape parameter, k                                        | -                 | 2   2                                                             |
|                    | 1.7  | Wind shear exponent, $\alpha$                                     | -                 | 0.20   0.20                                                       |
|                    | 1.8  | Reference turbulence intensity at 15 m/s, $I_{ref}$               | -                 | 0.16   0.14                                                       |
|                    | 1.9  | Standard deviation of wind direction                              | Deg               | -   -                                                             |
|                    | 1.10 | Maximum flow inclination                                          | Deg               | 8   8                                                             |
|                    | 1.11 | Minimum turbine spacing, in rows                                  | D                 | -   -                                                             |
|                    | 1.12 | Minimum turbine spacing, between rows                             | D                 | -   -                                                             |
| 2. Wind, extreme   | 2.1  | Wind definitions                                                  | -                 | IEC 61400-1                                                       |
|                    | 2.2  | Air density, $\rho$                                               | kg/m <sup>3</sup> | 1.225                                                             |
|                    | 2.3  | Reference wind speed average over 10 min at hub height, $V_{ref}$ | m/s               | 37.5                                                              |
|                    | 2.4  | Maximum 3 s gust in hub height, $V_{e50}$                         | m/s               | 52.5                                                              |
|                    | 2.5  | Maximum hub height power law index, $\alpha$                      | -                 | 0.11                                                              |
|                    | 2.6  | Storm turbulence                                                  | -                 | N/A                                                               |
| 3. Temperature     | 3.1  | Temperature definitions                                           | -                 | IEC 61400-1                                                       |
|                    | 3.2  | Minimum temperature, stand-still, $T_{min, s}$                    | Deg.C             | -30                                                               |
|                    | 3.3  | Minimum temperature, operation, $T_{min, o}$                      | Deg.C             | -20                                                               |
|                    | 3.4  | Maximum temperature, operation, $T_{max, o}$                      | Deg.C             | 40 <sup>2</sup>                                                   |
|                    | 3.5  | Maximum temperature, stand-still, $T_{max, s}$                    | Deg.C             | 50                                                                |
| 4. Corrosion       | 4.1  | Atmospheric-corrosivity category definitions                      | -                 | ISO 12944-2                                                       |
|                    | 4.2  | Internal nacelle environment (corrosivity category)               | -                 | C3H (std)                                                         |
|                    | 4.3  | Exterior environment (corrosivity category)                       | -                 | C3H (std)                                                         |
| 5. Lightning       | 5.1  | Lightning definitions                                             | -                 | IEC61400-24:2010                                                  |
|                    | 5.2  | Lightning protection level (LPL)                                  | -                 | LPL 1                                                             |
| 6. Dust            | 6.1  | Dust definitions                                                  | -                 | IEC 60721-3-4:1995                                                |
|                    | 6.2  | Working environmental conditions                                  | mg/m <sup>3</sup> | Average Dust Concentration (95% time)<br>→ 0.05 mg/m <sup>3</sup> |

| Subject                        | ID   | Issue                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Unit              | Value                                                         |
|--------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                | 6.3  | Concentration of particles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mg/m <sup>3</sup> | Peak Dust Concentration (95% time)<br>→ 0.5 mg/m <sup>3</sup> |
| 7. Hail                        | 7.1  | Maximum hail diameter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | mm                | 20                                                            |
|                                | 7.2  | Maximum hail falling speed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | m/s               | 20                                                            |
| 8. Ice                         | 8.1  | Ice definitions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -                 | -                                                             |
|                                | 8.2  | Ice conditions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Days/yr           | 7                                                             |
| 9. Solar radiation             | 9.1  | Solar radiation definitions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -                 | IEC 61400-1                                                   |
|                                | 9.2  | Solar radiation intensity                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | W/m <sup>2</sup>  | 1000                                                          |
| 10. Humidity                   | 10.1 | Humidity definition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                 | IEC 61400-1                                                   |
|                                | 10.2 | Relative humidity                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | %                 | Up to 95                                                      |
| 11. Obstacles                  | 11.1 | If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of $(H - D/2)$ where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type. |                   |                                                               |
| 12. Precipitation <sup>3</sup> | 12.1 | Annual precipitation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | mm/yr             | 1100                                                          |

## Modalità di applicazione

Le modalità di applicazione garantiscono prestazioni ottimali della turbina con la massima potenza nominale consentita dalla struttura e impianti elettrici della turbina. Sono disponibili più modalità di applicazione, che offrono flessibilità a diverse potenze nominali. Tutte le modalità di applicazione fanno parte del certificato della turbina. SG 6.0-170 può offrire una maggiore flessibilità operativa con modalità basate su AM 0 con potenza nominale ridotta. Vengono create nuove modalità con le stesse prestazioni di rumore della corrispondente modalità di applicazione 0 ma con una riduzione nominale e un declassamento della temperatura migliorato rispetto alla corrispondente modalità di applicazione 0. Inoltre, le prestazioni elettriche sono costanti per l'intera serie di modalità di applicazione, come mostrato nella tabella seguente. L' SG 6.0-170 è progettato con una classe di vento di base, applicabile a AM 0, di IEC IIIA per una durata di 20 anni, nonché IEC IIIB per una durata di 25 anni.

| Rotor Configuration | Application mode | Rating [MW] | Noise [dB(A)] | Power Curve Document | Acoustic Emission Document | Electrical Performance |                 |                 | Max temperature With Max active power and electrical capabilities <sup>5</sup> |
|---------------------|------------------|-------------|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                  |             |               |                      |                            | Cos Phi                | Voltage Range   | Frequency range |                                                                                |
| SG 6.0-170          | AM 0             | 6.2         | 106           | D2075729             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-1             | 6.1         | 106           | D2356499             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 33°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-2             | 6.0         | 106           | D2356509             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 35°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-3             | 5.9         | 106           | D2356523             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 37°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-4             | 5.8         | 106           | D2356539             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 38°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-5             | 5.7         | 106           | D2356376             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 39°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | AM-6             | 5.6         | 106           | D2356368             | D2359593                   | 0.9                    | [0.95, 1.12] Un | ±3% Fn          | 40°C                                                                           |

## NRS

Il sistema di riduzione del rumore è un modulo opzionale disponibile con la configurazione SCADA di base e quindi richiede la presenza di un sistema SGRE SCADA per funzionare. Le modalità NRS sono modalità con riduzione del rumore abilitate dal Sistema di riduzione del rumore. Lo scopo di questo sistema è di limitare il rumore emesso da una qualsiasi delle turbine funzionanti e quindi rispettare le normative locali in materia di emissioni sonore. Il controllo del rumore è ottenuto attraverso la riduzione della potenza attiva e della velocità di rotazione della turbina eolica. Il sistema di riduzione del rumore controlla le impostazioni del rumore di ciascuna turbina sempre al livello più appropriato, al fine di mantenere le emissioni sonore entro i limiti consentiti.

| Rotor Configuration | NRS Mode | Rating [MW] | Noise [dB(A)] | Power Curve Document | Acoustic Emission Document | Max temperature With Max active power and electrical capabilities <sup>6</sup> |
|---------------------|----------|-------------|---------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| SG 6.0-170          | N1       | 6.00        | 105.5         | D2323420             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N2       | 5.80        | 104.5         | D2314784             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N3       | 5.24        | 103.0         | D2314785             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N4       | 5.12        | 102.0         | D2314786             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N5       | 4.87        | 101.0         | D2314787             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N6       | 4.52        | 100.0         | D2314788             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N7       | 3.60        | 99.0          | D2314789             | D2359593                   | 30°C                                                                           |
| SG 6.0-170          | N8       | 2.60        | 98.0          | D2460509             | D2460507                   | 30°C                                                                           |

## 2. Cavidotti MT

L'energia elettrica prodotta da ciascuna torre verrà convogliata al punto di consegna, attraverso le linee MT realizzate con cavi interrati. Questa energia, prodotta in loco, verrà poi conferita tutta alla RTN che la utilizzerà smistandola sul territorio nazionale.

Pertanto, si rende necessaria la realizzazione di un cavidotto interrato a 30 kV di tipo entra-esci per collegare i 18 aerogeneratori tra di loro e questi alla RTN mediante collegamento in antenna definiti da TERN A S.p.A. e collegati secondo le normative tecniche vigenti.

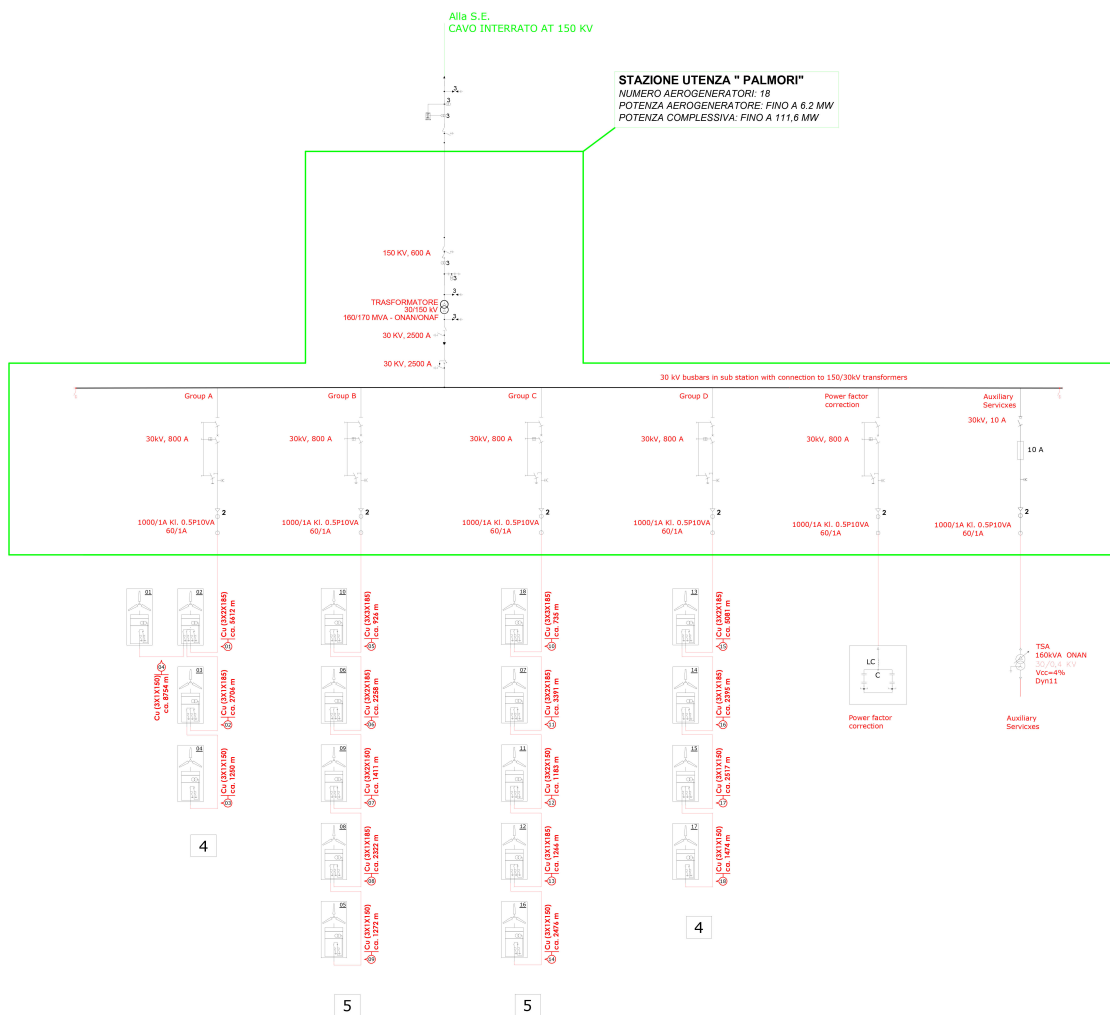
In particolare, il progetto riguarda gli impianti necessari per permettere il collegamento degli aerogeneratori, a valle della sezione di trasformazione BT/MT (interna agli aerogeneratori), fino alla sottostazione di trasformazione MT/AT.

Vista la conformazione del territorio i 18 aerogeneratori sono stati divisi in quattro gruppi: Gruppo A: T01, T02, T03, T04;

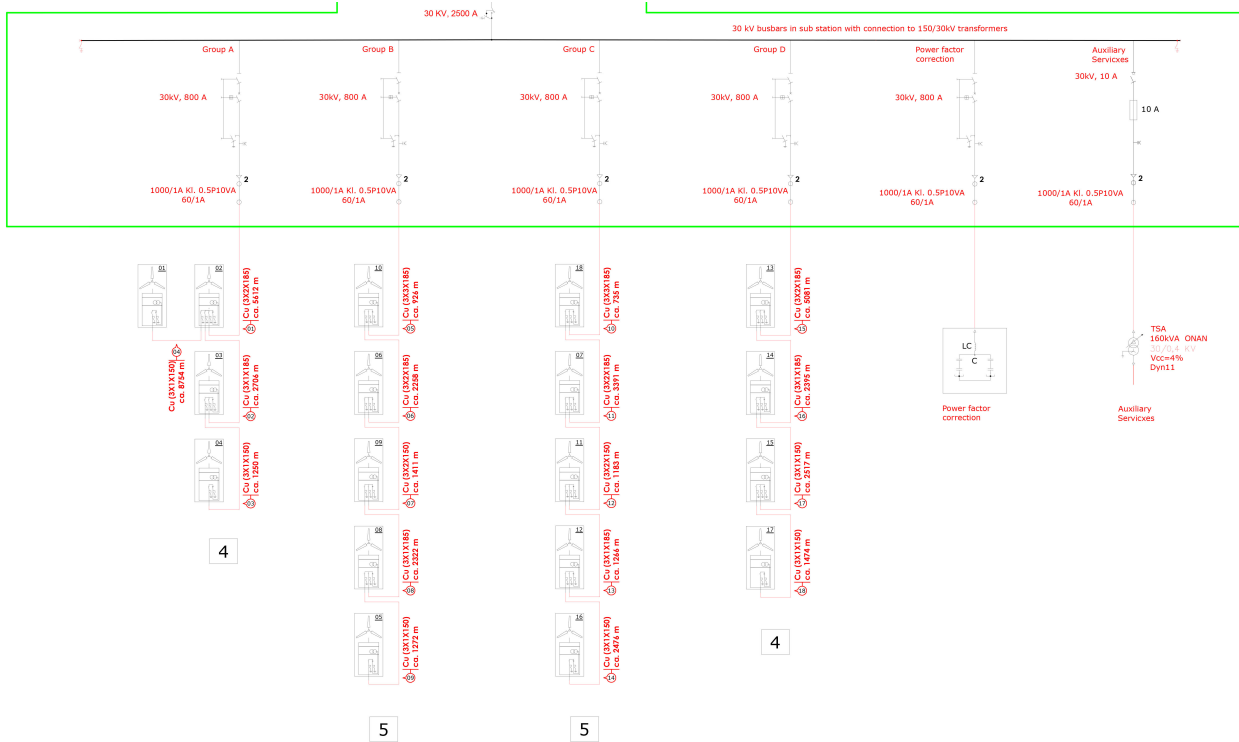
Gruppo B: T06, T09, T05, T10, T08; Gruppo C:

T07, T11, T12, T18, T16;

Gruppo D: T13, T14, T15, T17.



Schema elettrico unifilare (da tav. - Unifilare opere utente per la connessione)



Dettaglio schema elettrico unifilare.

Gli aerogeneratori di ciascun gruppo sono tra loro collegati mediante linea interrata (cavo tripolare MT 30 kV), in configurazione entra-esci.

Dall'ultimo aerogeneratore di ciascun gruppo (cluster), la stessa linea interrata prosegue fino alla cabina di smistamento MT.

Il dimensionamento delle linee in cavo si è basato sul criterio della portata in regime permanente con condizioni di carico 100%, secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 20-21, e in maniera tale da garantire una caduta di tensione accettabile su ciascuna linea, cosicché la perdita risulti contenuta entro i limiti determinati dalle

regolazioni di tensione consentite dai trasformatori; inoltre dovranno sopportare la massima corrente termica in condizioni di corto circuito.

| TRATTO | LUNGHEZZA m | SEZIONE CAVO/FASE mm <sup>2</sup> | TIPO CAVO |
|--------|-------------|-----------------------------------|-----------|
| 01     | 5.612       | 227,49                            | (3X2X185) |
| 02     | 2.706       | 54,85                             | (3X1X185) |
| 03     | 1.250       | 12,67                             | (3X1X150) |
| 04     | 8.754       | 88,71                             | (3X1X150) |
| 05     | 926         | 46,92                             | (3X3X185) |
| 06     | 2.258       | 91,53                             | (3X2X185) |
| 07     | 1.411       | 42,9                              | (3X2X150) |
| 08     | 2.322       | 47,06                             | (3X1X185) |
| 09     | 1.272       | 12,89                             | (3X1X150) |
| 10     | 735         | 37,24                             | (3X3X185) |
| 11     | 3.391       | 137,46                            | (3X2X185) |
| 12     | 1.183       | 35,97                             | (3X2X150) |
| 13     | 1.266       | 25,66                             | (3X1X185) |
| 14     | 2.476       | 25,09                             | (3X1X150) |
| 15     | 5.081       | 205,96                            | (3X2X185) |
| 16     | 2.395       | 72,81                             | (3X1X185) |
| 17     | 2.517       | 51,01                             | (3X1X150) |
| 18     | 1.474       | 14,94                             | (3X1X150) |

Tabella che riporta la lunghezza dei tratti dei cavi, il diametro effettivo dei cavi e la scelta del cavo relativa alla grandezza del diametro stesso.

**U max: 36 kV**

| Caratteristiche tecniche/Technical characteristics |                 |                      | Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics |                    |                       |
|----------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Formazione                                         | Ø nominale cavo | Peso indicativo cavo | Corrente Nominale                                     |                    |                       |
| Size                                               | Nominal cable Ø | Approx. cable weight | Current rating                                        |                    |                       |
| n° x mm <sup>2</sup>                               | mm              | kg/km                | A                                                     |                    |                       |
|                                                    |                 |                      | in aria<br>In air                                     | in tubo<br>In duct | interrato*<br>buried* |
| 1 x 70                                             | 36,9            | 1258,0               | 239                                                   | 189                | 232                   |
| 1 x 95                                             | 38,4            | 1389,0               | 268                                                   | 222                | 278                   |
| 1 x 120                                            | 40,0            | 1535,0               | 332                                                   | 259                | 320                   |
| 1 x 150                                            | 41,4            | 1673,0               | 379                                                   | 290                | 354                   |
| 1 x 185                                            | 43,3            | 1863,0               | 433                                                   | 322                | 405                   |
| 1 x 240                                            | 45,8            | 2134,0               | 513                                                   | 386                | 468                   |
| 1 x 300                                            | 48,1            | 2399,0               | 590                                                   | 440                | 526                   |
| 1 x 400                                            | 51,5            | 2812,0               | 685                                                   | 510                | 605                   |
| 1 x 500                                            | 55,2            | 3299,0               | 803                                                   | 587                | 684                   |
| 1 x 630                                            | 58,7            | 3876,0               | 933                                                   | 680                | 794                   |
| 1 x 800                                            | 63,9            | 4659,0               | 1075                                                  | 772                | 899                   |

### Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

| Formazione           | Resistenza elettrica in CC a 20°C     | Resistenza elettrica CA a 90°C        | Induttanza | Reattanza a 50Hz  | Capacità a 50Hz      | Corrente di carica a 50Hz | Perdite nel dielettrico a 50Hz | Corrente di corto circuito del conduttore per 1 sec. | Corrente di corto circuito dello schermo metallico per 1 sec. |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Size                 | Max. DC electrical resistance at 20°C | Max. AC electrical resistance at 90°C | Inductance | Reactance at 50Hz | Capacitance at 50 Hz | Charging Current at 50 Hz | Dielectric Losses at 50 Hz     | Conductor Short Circuit Current for 1 sec.           | Metallic Screen Short Circuit Current for 1 sec.              |
| n° x mm <sup>2</sup> | Ω/Km                                  | Ω/Km                                  | mH/Km      | Ω/Km              | μ/Km                 | Amp/Km                    | W/Km/phase                     | kA                                                   | kA                                                            |
| 1 x 70               | 0,443                                 | 0,5682                                | 0,4592     | 0,1443            | 0,1595               | 0,9019                    | 64,94                          | 6,6                                                  | 2,2                                                           |
| 1 x 95               | 0,32                                  | 0,4106                                | 0,4387     | 0,1378            | 0,1742               | 0,9851                    | 70,93                          | 9                                                    | 2,3                                                           |
| 1 x 120              | 0,253                                 | 0,3248                                | 0,4235     | 0,1330            | 0,1878               | 1,0621                    | 76,47                          | 11,3                                                 | 2,4                                                           |
| 1 x 150              | 0,206                                 | 0,2646                                | 0,4095     | 0,1286            | 0,2013               | 1,1385                    | 81,97                          | 14,2                                                 | 2,5                                                           |
| 1 x 185              | 0,164                                 | 0,211                                 | 0,3957     | 0,1243            | 0,2177               | 1,2309                    | 88,62                          | 17,5                                                 | 2,7                                                           |
| 1 x 240              | 0,125                                 | 0,1612                                | 0,3797     | 0,1193            | 0,2396               | 1,355                     | 97,56                          | 22,7                                                 | 2,8                                                           |
| 1 x 300              | 0,1                                   | 0,1295                                | 0,3675     | 0,1155            | 0,2615               | 1,4786                    | 106,46                         | 28,3                                                 | 3,1                                                           |
| 1 x 400              | 0,0778                                | 0,1015                                | 0,3495     | 0,1098            | 0,2898               | 1,639                     | 118,01                         | 37,8                                                 | 3,3                                                           |
| 1 x 500              | 0,0605                                | 0,0799                                | 0,3368     | 0,1058            | 0,3228               | 1,8255                    | 131,43                         | 47,2                                                 | 3,7                                                           |
| 1 x 630              | 0,0469                                | 0,0632                                | 0,3257     | 0,1023            | 0,3538               | 2,0007                    | 144,05                         | 59,5                                                 | 3,9                                                           |
| 1 x 800              | 0,0367                                | 0,0512                                | 0,3116     | 0,0979            | 0,4006               | 2,2655                    | 163,11                         | 75,6                                                 | 4,7                                                           |

Caratteristiche tecniche e caratteristiche elettriche dei cavi MT – Fonte brochure ComCavi Multimedia, Renewable Supplies - Solution for your needs - p. 41.

### Tipologia dei cavi MT

I cavi che si pensa di adottare sono del tipo ARE4H5EX 12/20 kV – 18/30 kV.

#### RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

|                                                                  |                          |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Costruzione e requisiti/Construction and specifications          | IEC 60228<br>IEC 60502-2 |
| Propagazione fiamma/Flame propagation                            | IEC 60332-1              |
| Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges | IEC 60885-3              |
| Direttiva RoHS/RoHS Directive                                    | 2011/65/CE               |



Cavi Media Tensione per impianti eolici – Fonte brochure ComCavi Multimedia, Renewable Supplies - Solution for your needs - p. 4

## Caratteristiche Funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 12/20 kV (24) - 18/30 kV (36);
- Temperatura massima di esercizio: 90 °C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250 °C;
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 20 volte il diametro del cavo;
- Temperatura minima di posa: - 25 °C.

I cavi utilizzati saranno del tipo con conduttori in corda rigida compatta di alluminio, con isolamento in polietilene reticolato (XLPE) provvisti di due strati semiconduttivi interni ed esterni all'isolante primario. Lo schermo metallico sarà costituito da un nastro di alluminio laminato e la guaina esterna è costituita da polietilene a media densità (MDPE) di colore rosso.



### CONDUTTORE

Materiale: Alluminio, corda rigida compatta, classe 2



### SCHERMO DEL CONDUTTORE

Miscela Semiconduttiva Estrusa Termoindurente



### ISOLAMENTO

Materiale: XLPE



### STRATO SEMICONDUITIVO

Miscela Semiconduttiva Estrusa Termoindurente (saldato)



### NASTRO WATER BLOCKING

Nastro semiconduttivo per bloccare l'umidità



### SCHERMO

Tipo: Nastro di alluminio laminato



### GUAINA ESTERNA

Materiale: MDPE (ST7)

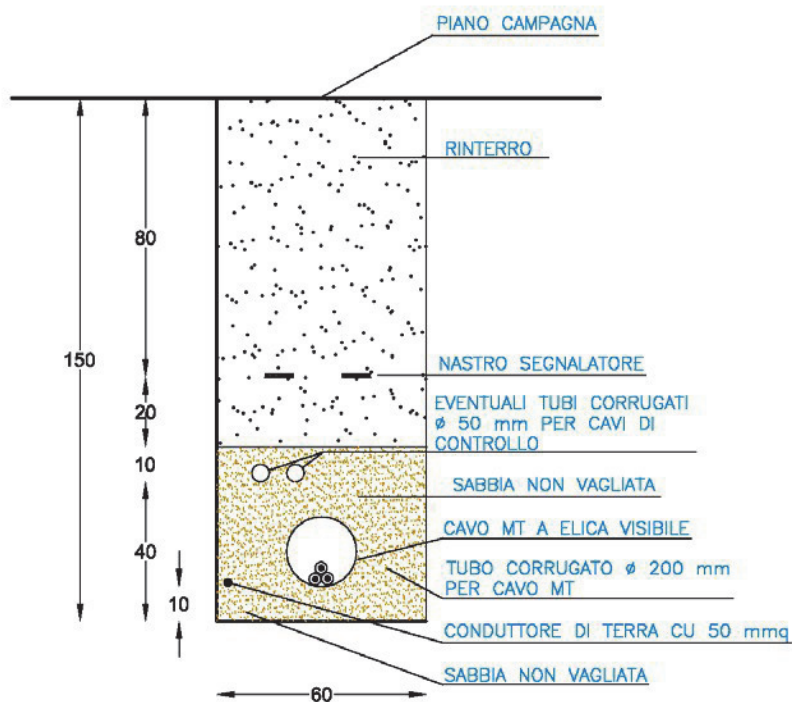
Colore: Rosso



## Posa in opera del cavo MT

La modalità di posa in opera del cavo può essere in aria libera o interrata, in tubo o canale. I suddetti cavi saranno interrati ad una profondità di circa 1,5 -2 metri, e la posa sarà effettuata realizzando una trincea a sezione costante di circa 60 centimetri di larghezza (minima), ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato un letto sabbia fine di 10 cm o di terreno escavato se dalle buone caratteristiche geo-meccaniche. Sul fondo dello scavo sarà posato il conduttore di protezione costituito da una corda di rame stagnata avente una sezione di 50 mm<sup>2</sup> o in alluminio di sezione equivalente, tale conduttore sarà interamente ricoperto dalla terra compattata. Al di sopra di tale strato si poseranno quindi le terne di conduttori a media tensione. I cavi saranno poi ricoperti da uno strato di circa 10 cm di terra vagliata e compattata. Al di sopra di tale strato saranno posate per tutta la lunghezza dello scavo, ed in corrispondenza dei cavi, delle beole aventi la funzione di protezione da eventuali colpi di piccone o altro attrezzo da scavo, in caso di dissotterramenti futuri, nonché quella di indicare la posizione dei cavi stessi. Dopo la posa delle beole, si procederà al reiterno dello scavo con la terra proveniente allo scavo stesso debitamente compattata, fino ad una quota inferiore di 15 centimetri al piano campagna. A tale quota si poserà quindi, una rete di plastica rossa o altro mezzo indicativo simile (nastri plastificati rossi, etc.) atto a segnalare la presenza dei cavi sottostanti.

In caso di percorso totalmente su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna. In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale). Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione periodica - ogni 50 m - di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a MT sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio). Ogni 500 m, o a una distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80 cm x 80 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.



Sezione tipo di un cavo MT di settore.

Saranno installati cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a MT sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio). Ogni cinquecento metri, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80 cm x 80 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Lo schermo dei cavi a MT in alluminio laminato non può essere usato come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27 gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzera del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

Inoltre, la sottostazione sarà dotata di interruttori MT separati per i vari gruppi di generazione, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT forniranno la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra. Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

Infine, per quanto riguarda la protezione di interfaccia, avente lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT della rete di trasmissione AT in caso di malfunzionamento della rete stessa, sarà garantita dalla presenza di rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omeopolare.

### 3. Cavidotto AT

Oggetto del presente capitolo è il collegamento AT dalla Stazione d'Utenza (SSE) alla Stazione di Rete della RTN, entrambe situate presso la località Palmori nel comune di Lucera (FG). La stazione di trasformazione MT/AT verrà realizzata a circa 26000 m dalla Stazione Tema S.p.A.

Il tracciato del cavidotto interno si estende nella sua lunghezza totale per 36629 m, mentre il cavidotto esterno per circa 26.264,19 m. La restante parte di cavidotto interessa le strade locali esistenti.

L'elettrodotta sarà costituita da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene ed è stato progettato in modo tale da recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi. Ciascuno dei conduttori di energia avrà una sezione indicativa di circa 150 mm<sup>2</sup>, per un totale di 2x3x150 mm<sup>2</sup>

La Normativa che regola la progettazione dell'elettrodotta è il D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alla Norma CEI 11-17 e ss.mm.ii.

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a  $\cos\varphi$  pari a 0,95, poiché l'impianto è costituito da 18 aerogeneratori di potenza pari a 6,2 MW, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos\varphi} = 453 \text{ A}$$

Dalle tabelle dei cavi, per un cavo di sezione pari a 150 mm<sup>2</sup> e per le condizioni standard da catalogo (resistività termica del terreno: 1 Km/W; profondità di posa: 1,2 m; temperatura del cavo: 90°C; frequenza elettrica: 50 Hz), considerando la posa a trifoglio, otteniamo un valore di corrente massima  $I_0$  pari 287 A.

Valori indicativi della resistività termica di alcuni materiali e coefficiente di correzione della portata, quindi si opta per una coppia di cavi di sezione pari a 2x 150=300 mm<sup>2</sup>, quindi  $I_0 = 287\text{A} + 287\text{A} = 574 \text{ A}$

$K_4$  per resistività termica del terreno diversa da 1 Km/W. Dove:

$I_0$  = portata per posa interrata ad una temperatura di 20°C per cavi isolati multipolari o uni polari ad una profondità di posa di 1,2 m e resistività termica del terreno di 1 Km/W.

La resistività del terreno non è sempre di facile valutazione, per il calcolo abbiamo assunto un valore pari a circa 1,2 Km/W.

$K_1$  = fattore di correzione per temperature diverse da 20 °C;

$K_2$  = fattore di correzione per gruppi di più circuiti affiancati sullo stesso piano;

$K_3$  = fattore di correzione per profondità di posa diverse da 1 m;

$K_4$  = fattore di correzione per terreni con resistività termica diversa da 1 Km/W.

$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$  = portata massima corretta.

**Table 8**

| Rating factor for laying depth |               |
|--------------------------------|---------------|
| Laying depth, m                | Rating factor |
| 0.50                           | 1.10          |
| 0.70                           | 1.05          |
| 0.90                           | 1.01          |
| 1.00                           | 1.00          |
| 1.20                           | 0.98          |
| 1.50                           | 0.95          |

**Table 9**

| Rating factor for ground temperature |                        |      |    |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------------------------|------|----|------|------|------|------|------|
| Conductor temperature, °C            | Ground temperature, °C |      |    |      |      |      |      |      |
|                                      | 10                     | 15   | 20 | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   |
| 90                                   | 1.07                   | 1.04 | 1  | 0.96 | 0.93 | 0.89 | 0.84 | 0.80 |
| 65                                   | 1.11                   | 1.05 | 1  | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.74 | 0.66 |

**Table 10**

| Rating factor for ground thermal resistivity |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Thermal resistivity, Km/W                    | 0.7  | 1.0  | 1.2  | 1.5  | 2.0  | 2.5  | 3.0  |
| Rating factor                                | 1.14 | 1.00 | 0.93 | 0.84 | 0.74 | 0.67 | 0.61 |

Tabella coefficienti correttivi.

| Sezione  | Posa in aria entro tubi |                  | Posa in aria libera su passerella |                  | Posa interrata in tubo |                  |
|----------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|------------------|
|          | 3 cavi unipolari        | 1 cavo tripolare | 3 cavi unipolari                  | 1 cavo tripolare | 3 cavi unipolari       | 1 cavo tripolare |
| mm2      | A                       | A                | A                                 | A                | A                      | A                |
| 1,5      | 20                      | 19,5             | 24                                | 23               | 21                     | 19               |
| 2,5      | 28                      | 26               | 33                                | 32               | 27                     | 25               |
| 4        | 37                      | 35               | 45                                | 42               | 35                     | 32               |
| 6        | 48                      | 44               | 58                                | 54               | 44                     | 41               |
| 10       | 66                      | 60               | 80                                | 75               | 59                     | 55               |
| 16       | 88                      | 80               | 107                               | 100              | 77                     | 72               |
| 25       | 117                     | 105              | 141                               | 127              | 100                    | 93               |
| 35       | 144                     | 125              | 176                               | 158              | 121                    | 114              |
| 50       | 175                     | 154              | 216                               | 192              | 150                    | 141              |
| 70       | 222                     | 194              | 279                               | 246              | 184                    | 174              |
| 95       | 269                     | 233              | 342                               | 298              | 217                    | 206              |
| 120      | 312                     | 268              | 400                               | 346              | 251                    | 238              |
| X2 → 150 | 355                     | 300              | 464                               | 399              | 287                    | 272              |
| 185      | 417                     | 340              | 533                               | 456              | 323                    | 306              |
| 240      | 490                     | 398              | 634                               | 538              | 379                    | 360              |
| 300      | 530                     | 455              | 736                               | 621              | 429                    |                  |
| 400      | 605                     |                  | 868                               |                  | 500                    |                  |

*Caratteristiche elettriche dei cavi*

Tanto più elevata è la resistività termica del terreno tanto maggiore diventa la difficoltà del cavo a smaltire il calore attraverso gli strati del terreno.

La resistività termica varia a seconda del tipo di terreno e del suo grado di umidità, correggendo i valori della

portata con le condizioni di posa considerate, si ottiene:

-  $K1 = 1$ ;

-  $K2 = 1$ ;

-  $K3 = (1/0,98) \times 0,95 = 0,97$ ;

-  $K4 = 0,93$ ;

-  $I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 517,80 \text{ A}$  (portata massima corretta).

Da cui si evince che la sezione selezionata è adeguata al trasporto della potenza richiesta. Nel seguito sono riassunte le caratteristiche elettriche principali del collegamento:

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale: 150 KV
- Potenza nominale dell'impianto eolico da collegare: 111,6 MW
- Intensità di corrente nominale  $I_n$  (per fase): 453 A
- Intensità di corrente massima  $I_z$  nelle condizioni di posa (per fase): 517,80A.

In base ai calcoli precedentemente effettuati, ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da due conduttori in rame compatto di sezione indicativa pari a circa  $150 \text{ mm}^2$ , pertanto l'intera linea di trasmissione è costituita da due terne da  $150 \text{ mm}^2$  ( $2 \times 3 \times 150 \text{ mm}^2$ ).

## Tipologia del cavo AT



Cavo AT.

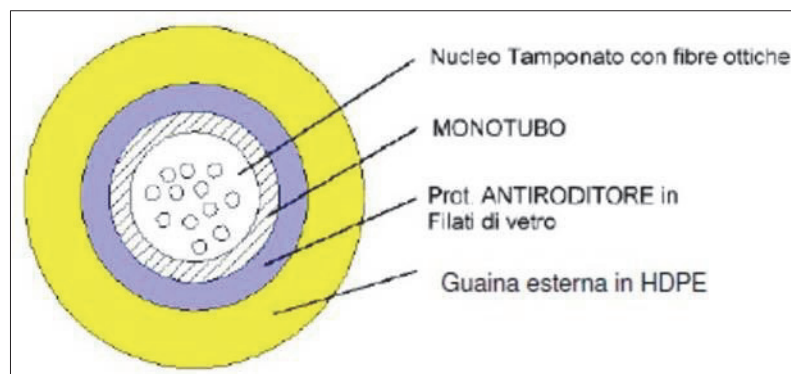
I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto in allegato. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

| Dimensions/Cross Section                             |                 |        |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Conductor, AL/Cu, round, stranded, diameter          | mm              | 72     |
| XLPE insulation                                      | mm              | 17     |
| Screen, copper wire, cross section                   | mm <sup>2</sup> | 95     |
| Outer diameter                                       | mm              | 126    |
| Cable weight (Cu)                                    | kg/m            | 35     |
| Permissible pulling force (Cu)                       | kN              | 140    |
| Bending radius during laying at terminations         | m               | 3,0    |
| Electrical Data                                      |                 |        |
| Al conductor DC resistance at 20°C                   | Ω/km            | 0,0060 |
| Al conductor AC resistance at 90°C                   | Ω/km            | 0,0119 |
| Field strength at U <sub>0</sub> at conductor screen | kV/mm           | 8,2    |
| Capacitance per core                                 | nF/km           | 0,38   |
| Inductance                                           | mH/km           | 0,31   |
| Current Ratings/Power Ratings (continuous load)      |                 |        |
| Cu conductor cables                                  | A/MVA           | 1950/5 |

Caratteristiche tecniche del cavo AT adottato.

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla Stazione Elettrica di TERNÀ alla stazione di utenza entrambe situate nel comune di Lucera (FG) in località "Palmori". Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche. Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.



Sezioni dei cavi a fibre ottiche.

### Posa in opera del cavo AT

La modalità di posa in opera del cavo terrà conto degli attraversamenti di eventuali opere interferenti, eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela opportuna di sabbia vagliata. Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici. I cavi aventi la stessa tensione possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nel caso di posa diretta.

Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione. Negli incroci il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione. La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore

0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente. Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi.

**Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.** Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione i cavi elettrici devono di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono posare possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra è ammesso posare i cavi in vicinanza purché sia mantenuta tra i due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazione in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla maggiore profondità quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m. Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata in appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di effettuare scavi.

**Parallelismo ed incrocio tra cavi elettrici e tubazioni oppure strutture metalliche interrato.**

La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrate parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando:

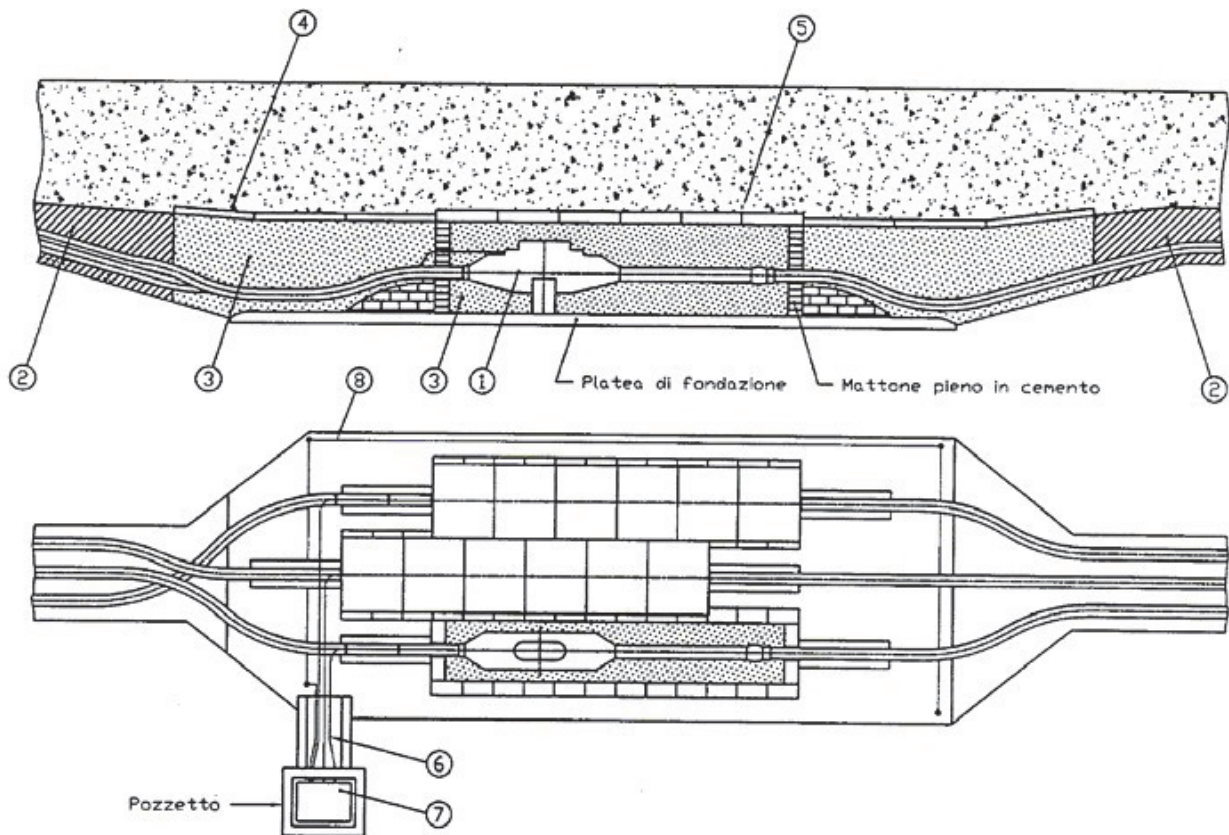
1. la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
2. tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici



esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrate non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano si venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze suddette possono ulteriormente essere ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico. Pre- scrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a  $60^\circ$  e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le opera- zioni in un tratto limitato - circa 500 metri - della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.



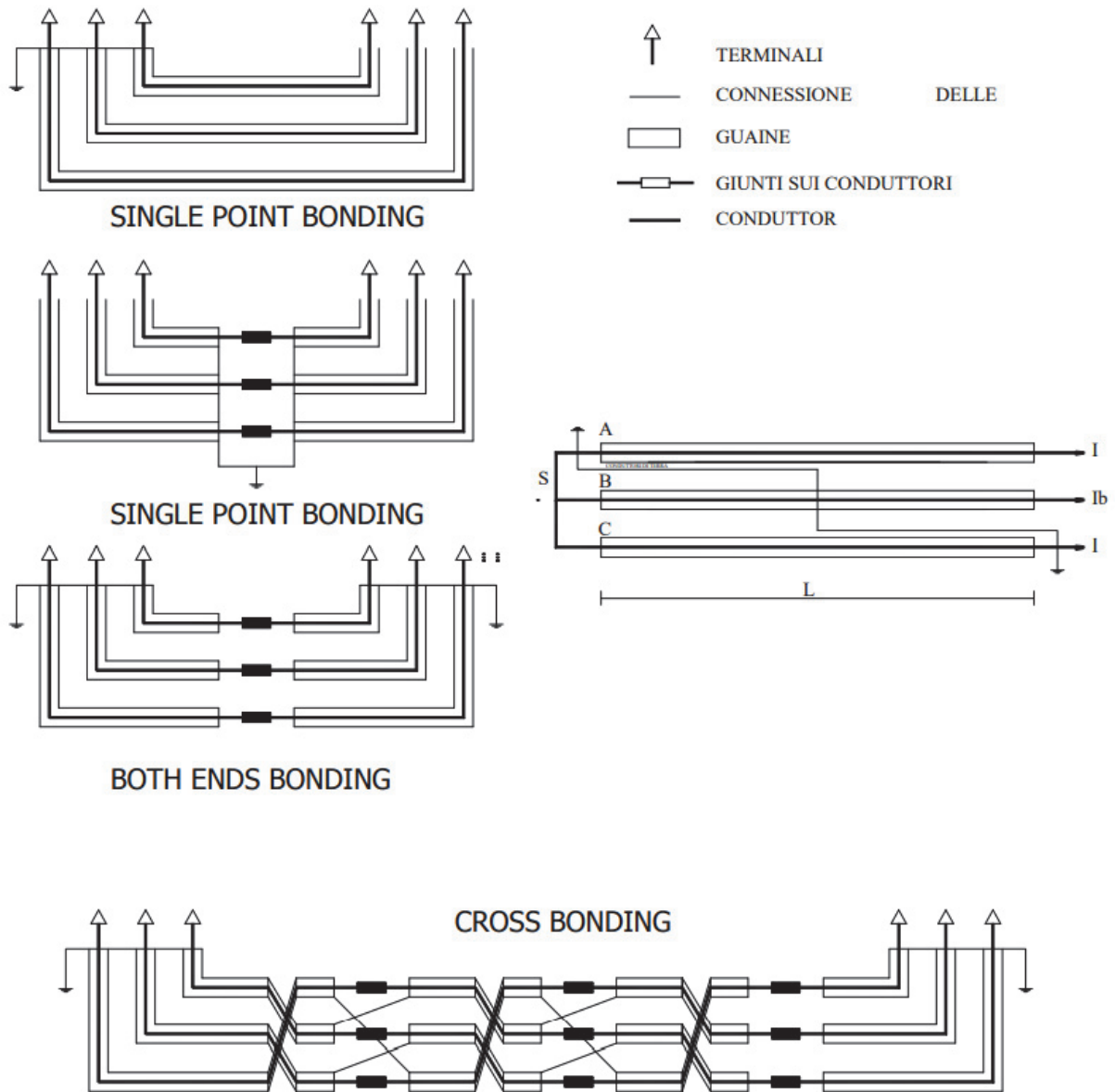
Buca giunti.

### Descrizione dei materiali

1. Giunti unipolari sezionati GMS 1170/1245
2. Cemento Magro
3. Sabbia a bassa resistività
4. Lastra protezione cavi
5. Lastra protezione giunti
6. Cavo concentrico
7. Cassetta sezionamento guaine
8. Coll. di messa a terra guaine metalliche

### Dimensioni standard della buca giunti sezionati

- Lunghezza 8 m
- Larghezza 2,5 m
- Profondità 2 m



Schema connessione delle guaine metalliche.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi sarà necessario procedere con:

- posa del cavo in tubo interrato;
- staffaggio su ponti o strutture preesistenti;
- perforazione teleguidata;
- realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua;

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea. L'elettrodotto in cavo

non costituisce fonte di rumore.

#### 4. Stazione di Utenza

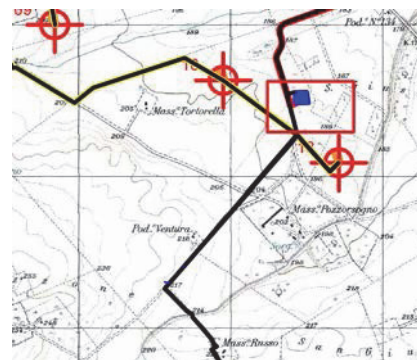
L'allacciamento di un campo eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

- la connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente;
- la connessione avviene attraverso la realizzazione di una nuova stazione elettrica (caso in esame).

Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere future espansioni.

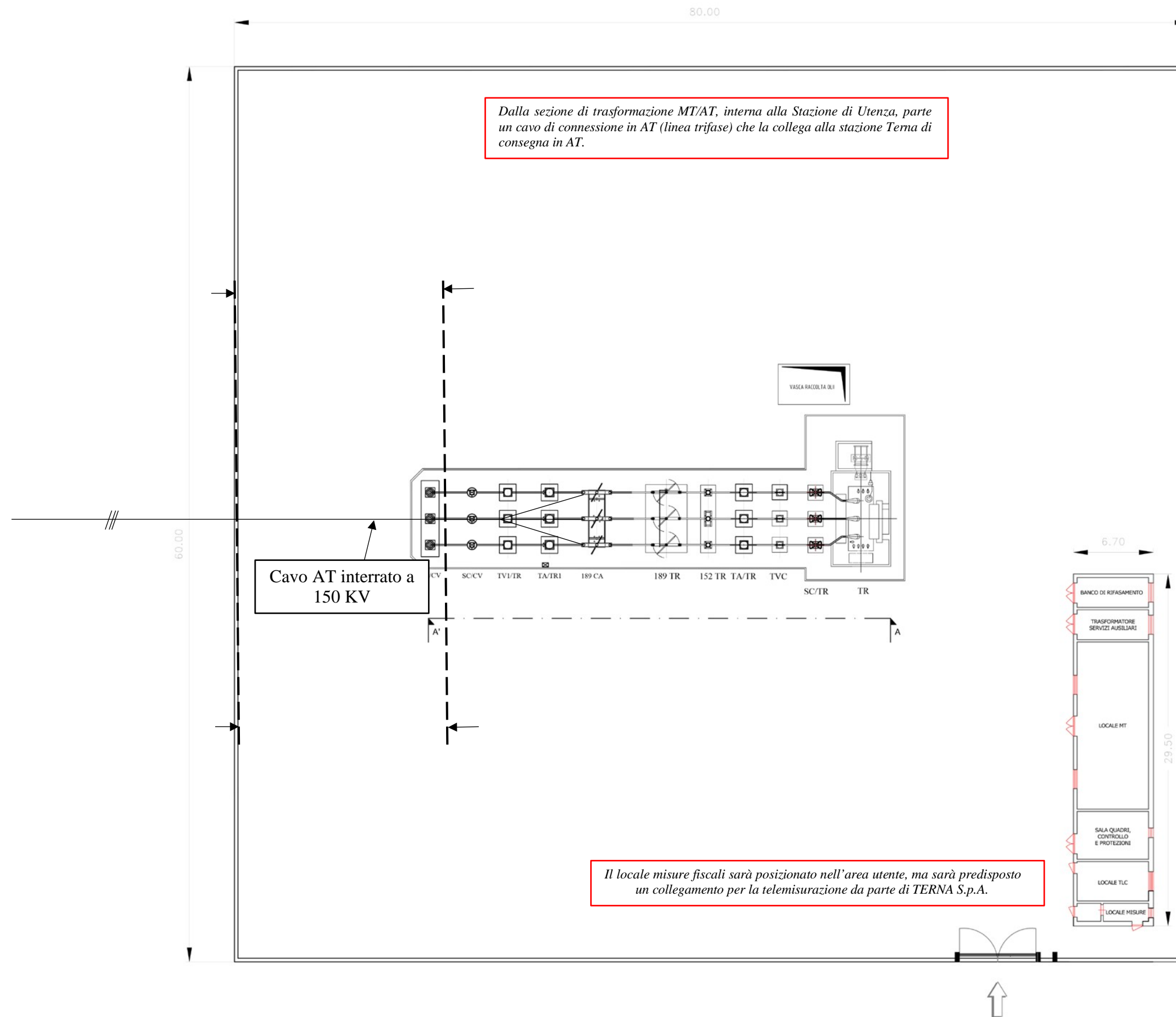
Per il campo eolico Celone il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica di Terna attraverso la realizzazione di una stazione elettrica di utenza che serve a concentrare l'energia prodotta dagli aerogeneratori per trasformarla in alta tensione a 150 kV e per il successivo smistamento alla Stazione di Rete. La Stazione Elettrica di Terna è ubicata nei pressi di località "Palmori" (in conferma di attesa della soluzione di connessione), la stazione Utenza dell'impianto viene ubicata nel comune di Troia(FG)(in conferma di attesa della soluzione di connessione). Per il dimensionamento della stazione e la definizione delle modalità di connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) si è fatto riferimento al Codice di Rete di Terna S.p.A. e, in particolare, alla Guida agli schemi di connessione (N° INSIX.1000 Rev.02 del 20.10.2021).



Inquadramento territoriale stazioni elettriche: in magenta la Stazione Tema S.p.a.; in blu la Stazione di Utenza del parco eolico Celone.

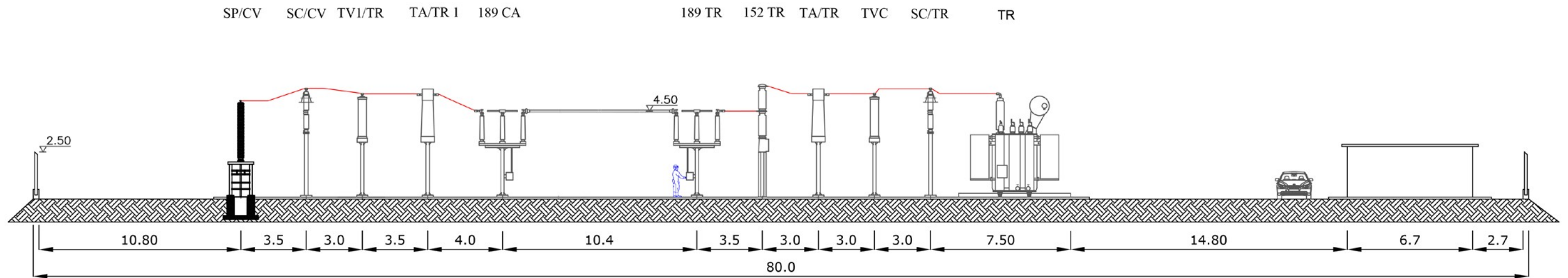
La stazione di utenza, ubicata all'interno di un'area recintata di circa 80 m x 60 m, il trasformatore MT/AT e tutta la sezione impiantistica in AT a 150 kV, sono posizionati all'aperto, mentre le sezioni MT e BT all'interno di un manufatto in muratura ordinaria e/o strutture prefabbricate leggere, avente le seguenti dimensioni complessive di 29,40 m x 6,70 m con altezza interna di 3 m, suddiviso in vari locali funzionali: locale quadri MT; locale trasformatore MT/BT per servizi ausiliari di cabina; locale misure; locale sistema di telecontrollo.

## PLANIMETRIA GENERALE



| LEGENDA |                                               |
|---------|-----------------------------------------------|
| TR      | Trasformatore di potenza 150/30 kV            |
| SC/TR   | Scaricatore di terra trasformatore            |
| 152 TR  | Interruttore trasformatore autoproduttore     |
| TA/TR   | TA trasformatore protezioni                   |
| IVC     | TV trasf. capacitivo per protezioni autoprod. |
| 189 TR  | Sezionatore trasf. 150 kV autoproduttore      |
| 189 CA  | Collegamento autoproduttore                   |
| TA/TR 1 | TA trasformatore per misure fiscali           |
| TVI/TR  | TV trasf. induttivo per misure fiscali        |
| SC/CV   | Scaricatore di terra cavo AT a 150 kV         |
| SP/CV   | Supporto uscita cavo AT a 150 kV              |

## SEZIONE AA'



Stazione di Utenza, Sezione A-A'



La stazione di utenza presenterà, quindi, una sezione AT a 150 kV ed una sezione MT a 30 kV.

Le principali distanze di progetto sono quelle di seguito riportate:

- A. distanza fra le apparecchiature e i conduttori pari ad almeno 3m;
- B. larghezza degli stalli pari a 11 m;
- C. distanza minima dei conduttori da terra pari a 4,5 m;

I conduttori utilizzati per il collegamento delle apparecchiature elettromeccaniche (per le stazioni) saranno i seguenti:

- I. tubo in lega Al Ø 100/86 mm;
- II. corda in Al Ø 36 mm.

In considerazione delle caratteristiche dimensionali delle opere costituenti la stazione di utenza si ritiene che le fondazioni potranno essere, di norma, di tipo diretto poggianti sulla formazione in posto.

Tutte le basi di sostegno dei tralicci in calcestruzzo, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche necessarie per la costruzione della sottostazione in esame, si realizzeranno con tirafondi in acciaio zincato.

L'illuminazione della stazione sarà realizzata con pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno riempite con materiale drenante (tipo ghiaia), al cui contorno saranno posizionati i cordoli di delimitazione in c.l.s. armato prefabbricato. Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate con un primo strato di binder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota inferiore rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

Per la raccolta delle acque piovane si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso l'apposito impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

## Condizioni ambientali di riferimento

- Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C
- Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C
- Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C
- Grado di inquinamento: III
- Irraggiamento: 1.000 W/m<sup>2</sup>
- Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria
- Umidità all'interno: 95%
- Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati.
- Classificazione sismica (NTC 14/01/2008): zona 2
- Accelerazione orizzontale massima: 0,15 - 0,25g.

## Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione sarà controllata da un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote collegati con cavi tradizionali multifilari alle apparecchiature di alta tensione dello stallo e con cavi a fibre ottiche alla sala quadri centralizzata. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, al rilevamento segnali e misure e alla protezione dello stallo, agli interblocchi tra le apparecchiature di stallo e tra queste e apparecchiature di altri stalli, all'elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa, alle previste funzioni di automazione dello stallo, all'oscillografia di stallo e all'acquisizione dei dati da inoltrare al registratore cronologico di eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

Per le esigenze del Sistema di controllo di TERNA, si installeranno le apparecchiature necessarie al prelievo ed alla trasmissione delle seguenti informazioni:

### Telemisure

- misura della tensione sulle sbarre 150 kV;
- misura della potenza attiva, della potenza reattiva e della corrente sul montante di ingresso a 150 kV;
- misura della potenza attiva e della potenza reattiva sul montante a 150 kV del trasformatore 150/30 kV.

### Telesegnali

- stato del sezionatore del montante con lo stato degli interruttori dei trasformatori AT;

- stato dell'interruttore AT sui tre trasformatori;

Le informazioni saranno trasmesse alla Sala Controllo Nazionale di Roma.

**Servizi ausiliari in c.a. (corrente alternata) e c.c. (corrente continua)**

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT (costituito da due semiquadri);
- trasformatori MT/BT;
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri).

Le principali utenze in c.a. sono: pompe dei trasformatori, motori interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc. il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è, invece, costituito da:

- batteria;
- raddrizzatori;
- quadro di distribuzione centralizzato;
- quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

I servizi ausiliari (s.a.) in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

I s.a., inoltre, della stazione elettrica di utenza, progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle Cabine Primarie AT, saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla sezione MT locale ed integrati da un sistema di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancata tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI EN 50522. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo, secondo la curva di sicurezza prescritta.

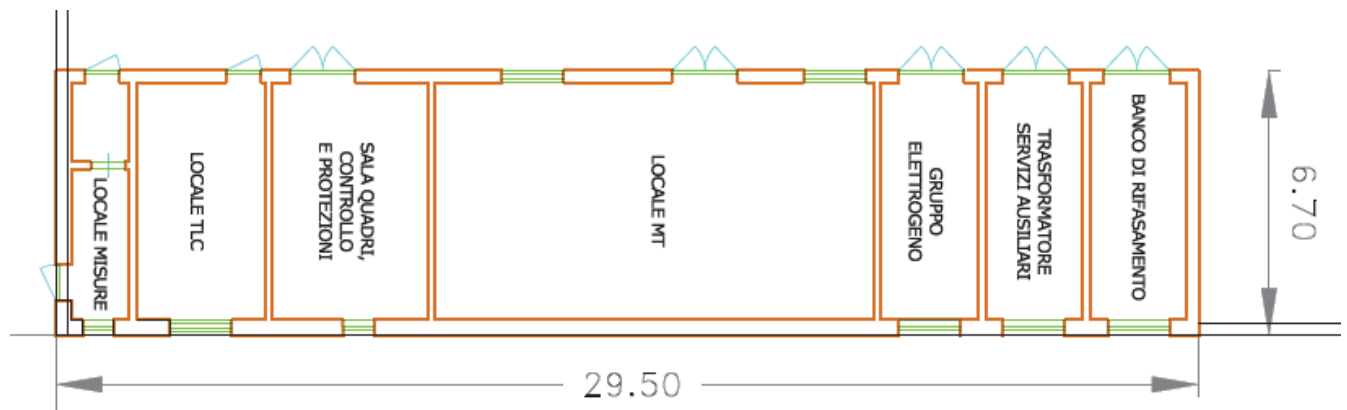
## 5. Opere civili

### Fabbricati

I fabbricati sono costituiti, sostanzialmente, da un edificio quadri comando e controllo costituito da un manufatto in muratura ordinaria e/o strutture prefabbricate leggere, di dimensioni: 29,50 x 6,70 x 3 m, e composto dai seguenti locali:

banco di rifasamento;

- trasformatore servizi ausiliari;
- gruppo elettrogeno;
- locale MT;
- sala quadro, controllo e protezioni;
- locale TLC;
- locale misure fiscali.



Pianta edificio quadri di comando e di controllo

In esso saranno realizzati, in particolare, i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese F.M.;
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione;
- rilevazione incendi;
- controllo accessi e antintrusione;
- telefonico.

## Fondazioni dei sostegni sbarre e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato, con caratteristiche uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera.

Esse sono state calcolate in tempi recenti a seguito della redazione del progetto unificato ENEL per le stazioni, e tengono conto di pressioni massime sul terreno pari a  $0,8 \text{ da N/cm}^2$ .

In fase di progettazione esecutiva sarà verificata la adeguatezza delle fondazioni ai sensi della vigente normativa sismica.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli, facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV (materiale rinforzato con fibre a matrice polimerica) con resistenza di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

## Strade e piazzole

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e di larghezza non inferiore a 4 m; le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive, in caso di guasto a terra sul sistema AT.

## Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito da una strada di accesso locale, nei pressi di "Palmori" nell'agro di Lucera (FG), che avrà una larghezza opportuna e sarà realizzata con caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada.

Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato e posizionati sul lato N-O della recinzione perimetrale. Quest'ultima sarà conforme alla Norma CEI EN 50522.

## Movimenti di terra

L'area sulla quale dovrà sorgere la nuova stazione è pianeggiante. I movimenti di terra sono pertanto di modestissima entità e legati sostanzialmente alla realizzazione delle fondazioni.

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche piano altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto, al fine di ottenere un piano a circa 60÷80 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione. Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e, successivamente, il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, in fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il suo riutilizzo in sito (vedi Piano preliminare utilizzo materiale di scavo).

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminanti (dannosi per rocce e terre, aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali dove siano assenti scarichi e tutte le eventuali altre aree in cui non sia accertata e/o non si sospetti potenziale contaminazione), il materiale scavato a questa scala del progetto sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito; invece, nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

In tutti i casi, l'eventuale terreno rimosso in eccesso, sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

#### Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria, mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

## Schede tecniche componistiche

| GRANDEZZE NOMINALI                                                        |                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Tipologia                                                                 | Tipo 1          | Tipo 2 |
| Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m <sup>2</sup> ) valori minimi consigliati | da 14 a 56 (*)  |        |
| Poli (n°)                                                                 | 3               |        |
| Tensione massima (kV)                                                     | 170             |        |
| Corrente nominale (A)                                                     | 1250            | 2000   |
| Frequenza nominale (Hz)                                                   | 50              |        |
| Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)       | 750             |        |
| Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)      | 325             |        |
| Corrente nominale di corto circuito (kA)                                  | 20              | 31.5   |
| Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)                    | 50              | 80     |
| Durata nominale di corto circuito (s)                                     | 1               |        |
| Sequenza nominale di operazioni                                           | O-0,3"-CO-1'-CO |        |
| Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)               | 5               | 8      |
| Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)                      | 63              |        |
| Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)                       | 160             |        |
| Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)           | 600             |        |
| Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)             | 15              |        |
| Durata massima di interruzione (ms)                                       | 60              |        |
| Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)                          | 80              |        |
| Durata massima di chiusura (ms)                                           | 150             |        |
| Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)                   | 5,0             |        |
| Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)                   | 3,3             |        |

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

### Interruttore a tensione nominale 150 kV

| GRANDEZZE NOMINALI                                                                   |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Poli (n°)                                                                            | 3                                        |
| Tensione massima (kV)                                                                | 145-170                                  |
| Corrente nominale (A)                                                                | 2000                                     |
| Frequenza nominale (Hz)                                                              | 50                                       |
| <b>Corrente nominale di breve durata:</b>                                            |                                          |
| - valore efficace (kA)                                                               | 20-31.5                                  |
| - valore di cresta (kA)                                                              | 50-80                                    |
| <b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>                         | 1                                        |
| <b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>                                     |                                          |
| - verso massa (kV)                                                                   | 650                                      |
| - sul sezionamento (kV)                                                              | 750                                      |
| <b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>                                   |                                          |
| - verso massa (kV)                                                                   | 275                                      |
| - sul sezionamento (kV)                                                              | 315                                      |
| <b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>                                       |                                          |
| - orizzontale longitudinale (N)                                                      | 800                                      |
| - orizzontale trasversale (N)                                                        | 270                                      |
| <b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>                                                | ≤15                                      |
| <b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>                           |                                          |
| - Classe di appartenenza                                                             | A o B, secondo CEI EN 61129              |
| - Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A) | Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129 |

### Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

| GRANDEZZE NOMINALI                                           |         |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Poli (n°)                                                    | 3       |
| Tensione massima (kV)                                        | 145-170 |
| Frequenza nominale (Hz)                                      | 50      |
| <b>Corrente nominale di breve durata:</b>                    |         |
| - valore efficace (kA)                                       | 20-31.5 |
| - valore di cresta (kA)                                      | 50-80   |
| <b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b> | 1       |
| <b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>             |         |
| - verso massa (kV)                                           | 650     |
| <b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>           |         |
| - verso massa (kV)                                           | 275     |
| <b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>               |         |
| - orizzontale trasversale (N)                                | 600     |
| <b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>                        | ≤15     |

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150 kV

| GRANDEZZE NOMINALI                                      |                      |                    |
|---------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Tensione massima                                        | (kV)                 | 170                |
| Frequenza                                               | (Hz)                 | 50                 |
| Rapporto di trasformazione(**)                          | (A/A)                | 400/5 800/5 1600/5 |
| Numero di nuclei(**)                                    | (n°)                 | 3                  |
| Corrente massima permanente                             | (p.u.)               | 1,2                |
| Corrente termica di corto circuito                      | (kA)                 | 31,5               |
| Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C             | (Ω)                  | ≤0,4               |
| Reattanza secondaria alla frequenza industriale         | (Ω)                  | Trascurabile       |
| <b>Prestazioni(**) e classi di precisione:</b>          |                      |                    |
| - I nucleo                                              | (VA)                 | 30/0,2 50/0,5      |
| - II e III nucleo                                       | (VA)                 | 30/5P30            |
| Fattore sicurezza nucleo misure                         |                      | ≤10                |
| Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto                  | (kV)                 | 325                |
| Tensione di tenuta a impulso atmosferico                | (kV)                 | 750                |
| Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV               | (kg/m <sup>3</sup> ) | da 14 a 56(*)      |
| <b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>           |                      |                    |
| Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1. |                      |                    |

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150 kV



| GRANDEZZE NOMINALI                                                                                                                                                                                             |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)                                                                                                                                                          | 170                                     |
| Rapporto di trasformazione                                                                                                                                                                                     | $\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$ |
| Frequenza nominale (Hz)                                                                                                                                                                                        | 50                                      |
| Capacità nominale (pF)                                                                                                                                                                                         | 4000                                    |
| Prestazioni nominali (VA/classe)                                                                                                                                                                               | 40/0,2-75/0,5-100/3P(**)                |
| Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s                                                                                                                                                | 1,5                                     |
| Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)                                                                                                                                                                    | 325                                     |
| Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)                                                                                                                                                                  | 750                                     |
| Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                 | Da 14 a 56(*)                           |
| Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete                                                                                                                          | -20% + 50%                              |
| Resistenza equivalente in AF ( $\Omega$ )                                                                                                                                                                      | $\leq 40$                               |
| Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:<br>- C <sub>pa</sub> (pF)<br>- G <sub>pa</sub> ( $\mu$ S) | $\leq (300+0,05 C_n)$<br>$\leq 50$      |
| <b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b><br>- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)<br>- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)                                                  | 2000<br>5000                            |

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

#### Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV

| GRANDEZZE NOMINALI                                                                     |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)                                  | 170                                |
| Tensione nominale primaria (V)                                                         | $150.000/\sqrt{3}$                 |
| Tensione nominale secondaria (V)                                                       | $100/\sqrt{3}$                     |
| Frequenza nominale (Hz)                                                                | 50                                 |
| Prestazione nominale (VA)(**)                                                          | 50                                 |
| Classe di precisione                                                                   | 0,2-0,5-3P                         |
| Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s                        | 1,5                                |
| Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)                                            | 325                                |
| Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)                                          | 750                                |
| Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )                         | Da 14 a 56(*)                      |
| <b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b><br>- orizzontale (N)<br>- verticale (N) | Tab. 9 Norma<br>CEI EN 60044-<br>2 |

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

#### Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

| GRANDEZZE NOMINALI                                                                                         |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tensione di servizio continuo (kV)                                                                         | 110           |
| Frequenza (Hz)                                                                                             | 50            |
| Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )                                             | Da 14 a 56(*) |
| Massima tensione temporanea per 1s (kV)                                                                    | 158           |
| Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)                 | 396           |
| Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)                        | 455           |
| Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)                                 | 318           |
| Corrente nominale di scarica (kA)                                                                          | 10            |
| Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)                                                      | 100           |
| Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata                                            | 2             |
| Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA) | 31,5          |

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

## 6. Impatti

### Acustico

L'inquinamento acustico potenziale degli aerogeneratori è legato a due tipi di rumore:

- meccanico, proveniente da generatore
- aerodinamico, proveniente dall'interazione pale/vena fluida.

Per quanto riguarda il rumore, in termini di decibel, il ronzio degli aerogeneratori è ben al di sotto dei rumori che si percepiscono in un'area urbana. Già allontanandosi di 300 m da un aerogeneratore, infatti, si rilevano gli stessi decibel che si avvertono normalmente in ambienti poco urbanizzati. Attualmente, inoltre, nuove tecnologie hanno permesso di ridurre in maniera notevole l'impatto acustico, grazie ad una minore frequenza di rotazione, ad un design appropriato e all'utilizzo di materiali fonoassorbenti all'interno della navicella per l'isolamento della stessa.

Nel caso in cui il vento spiri a velocità sostenute, il rumore generato dagli aerogeneratori si confonde con quello che la vena fluida produce attraversando la vegetazione o impattando contro i manufatti.

L'impianto eolico in progetto è ubicato in una zona agricola tipizzata secondo il D.M. 1444/68 in Tutto il territorio nazionale. Per i Comuni in assenza di un Piano di Zonizzazione Acustica del proprio territorio, ai sensi dell'art. 8 comma 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore -, i valori assoluti di immissione devono essere confrontati con i limiti di accettabilità della tabella di cui art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991

- Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno - di seguito riportati:

| ZONIZZAZIONE                         | LIMITE DIURNO<br>Leq (A) | LIMITE NOTTURNO<br>LEQ (A) |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Tutto il territorio nazionale</b> | 70                       | 60                         |
| Zona A (D.M. n. 1444/68)             | 65                       | 55                         |
| Zona B (D.M. n. 1444/68)             | 60                       | 50                         |
| Zona esclusivamente industriale      | 70                       | 70                         |

**Tabella 8:** Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991

Si riportano di seguito le fonti normative ed i principi regolatori che sono alla base della legislazione speciale in tema di inquinamento acustico.

- **Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995**, che prevede la predisposizione di documentazione previsionale dell'impatto acustico, redatta da un tecnico competente in acustica ambientale, relativamente alla realizzazione ed esercizio di impianti ed attività produttive (Art. 8 comma 4);
- **D.Lgs n. 387 2003** relativo all'istallazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.
- **D. Lgs n. 152 2006** relativo alla Valutazione di Impatto Ambientale.
- **Legge Regionale del 14 giugno 2007, n. 17**: "Disposizioni in campo ambientale, anche in relazione al decentramento delle funzioni amministrative in materia ambientale.", in BURP del 18 giugno 2007, n. 87.
- Le misure di rumore ambientale, sono attualmente disciplinate dalla **Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95**.
- La legge è stata integrata successivamente dai seguenti decreti attuativi:
  - **DPCM 14/11/97**: Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore (pubblicato su Gazzetta Ufficiale N.280 del 1/12/97)
  - **DMA 16/03/98**: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (pubblicato su Gazzetta Ufficiale N.76 del 1/4/98)
- Si considerano qui di seguito le applicazioni relative al decreto sui livelli limite (D.P.C.M. 14/11/97) e tecniche di rilevamento (D.M.A. 16/3/98).

Tenuto conto delle normative in vigore adottate nel territorio nazionale e degli studi con simulazione degli effetti riportati su un'area prossima a quella di intervento da parte di "n" ricettori su "n" punti sensibili, ad una velocità del vento di 8 m/s, si è dedotto che in un'area di tipo misto il Leq nel periodo diurno è di 60 dB, mentre il Leq nel periodo notturno è di 50 dB. Per ogni punto sensibile il risultato è ben al di sotto dei 50 dB. Pertanto il valore del livello di pressione sonora stimato ed immesso nell'ambiente esterno dai futuri generatori sarebbe inferiore al valore limite fissato dalla normativa  $Leq = 60.0 \text{ dB(A)}$  per il periodo di riferimento diurno e  $Leq = 50.0 \text{ dB(A)}$  per il periodo di riferimento notturno. La rumorosità ambientale prevista, dunque, rientra nei limiti massimi consentiti dalla legislazione vigente.

Nella stazione d'utenza non sono installate apparecchiature/sorgenti di rumore permanente, fatta eccezione per il trasformatore, per il quale si può considerare un livello di pressione sonora  $L_p \text{ (A)}$  a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 m in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 m in funzionamento ONAF: esso, però, generalmente non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione. Solo gli interruttori durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti) possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso

il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01/03/ 1991 e dalla Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26/10/1995, n. 447.

Va sottolineato che per quel che concerne l'impatto acustico, il dato relativo alla distanza turbina/casa la progettazione dell'impianto è stata effettuata in modo da risultare opportunamente distante dalle abitazioni (minimo 300 m).

## Elettromagnetico

### MT

In questa sezione si valuta l'entità delle emissioni elettromagnetiche, o intensità dei campi elettromagnetici, associate ai cavidotti di collegamento MT tra gruppi di aerogeneratori del parco eolico in oggetto e la stazione di utenza MT/AT, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, e le fasce di rispetto dei cavidotti MT.

Innanzitutto la linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici seguenti.

Tuttavia, nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto, il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito sarà esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 30 kV.

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali.

Il campo elettrico è prodotto da un sistema polifase risulta associato alle cariche in gioco, e quindi alle tensioni, ed è quindi presente non appena la linea sia posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza.

Il campo magnetico è invece associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo “in tensione” ma non trasporta energia.

I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

- onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

- 1 intensità delle correnti di linea;
- 2 distanza dai conduttori;
- 3 isolanti, schermature e profondità di interramento del cavo;
- 4 disposizione e distanza tra conduttori.

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica è necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile.

L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla legge di Biot-Savart: il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

**Legge di Biot-Savart:**

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi R}$$

Il quarto fattore, entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione è trifase, cioè composto da una terza di correnti di uguale intensità ma sfasate nel tempo. Poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche.

Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata alla necessaria distanza tra le fasi e dipende dalla tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-30 cm con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza.

Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea, ma interrate consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "schermatura naturale", abbassando l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

La Legge 36/2001, con finalità di riordino e di miglioramento della normativa fin da allora vigente in materia, ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- il limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il

parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato:

- il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- l'obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata - nell'intero territorio nazionale - esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. Infatti il D.M. del MATM del 29.05.2008, che definisce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti, riprende l'art. 6 di tale D.P.C.M.

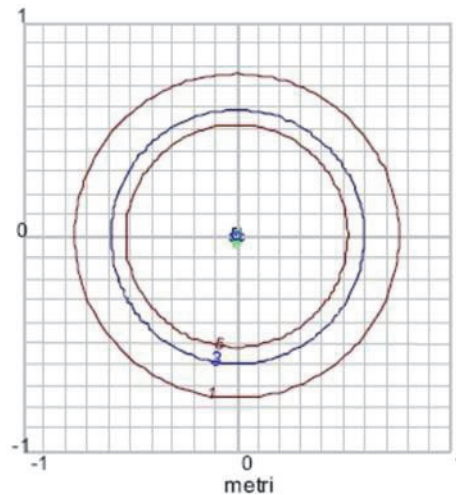
Il tracciato MT è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3  $\mu$ T. La disposizione delle fasi sarà quella indicata nelle sezioni cavidotti riportate nel documento. In particolare, ai fini del calcolo, la tipologia di cavidotti presenti nell'impianto eolico si può racchiudere nelle due seguenti tipologie:

1. cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati;
2. cavidotti nei quali sono posati cavi unipolari.

Nel primo caso, cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati, vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.



Infatti, come illustrato nella norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ , anche nelle condizioni limite di conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", venga raggiunto già a brevissima distanza ( $50 \div 80 \text{ cm}$ ) dall'asse del cavo stesso.



Curve di equivello per il campo magnetico di una linea MT interrata in cavo elicordato (dalla Norma CEI 106-11)

Si fa notare in proposito che anche il recente decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a 2 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, uguale alla fascia di asservimento della linea.

**Primo caso: cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati**

Qui di seguito sarà effettuato il calcolo dell'emissione elettromagnetica dei cavidotti provenienti dai gruppi (A, B, C e D). Tutti i cavidotti dei singoli gruppi utilizzano un sistema di cavi elicordati tale sistema come menzionato prima è vantaggioso dal punto di vista dell'impatto elettromagnetico.

Nella tabella seguente si possono individuare nello specifico lunghezza, sezione in  $\text{mm}^2$  e tipo cavo per ciascun tratto di cavo.

Sono riportati in seguito i diagrammi ottenuti dal software di calcolo CalcoloElf\_versione 1.0, i diagrammi più significativi sono stati calcolati su due livelli a quota zero dal suolo, e a quota +1 metro dal suolo, in ottemperanza alle norme vigenti, per il calcolo degli effetti a lunga esposizione sui recettori sensibili. Sull'asse y dei diagrammi avremo il valore dell'intensità del campo magnetico espressi in microtesla ( $\mu\text{T}$ ), sull'asse x avremo le distanze in metri (m).

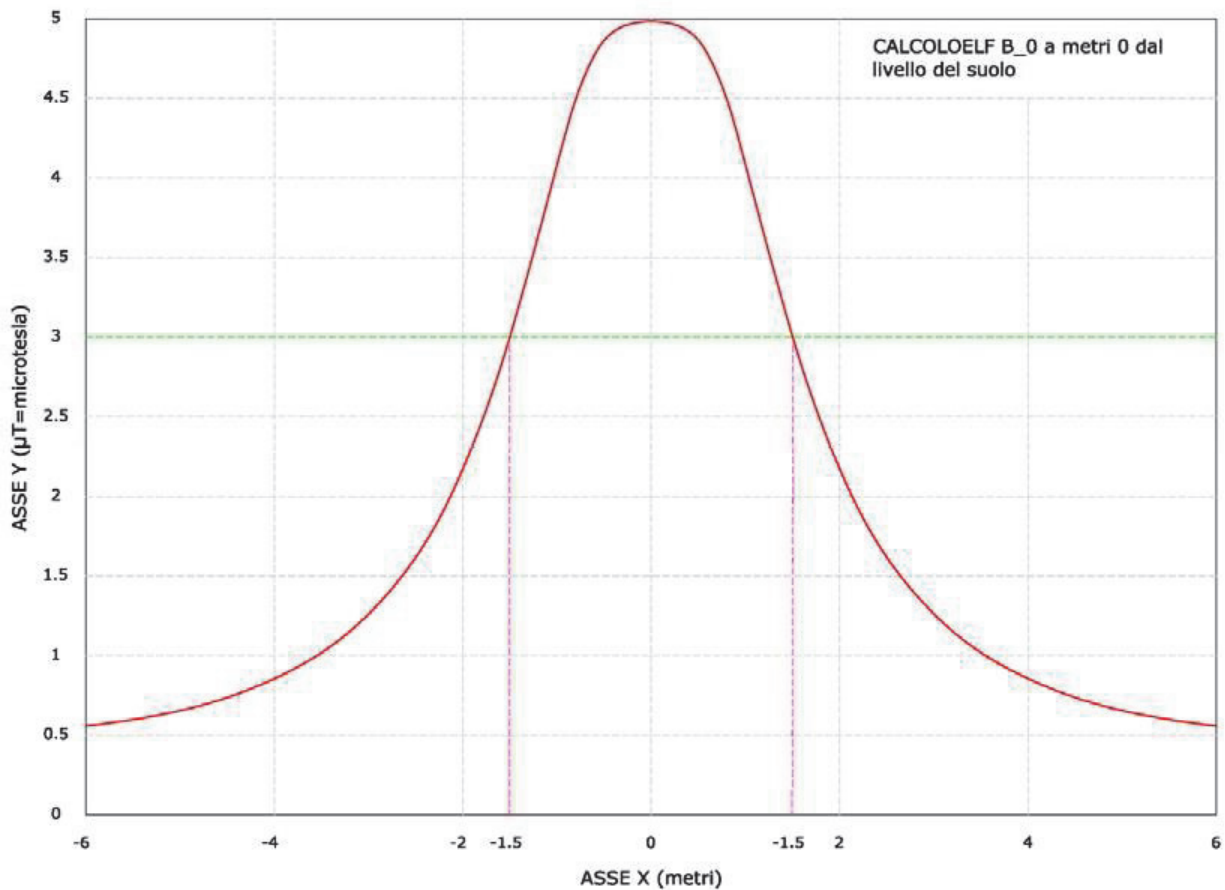


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota 0 m dal suolo

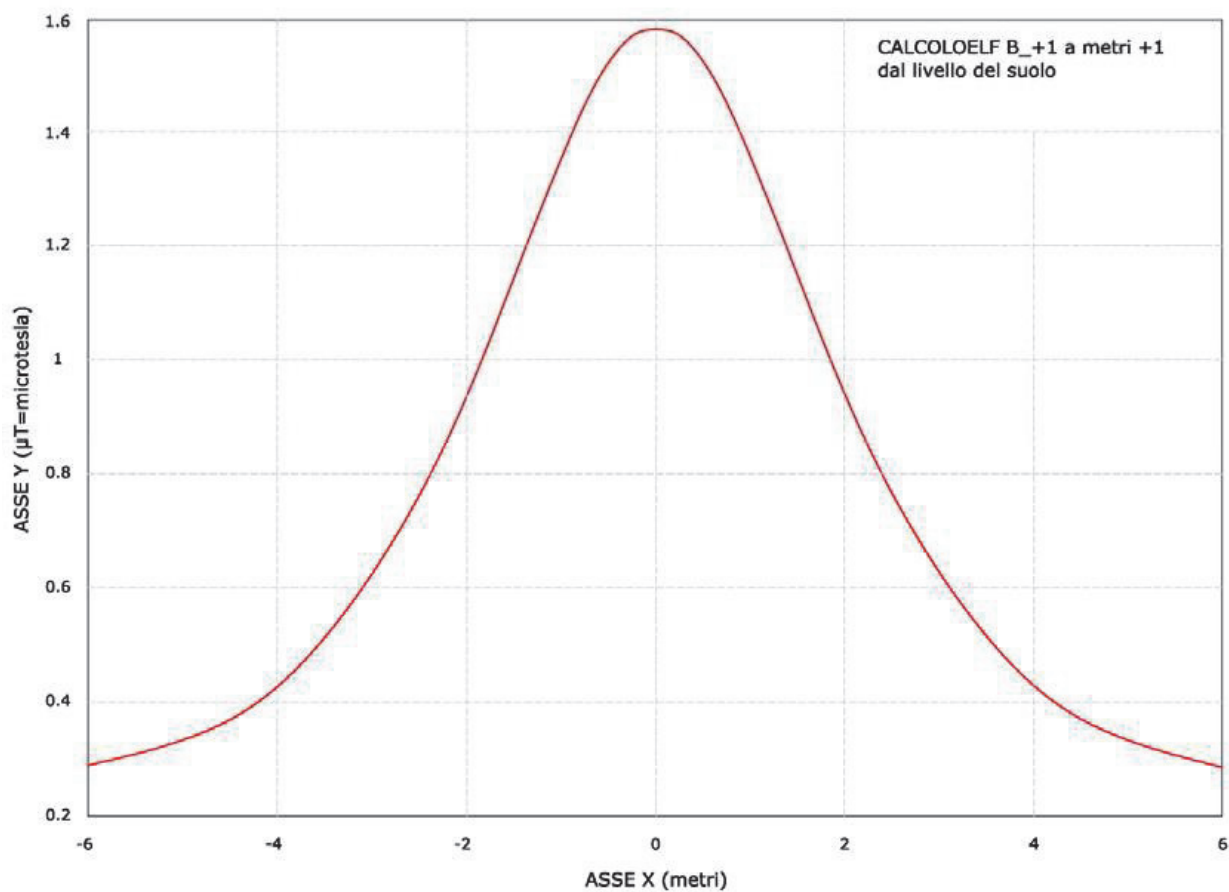
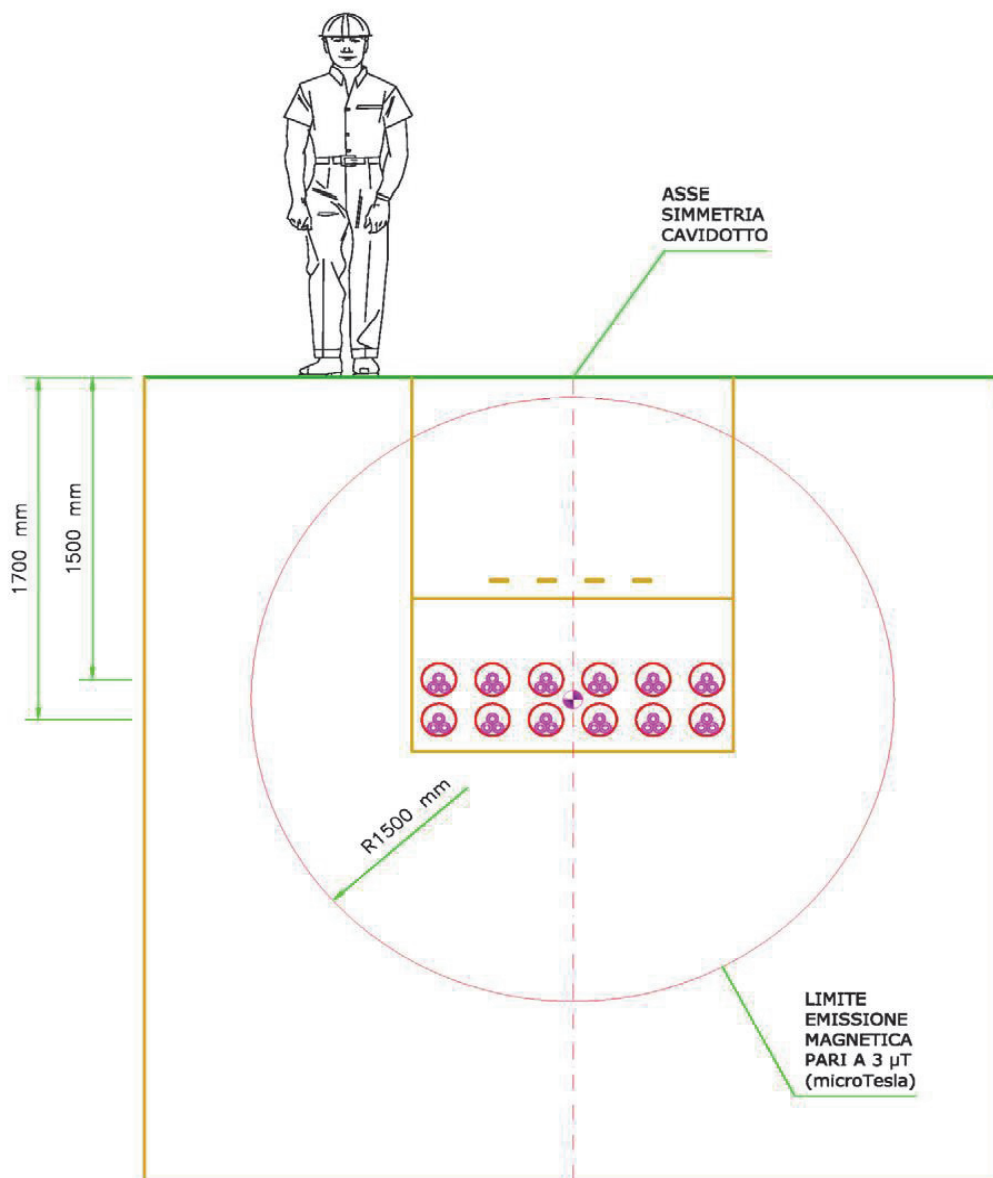


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota +1 m dal suolo.

Pertanto per quanto concerne il calcolo del campo magnetico delle linee MT interrate si individua come volume di rispetto relativo al cavidotto MT interrato il volume cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 1,5 metri e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo. Si evince chiaramente dall'immagine che il volume di rispetto cilindrico non oltrepassa la quota zero e quindi non esiste alcuna interazione con recettori sensibili pertanto c'è pieno rispetto dei limiti vigenti.



Volume di rispetto campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato.

## Secondo caso: cavidotti nei quali sono posati cavi unipolari

Nel secondo caso abbiamo considerato il caso peggiore: cavidotti all'interno della stazione elettrica.

La distanza fra le terne è di 20 cm e la profondità di posa è di 1,5 m, la distanza fra ciascun gruppo di terne è di 1,5 metri circa.

Secondo il DPCM 8 luglio 2003 in vigore dal 13/09/03 per quanto riguarda la Linea in cavo interrato con cavi unipolari posati in piano, la formula da applicare può essere la stessa utilizzata per le linee aeree in piano:

$$B = \frac{P \times I}{R'^2} \times (0,2 \times \sqrt{3})$$

Dove P [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i conduttori esterni e quello centrale), I [A] è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori, R' [m] è la distanza dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B.

In tale configurazione è stato effettuato il calcolo del campo di induzione magnetica secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-4 - Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche -. Tale norma considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

Il software di calcolo CalcoloElf\_versione 1.0 utilizzato elabora le componenti verticali e orizzontali del campo magnetico prodotto dai singoli conduttori, tenendo conto dei loro sfasamenti, combina le varie componenti e fornisce come output principale il valore efficace del campo magnetico risultante.

Sono riportati in seguito i diagrammi ottenuti dal software. I diagrammi più significativi sono stati calcolati su due livelli a quota zero dal suolo, e a quota +1 metro dal suolo, in ottemperanza alle norme vigenti, per il calcolo degli effetti a lunga esposizione sui recettori sensibili.

Sull'asse y dei diagrammi avremo il valore dell'intensità del campo magnetico espressi in microtesla ( $\mu\text{T}$ ), sull'asse x avremo le distanze in metri (m).

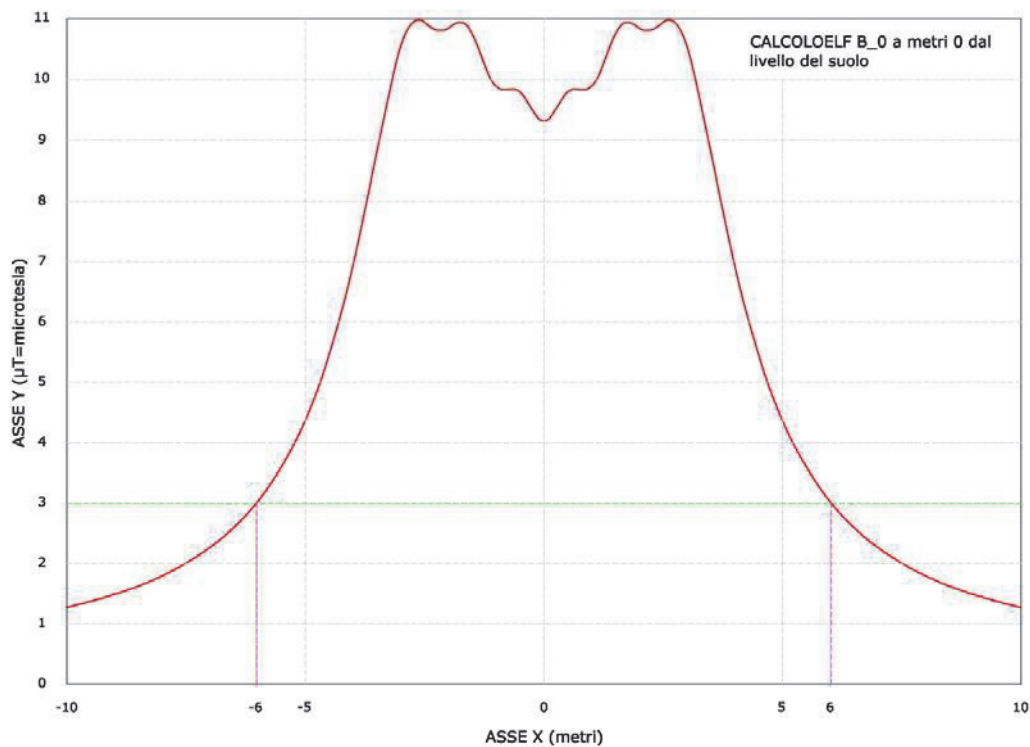


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo unipolare in prossimità della cabina a quota 0 m dal suolo.

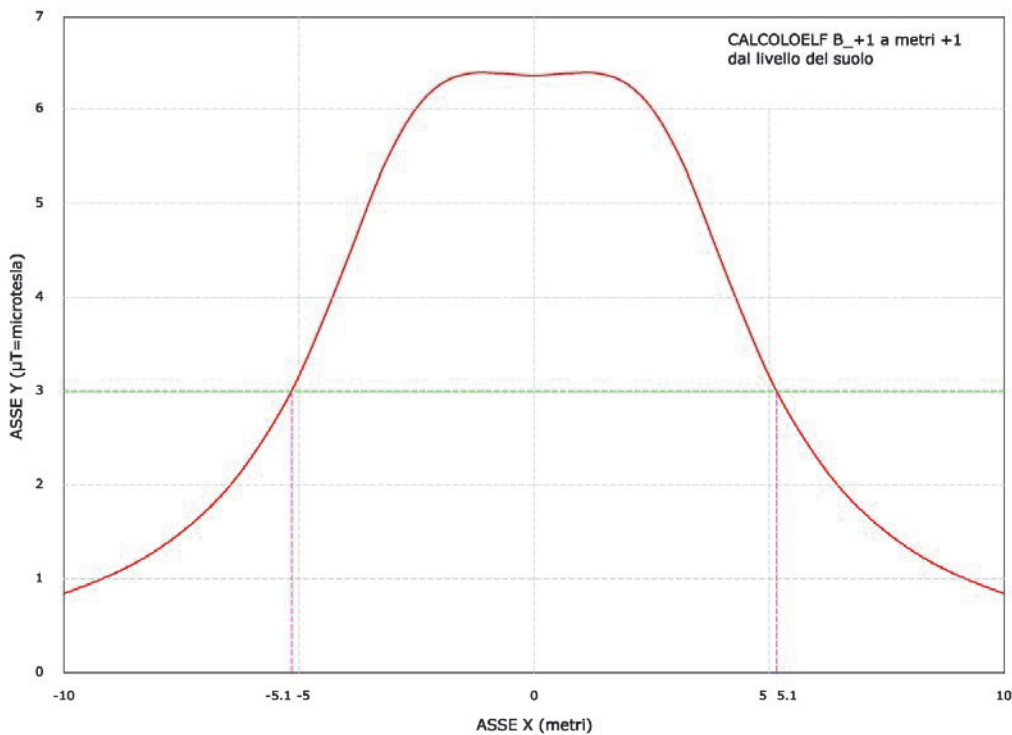


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo unipolare in prossimità della cabina a quota +1 m dal suolo.

Inoltre in base al recente Decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto in questo secondo caso è pari a circa 12 m (6+6 m rispetto asse di simmetria del cavidotto).

Il calcolo dei campi elettrici non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di armatura metallica connessa a terra, che scherma l'effetto del campo elettrico, di conseguenza il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

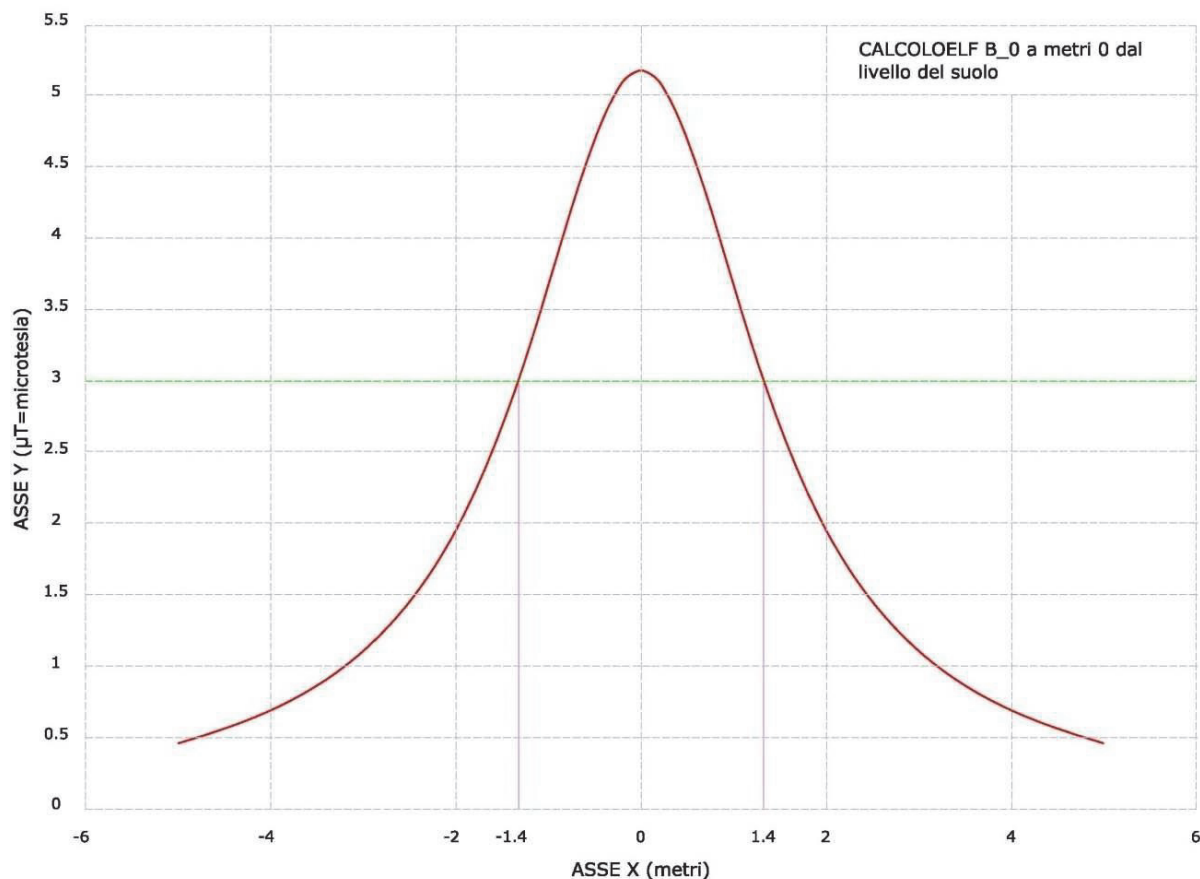
Si può concludere che non sussistono pericoli per la salute umana.

## AT

Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico lungo il tracciato della linea interrata a 150 kV all'asse dell'elettrodotto.

Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4, valori esposti si intendono calcolati al suolo. Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 453 A.

La norma di riferimento per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106-11.



Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo.

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3  $\mu\text{T}$  in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Si segnala, tuttavia, che i percorsi di tali cavidotti non interessano recettori sensibili come aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

In casi particolari, ove necessario, potrà essere utilizzata la tecnica di posa con schermatura realizzata inserendo i cavi, con disposizione a trifoglio ed inglobati in tubi in PE riempiti di bentonite, in apposite canalette in materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata. Il comportamento delle canalette ferromagnetiche è stato sperimentalmente provato ed applicato in altri impianti già realizzati con risultati attesi.

L'efficacia della canaletta consentirà un'attenuazione dell'induzione magnetica pari almeno ad un ordine di grandezza; ciò che garantirà il pieno rispetto del limite imposto.



## 7. CONDIZIONI PER LA CONNESSIONE ALLA RETE

### Prescrizioni generali

Ai fini di quanto indicato in materia di regolazione e protezione, le presenti specifiche presuppongono che gli schemi d'inserimento e di connessione, nonché la struttura dell'impianto, siano conformi al Codice di Rete ed in aggiunta che:

- la Centrale sia dotata di almeno un interruttore (interruttore generale), che realizzi la separazione funzionale fra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza del titolare della Centrale (in seguito Utente);
- gli interruttori di linea AT (se presenti) siano del tipo a comando uni-tripolare per i montanti delle linee in modo da non impedire l'adozione di richiuse rapide automatiche unipolari;
- gli avvolgimenti AT del/dei trasformatore/i MT/AT siano ad isolamento uniforme e collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra, e gli avvolgimenti MT siano collegati a triangolo. La connessione a terra dell'avvolgimento AT è decisa dal Gestore in relazione alle esigenze della rete nel punto di connessione e deve essere realizzata senza interposizione di organi di manovra (interruttori o sezionatori);
- l'avvolgimento AT del/dei trasformatore/i elevatore/i MT/AT sia dotato di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra  $\pm 12\%$  della tensione nominale;
- il/i trasformatore/i MT/AT sia/no opportunamente dimensionati per consentire il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima, e comunque con una potenza apparente complessiva almeno pari al 110% della  $P_n$  dell'impianto;
- analogamente i trasformatori di macchina BT/MT siano opportunamente dimensionati per permettere il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima;
- in corrispondenza della potenza attiva  $P=0$  ed in assenza di regolazione della tensione, l'impianto dovrà essere progettato in modo che siano minimizzati gli scambi di potenza reattiva con la rete al fine di non influire negativamente sulla corretta regolazione della tensione. Pertanto, ad impianto fermo, in caso di potenze reattive scambiate superiori a 0,5 MVar, dovranno essere previsti sistemi di bilanciamento della potenza reattiva capacitiva prodotta dalla rete MT di parco in modo da garantire un grado di compensazione al punto di connessione compreso fra il 110% e il 120% della potenza reattiva prodotta dalla rete MT a  $V_n$ . Tipicamente tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da reattanze shunt; in presenza di parchi molto estesi, dovrà essere previsto un loro frazionamento al fine di garantire la compensazione indicata a fronte di fuori servizio di parte del campo eolico. Al di sopra di determinati

valori di potenza attiva prodotta dalla centrale eolica tali sistemi di compensazione potranno poter essere esclusi in maniera automatica in modo da bilanciare, almeno in parte, il maggior assorbimento di potenza reattiva dei trasformatori degli aerogeneratori e del/dei trasformatore/i elevatori MT/AT di impianto e garantire il rispetto delle capability richieste a Punto di Consegna;

- in funzione delle necessità della rete locale Terna si riserva di chiedere sistemi di bilanciamento delle perdite induttive dei trasformatori a carichi elevati eventualmente non coperte dalle capability degli aerogeneratori. Tipicamente tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da banchi di condensatori. In questo caso in presenza di parchi molto estesi, potrà essere previsto un loro frazionamento al fine di garantire una buona compensazione a fronte di fuori servizio di parte del campo eolico. Al di sopra di determinati valori di potenza attiva prodotta dalla Centrale Eolica tali sistemi di compensazione dovranno poter essere connessi in maniera automatica al fine di garantire il rispetto delle capability richieste a Punto di Consegna.

### Limiti di funzionamento

La Centrale Eolica ed i relativi macchinari ed apparecchiature devono essere progettati, costruiti ed eserciti per restare in parallelo anche in condizioni di emergenza e di ripristino di rete. In particolare la Centrale, in ogni condizione di carico, deve essere in grado di rimanere in parallelo alla rete AT, per valori di tensione nel punto di consegna, compresi nel seguente intervallo:

$$85\% V_n \leq V \leq 115\% V_n$$

con  $V_n$  la tensione nominale del punto di connessione.

Riguardo all'esercizio in parallelo con la rete AT in funzione della frequenza, la Centrale dovrà rimanere connessa alla rete per un tempo indefinito, per valori di frequenza compresi nel seguente intervallo:

$$47,5 \text{ Hz} \leq f \leq 51,5 \text{ Hz}$$

La centrale deve inoltre poter funzionare in parallelo alla rete senza disconnessione con valori di derivata di frequenza fino a 2,5Hz/s valutata su un numero di cicli pari ad almeno 5 (100ms).

### Insensibilità alle variazioni di tensione

Per gli aerogeneratori vengono richieste caratteristiche di insensibilità alle variazioni di tensione Fault Ride Through (FRT) identiche in tutte le configurazioni di connessione alla rete (in entra-esce, in antenna, in derivazione rigida) per evitare di condizionare il commissioning delle macchine allo schema di connessione della Centrale.

È richiesto che gli aerogeneratori siano in grado di mantenere la connessione con la rete in caso di guasti esterni osservando i profili di sotto-tensione e sovra-tensione riprodotti in Fig. 1. Le tensioni considerate sono quelle concatenate al punto di connessione. La logica di distacco è del tipo 1 su 3; essa deve attivarsi sia per guasti

simmetrici che per guasti dissimmetrici quando una delle tre misure di tensione supera in profondità (oppure in altezza) ed in durata il buco (oppure il picco) di tensione ammesso.

Tali profili tengono conto sia della necessità di attraversare i buchi di tensione provocati da guasti in rete (caratteristica Under Voltage Ride Through), sia della necessità di resistere agli aumenti transitori di tensione nelle fasi post-guasto (caratteristica Over Voltage Ride Through).

Si richiede di poter sostenere il totale annullamento della tensione per 200ms.

Nel primo tratto di 100ms il limite superiore è definito dal costruttore, ma comunque non deve risultare inferiore a 130% della tensione nominale  $V_n$ .

Il tempo finale del tratto inclinato della caratteristica di UVRT dipende dal livello di tensione nominale del Punto di Connessione: 2s per le reti a 132/150 kV e 2,8 s per le reti a 220 kV.

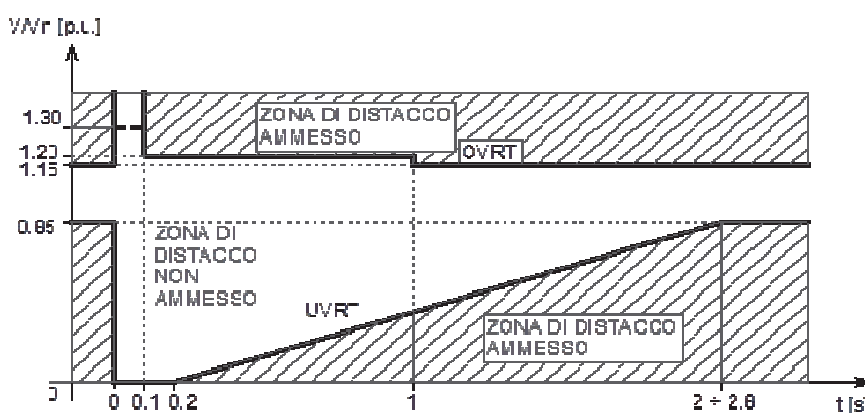


Fig. 1 – Caratteristica FRT al Punto di Connessione per Centrali Eoliche

All'interno dell'area di distacco non ammesso, quando il valore della tensione al punto di connessione è inferiore a  $0,85 V_n$  o superiore a  $1,15 V_n$  non vengono imposte prescrizioni rigide sull'erogazione di potenza attiva e reattiva. In ogni caso è richiesto che la limitazione della potenza attiva erogata sia correlata alla profondità del buco/picco di tensione e con limitato coinvolgimento delle fasi non interessate all'abbassamento/innalzamento di tensione. Dovranno comunque essere specificate le tecniche di gestione della potenza attiva erogata durante gli abbassamenti di tensione e le regolazioni relative dovranno essere concordate con il Gestore di Rete. Al rientro all'interno di tale intervallo, dovranno essere comunque ripristinati, in un tempo non superiore a 2 s, la regolazione di potenza reattiva impostata ed almeno il 90% della produzione attiva precedente al transitorio. Tale recupero dovrà essere totalmente completato entro 4 s.

#### Disturbi di tensione e corrente

L'inverter utilizzato per la regolazione dei moderni aerogeneratori è realizzato con dispositivi a semiconduttori che commutano ad alta frequenza. Per tale motivo queste commutazioni possono generare interferenza e/o disturbo alle utenze.

In condizioni di normale funzionamento della rete, la connessione di un impianto di generazione non deve causare un degrado delle prestazioni della rete di trasmissione nel punto di connessione oltre livelli di distorsione definiti dal Gestore. Per la valutazione dell'impatto sulla rete del nuovo parco di generazione, il Produttore fornisce, all'atto della richiesta di connessione, tutti i dati di progetto relativi all'emissione di disturbi; sulla base di tali dati il Gestore valuta gli effetti sulla rete, in condizioni di minima potenza di corto circuito sulla rete stessa. Le quote massime di emissione di disturbi accordate al singolo impianto di generazione, che si connetta alla rete o che intenda apportare rilevanti modifiche all'impianto già esistente, sono fissate dal Gestore tenendo conto dei valori di pianificazione adottati, della potenza di corto circuito nel Punto di Connessione (di seguito PdC) del gruppo, dei dati caratteristici dell'impianto e dei parametri caratteristici della rete nel nodo, delle emissioni degli altri Utenti già allacciati alla medesima rete, dell'emissione trasferita dal resto della rete e delle emissioni future di nuovi Utenti che hanno già iniziato l'iter di richiesta di connessione. Nelle porzioni di rete caratterizzate da livelli di disturbi vicini ai limiti di pianificazione è consentita la connessione di nuovi impianti disturbanti, previa effettuazione degli interventi necessari a garantire il rispetto dei limiti di pianificazione.

In funzione del sito di connessione e delle condizioni della rete, il Gestore si riserva comunque in una fase successiva di richiedere al Produttore l'installazione di ulteriori sistemi di compensazione al fine di garantire gli standard qualitativi della RTN.

I criteri di valutazione dei limiti di emissione riguardano:

- Dissimetria delle correnti
- Distorsione armonica della corrente
- Distorsione armonica della tensione
- Effetto flicker

#### Dissimetria delle correnti

In assenza di guasto sulla rete o di interruzioni di fase, l'iniezione di corrente di sequenza inversa da un parco di generazione deve essere tale che il grado di dissimetria della tensione nel PdC, rimanga:

- inferiore all'1% per le reti con tensione nominale inferiore od uguale a 150 kV
- inferiore allo 0,8% per le reti con tensione superiore od uguale a 220 kV.

Inoltre, nel caso di connessione in un nodo della RTN con una potenza di corto circuito inferiore a 500 volte la potenza nominale del parco di generazione, la massima corrente di sequenza inversa che può essere iniettata nel PdC deve essere inferiore a:

$$I_{2p.u.} = E_{ui} \cdot \frac{S_{cc}}{P_n}$$

essendo  $I_{2p.u.}$  la massima corrente di sequenza inversa in p.u. della corrente nominale del parco di generazione,  $E_{ui}$  il limite di emissione assegnato,  $S_{cc}$  la potenza minima di corto circuito trifase al nodo di connessione,  $P_n$  la potenza nominale del parco di generazione.

Il parametro  $E_{ui}$  è definito dal Gestore in base alle caratteristiche della rete nel Punto di Connessione:

$$E_{ui} = \max \left[ 0.002, L \cdot \sqrt[1.4]{\frac{k_{uE} \cdot P_n}{S_t}} \right]$$

dove  $k_{uE}$  è in genere pari a 0,7.

Il parametro  $L$  è pari a 0,008 per impianti connessi alla rete a 220 kV o 380 kV e pari ad 0,01 per impianti connessi a reti con tensione inferiore od uguale a 150 kV.

Il parametro  $S_t$  è pari a:

- 50 MVA per reti con tensione nominale inferiore a 110kV;
- 225 MVA per reti con tensione nominale superiore od uguale a 110kV ed inferiore a 220kV;
- 350 MVA per reti con tensione nominale di 220kV;
- 1000 MVA per reti con tensione nominale di 380kV.

#### Distorsione armonica della corrente

Le emissioni di correnti armoniche devono essere tali per cui il massimo livello di distorsione armonica totale della corrente (THDI) calcolato fino alla 50-esima armonica e le singole correnti armoniche, considerando come base la corrente nominale del gruppo di generazione, non superino nel PdC i valori indicati nelle Tabelle 4

| Ordine armonico <sup>(5)</sup> - Massima distorsione armonica della corrente in percento della $I_L$ <sup>(6)</sup> |                 |                  |                  |                  |                     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|------|
| $I_{cc}/I_L$ <sup>(7)</sup>                                                                                         | $3 \leq h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h \leq 50$ | THDI |
| <20                                                                                                                 | 2               | 1                | 0,75             | 0,3              | 0,15                | 2,5  |
| <20<50                                                                                                              | 3,5             | 1,75             | 1,25             | 0,5              | 0,25                | 4    |
| 50<100                                                                                                              | 5               | 2,25             | 2                | 0,75             | 0,35                | 6    |
| 100<1000                                                                                                            | 6               | 2,75             | 2,5              | 1                | 0,5                 | 7,5  |
| $\geq 1000$                                                                                                         | 7,5             | 3,5              | 3                | 1,25             | 0,7                 | 10   |

**Limiti armonici della corrente per sistemi con tensione nominale inferiore o uguale a 110 kV**

| Ordine armonico <sup>(5)</sup> - Massima distorsione armonica della corrente in percento della $I_L$ <sup>(6)</sup> |                 |                  |                  |                  |                     |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|
| $I_{cc}/I_L$ <sup>(7)</sup>                                                                                         | $3 \leq h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h \leq 50$ | THD <sub>I</sub> |
| <25                                                                                                                 | 1               | 0,5              | 0,38             | 0,15             | 0,1                 | 1,5              |
| <25<50                                                                                                              | 2               | 1                | 0,75             | 0,3              | 0,15                | 2,5              |
| $\geq 50$                                                                                                           | 3               | 1,5              | 1,15             | 0,45             | 0,22                | 3,75             |

**Limiti armonici della corrente per sistemi con tensione nominale maggiore a 110 kV**

### Distorsione armonica della corrente

Le emissioni di armoniche della Centrale Eolica devono essere tali per cui il massimo livello di distorsione armonica totale (THDV) della tensione (calcolato fino alla 50-esima armonica) nel Punto di Connessione non superi i seguenti valori

- THDV  $\leq 2,5\%$  per le reti a tensione nominale inferiore a 220 kV;
- THDV  $\leq 1,5\%$  per le reti con tensione nominale superiore od uguale a 220 kV.

Nella valutazione dei limiti di emissione di un parco di generazione si possono verificare le seguenti alternative:

- le emissioni del parco di generazione in termini di distorsione della corrente sono conformi ai limiti di cui sopra e sono tali che i limiti di distorsione della tensione non vengano superati; in tale caso, il parco può essere connesso senza ulteriori accorgimenti;
- le emissioni del parco di generazione in termini di distorsione della corrente sono superiori ai limiti di

cui sopra o sono tali che i limiti di distorsione della tensione siano superati; in questo caso, la connessione è condizionata all'installazione di strumenti di compensazione tale da rientrare nei limiti di pianificazione.

## 8. Studio interferenza

Lo studio condotto per lo sviluppo del Layout di impianto, e quindi a seguire per il tracciato dell'elettrodotto, tiene conto di numerosi fattori, quali l'orografia del sito, la presenza di strade, piste e/o sentieri di accesso, la distanza dalle reti infrastrutturali, per evitare, ove possibile, interferenze con le stesse ed inoltre da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori.

La scelta progettuale del percorso che seguirà il tracciato è stata concepita soprattutto nel rispetto dei criteri ambientali, tecnici ed economici.

Il percorso scelto sarà realizzato mediante scavo in trincea e per quanto possibile lungo la viabilità interna ed esterna di progetto.



Posa in opera dei cavidotti interrati

L'energia elettrica prodotta dai singoli aerogeneratori viene convogliata nella stazione di trasformazione attraverso una rete di cavidotti in MT. La rete di cavidotti MT si estende per circa 36 km. I cavidotti MT seguono strade di accesso e/o esistenti per circa 52% del loro percorso. Il restante 48% coinvolgerà i terreni agricoli principalmente lungo i confini degli stessi. L'area in oggetto è contraddistinta dalla presenza di una rete infrastrutturale (strade, ferrovie, gasdotti, canali di irrigazione, linee). Ai fini della valutazione delle interferenze risulta particolarmente rilevante la presenza del torrente Celone e del torrente Sorense. La soluzione delle interferenze sarà effettuata in conformità alla norma CEI 11-17. Di seguito sono elencate le soluzioni-tipo per tipologia di interferenza. I cavi aventi la stessa tensione possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nel caso di posa diretta. I cavi a diversa tensione devono essere invece segregati (posti all'interno di condutture o canalette). Negli incroci il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione. La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non

inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione (ad es. setto separatore in calcestruzzo). Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente. Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi. Nei parallelismi tra cavi elettrici e di telecomunicazione è buona regola prevedere la posa degli stessi alla maggiore distanza possibile fra loro, preferibilmente, ove possibile su lati opposti di una stessa strada. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra è ammesso i cavi possono essere posati in vicinanza purché sia mantenuta tra due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi un dispositivo di protezione quale ad esempio cassetta metallica zincata a caldo, tubazione in acciaio zincato a caldo o tubazione in PVC o fibrocemento, rivestita esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm. Il cavo posato alla maggiore profondità può essere sprovvisto di tali predetti dispositivi quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.), che proteggono il cavo stesso e rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di effettuare scavi. La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrate parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0,30 m. Si può derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m. Se tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico. Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili. Per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro.

L'incrocio fra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrate non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m.

Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo



elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, una fascia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Le distanze suddette possono ulteriormente essere ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non sia possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non sia possibile osservare prescrizioni sul distanziamento. In corrispondenza degli attraversamenti delle linee in cavo interrato con ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri in servizio pubblico o in servizio privato per trasporto di persone, autostrade, strade statali e provinciali e loro collegamenti nell'interno degli abitati, il cavo deve essere disposto entro robusti manufatti (tubi, cunicoli, ecc.) prolungati di almeno 0,60 m fuori dalla sede ferroviaria o stradale, da ciascun lato di essa, e disposti a profondità non inferiore a 1,50 m sotto il piano del ferro di ferrovie di grande comunicazione, non inferiore a 1,00 m sotto il piano del ferro di ferrovie secondarie, tranvie, funicolari terrestri, nonché sotto il piano di autostrade, strade statali e provinciali.

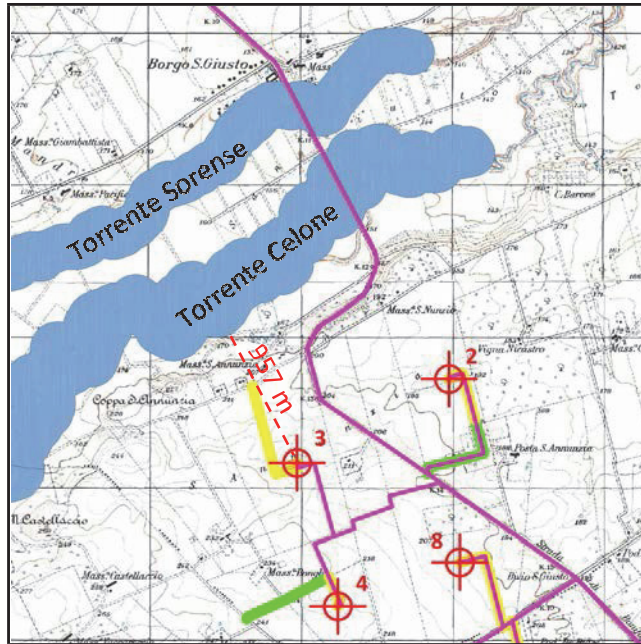
Le distanze vanno determinate dal punto più alto della superficie esterna del manufatto. Le gallerie praticabili devono avere gli accessi difesi da chiusure munite di serrature a chiave.

Quando il cavo viene posato in gallerie praticabili al di sotto dell'opera interessata dall'interferenza, non si applicano le prescrizioni di cui sopra purché il cavo sia interrato a profondità non minore di 0,50 m sotto il letto della galleria, ovvero sia protetto contro le azioni meccaniche mediante idonei dispositivi di protezione (non metallici). Nei casi di percorsi paralleli, sopra e sottopasso tra cavi elettrici e gasdotti preesistenti, la distanza misurata fra le due superfici affacciate non deve essere inferiore a 0,50 m e comunque tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Qualora non sia possibile osservare la distanza minima di 0,50 m, i cavi devono essere collocati all'interno di una tubazione di protezione riempita di bentonite. Detto manufatto o tubazione, in caso di incrocio, deve essere prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno 1 metro nei sovrappassi e 3 metri nei sottopassi, misurati a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne della canalizzazione preesistente. Nei casi di parallelismo di lunghezza superiore a 150 m, dovrà essere osservata la distanza minima di 2 m. Qualora per motivate esigenze tecniche non fosse possibile mantenere tale distanza i cavi saranno posati all'interno di una tubazione di protezione riempita di bentonite. L'attraversamento di corsi d'acqua, canali e simili può essere effettuato mediante staffaggio su ponti o in tubazioni sospese. Per tutti gli attraversamenti in cui lo scavo tradizionale non è possibile per motivate esigenze tecniche o ambientali può essere adottata la perforazione teleguidata. Questa tecnica prevede l'uso di una macchina semovente dotata di cingoli in gomma e di un sistema idraulico e meccanico per il caricamento automatico delle aste di perforazione, il loro innesto e la successiva perforazione. Tale metodologia di scavo è particolarmente indicata negli attraversamenti fluviali, di ferrovie e strade ad elevato traffico veicolare.

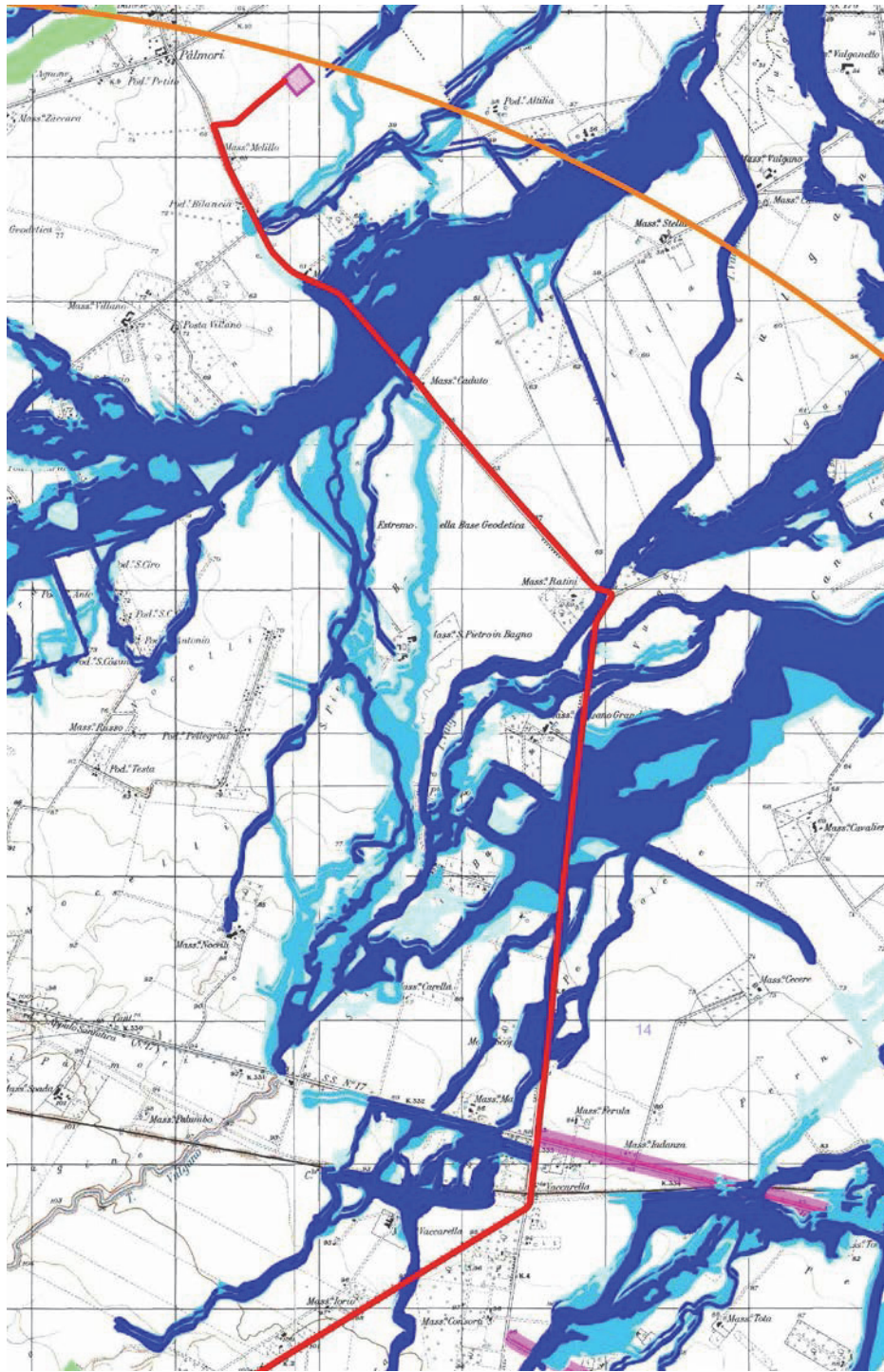
Nel progetto in esame abbiamo da considerare le seguenti interferenze:

- Torrente Celone
- Torrente Sorense
- Reticolo idrografico carta idrogeomorfologica
- 4 attraversamenti acquedotti

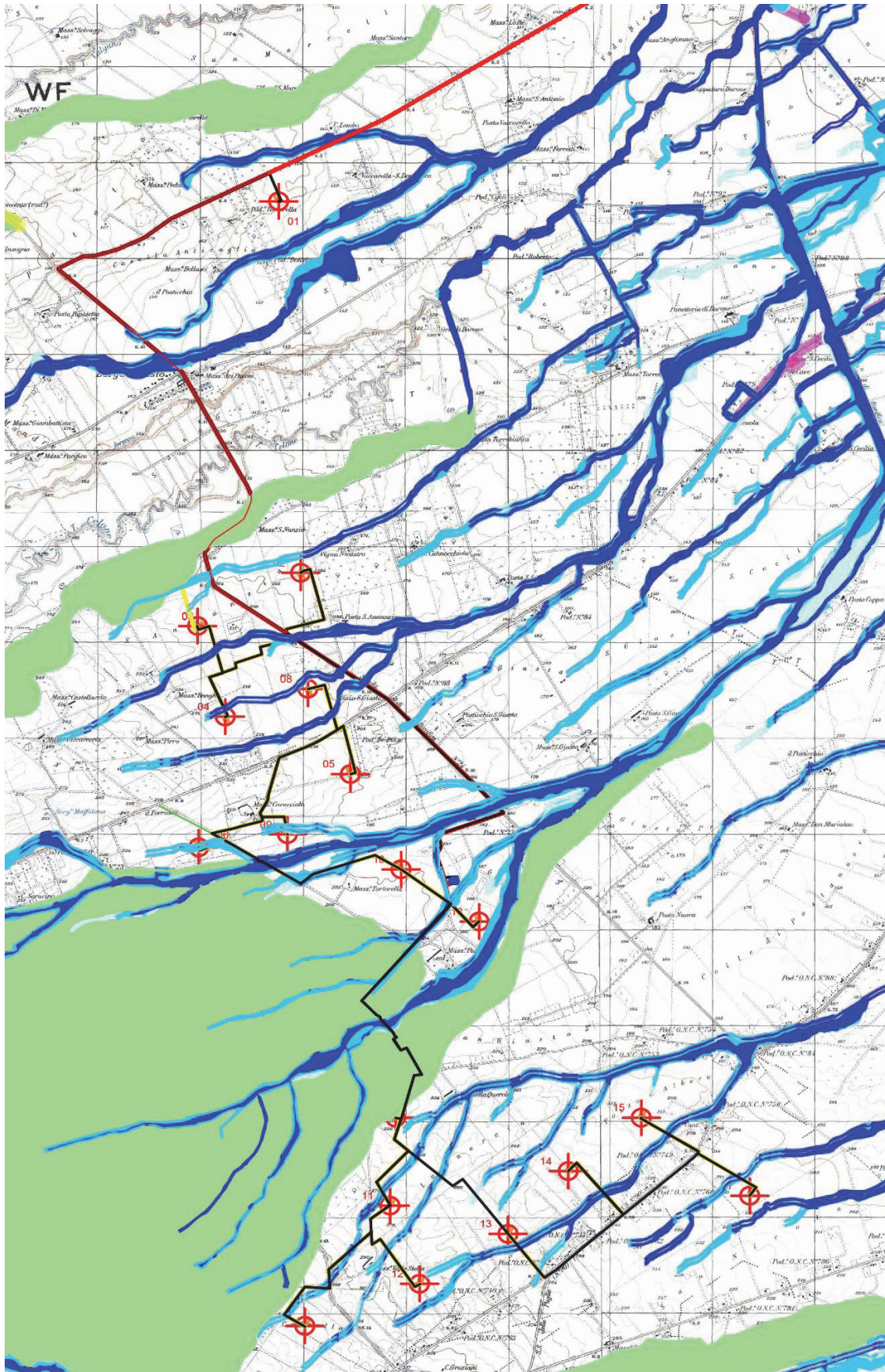


BP\_142\_C\_150 m

L'attraversamento di corsi d'acqua, canali e simili può essere effettuato mediante staffaggio su ponti o in tubazioni sospese come indicato dalla normativa CEI 11-17.



Interferenza P.A.I



Interferenza P.A.I.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza delle aree perimetrare AP, MP ed attraversamenti reticolo idrografico riportato sulla Carta Idrogeomorfologica, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC, mentre, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza di deflussi di ordine secondario, riconducibili a reticoli cartografati su IGM ma non più esistenti e per gli attraversamenti delle aree BP, si adotterà la tecnica di scavo a cielo aperto, adoperando, comunque, metodologie e profondità di posa tali da garantire ogni condizione di sicurezza. Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

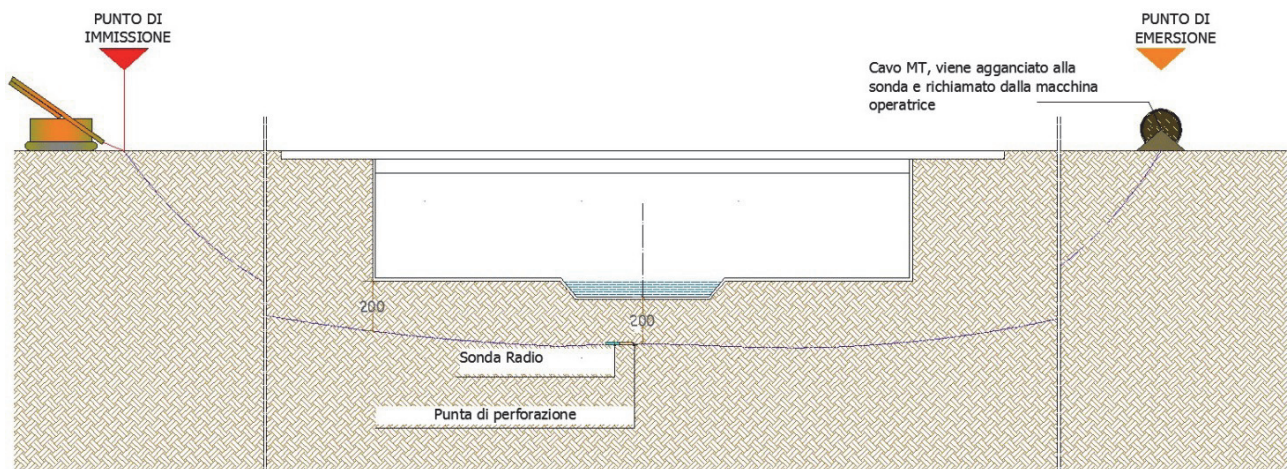
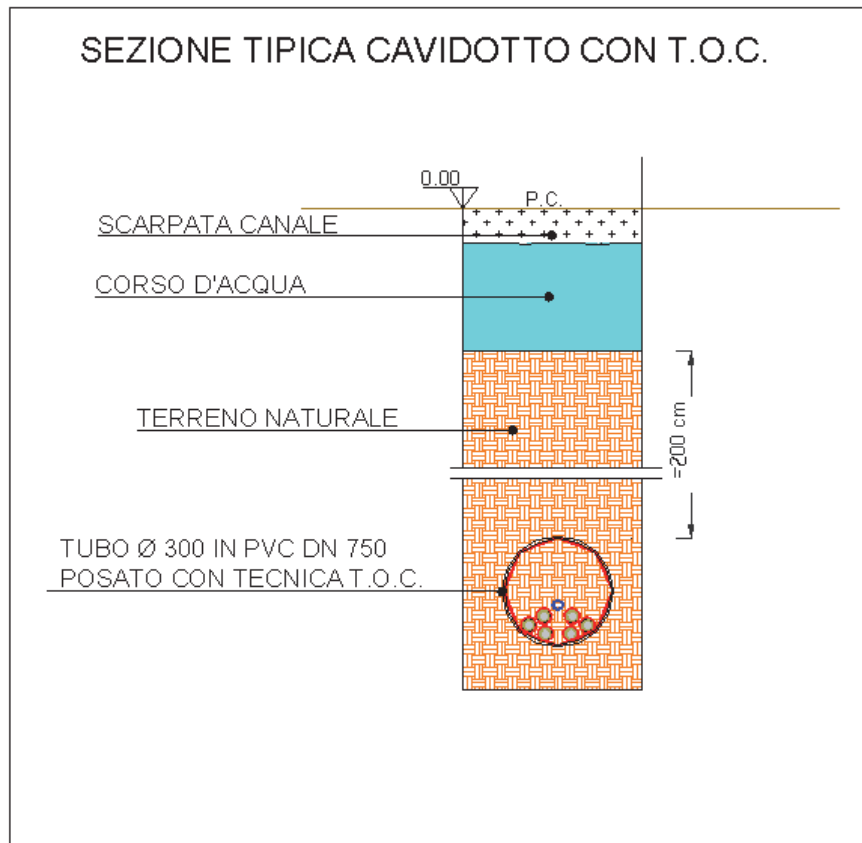
- ✓ esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;

- ✓ trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;

- ✓ tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, gli attraversamenti dei reticoli principali avverranno ad una profondità di 3,00 m dal punto più depresso del terreno su cui insistono le aree allagabili corrispondenti e le operazioni di scavo direzionale avverranno a partire da una opportuna distanza dalle aree allagabili stesse in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi esemplificativi della TOC.



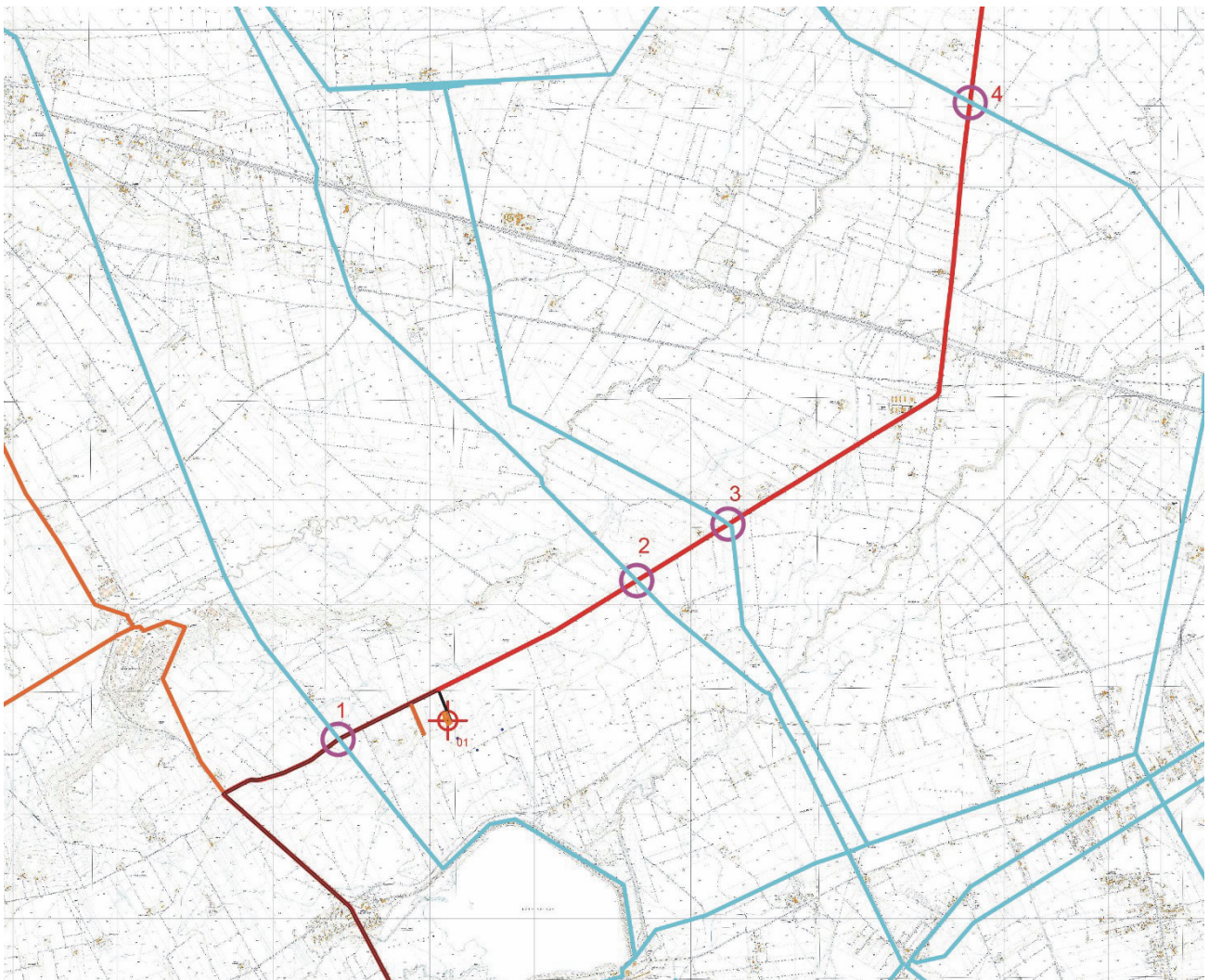
Per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza di aree perimetrate BP, si utilizzerà la tecnica di scavo a cielo aperto ed in accordo a quanto previsto per i reticoli principali si adotterà una profondità di posa pari a 3m.

Per lo scavo a cielo aperto si adotteranno opportuni accorgimenti illustrati di seguito:

- ✓ le operazioni di scavo e rinterro per la posa dei cavidotti non modificheranno il libero deflusso delle acque superficiali e non altereranno il regime delle eventuali falde idriche superficiali;

- ✓ saranno realizzate opere atte ad impedire il trasferimento nel sottosuolo di eventuali acque superficiali che si dovessero infiltrare nella trincea di scavo anche in funzione della pendenza longitudinale del fondo;
- ✓ durante l'esercizio delle opere sarà evitata, in modo assoluto, l'infiltrazione di acque piovane nelle trincee realizzate per la posa dei cavidotti.

Le interferenze cavidotto/acquedotto sono 4 e sono evidenziate nella seguente immagine su CTR



Le interferenze sono così suddivise:

- interferenza 1 prevede il passaggio cavidotto esterno/acquedotto e cavidotto interno/acquedotto;

- interferenze 2-3-4 prevedono il passaggio cavidotto esterno/acquedotto.

Tali interferenze verranno risolte con la trivellazione orizzontale controllata, TOC.



## 9. PREVISIONE OCCUPAZIONALE DEL PROGETTO

### Creazione di valore aggiunto

Il valore aggiunto è l'aggregato che consente di apprezzare la crescita del sistema economico in termini di nuovi beni e servizi messi a disposizione della comunità per impieghi finali. È la risultante dalla differenza tra il valore della produzione di beni e servizi conseguita dalle singole branche produttive e il valore dei beni e servizi intermedi dalle stesse consumati (materie prime e ausiliarie impiegate e servizi forniti da altre unità produttive).

### Ricadute occupazionali dirette

Sono date dal numero di Unità di lavoro direttamente impiegate nel settore oggetto di analisi (es: fasi di progettazione degli impianti, costruzione, installazione, O&M).

### Ricadute occupazionali indirette

Sono date dal numero Unità di lavoro indirettamente correlate alla produzione di un bene o servizio e includono le unità di lavoro nei settori "fornitori" della filiera sia a valle sia a monte.

### Occupazione permanente

L'occupazione permanente si riferisce alle Unità di lavoro impiegate per tutta la durata del ciclo di vita del bene (es: fase di esercizio e manutenzione degli impianti).

### Occupazione temporanea

L'occupazione temporanea indica le Unità di lavoro nelle attività di realizzazione di un certo bene, che rispetto all'intero ciclo di vita del bene hanno una durata limitata (es. fase di installazione degli impianti).

## POSSIBILI POSTI DI LAVORO

Oltre ai benefici di carattere ambientale che scaturiscono dall'utilizzo di fonti rinnovabili esplicitabili in barili di petrolio risparmiati, tonnellate di anidride carbonica, anidride solforosa, polveri, e monossidi di azoto evitate si hanno anche benefici legati agli sbocchi occupazionali derivanti dalla realizzazione di campi eolici.

Nello specifico, in corso di realizzazione dei lavori si determineranno da un lato variazioni a breve termine sull'occupazione della popolazione residente dall'altro un'influenza sulle prospettive a medio-lungo periodo soprattutto per le categorie dell'indotto:

- ✓ esperienze professionali generate;
- ✓ specializzazione di mano d'opera locale;
- ✓ qualificazione imprenditoriale spendibile in attività analoghe future, anche fuori zona, o in settori diversi;

oltre che dei principali settori produttivi coinvolti come:

- ✓ fornitura di materiali locali;
- ✓ noli di macchinari;
- ✓ prestazioni imprenditoriali specialistiche in subappalto,
- ✓ produzione di componenti e manufatti prefabbricati, ecc;
- ✓ realizzazione di opere di compensazione ambientale volte al miglioramento e decoro dell'ambiente su cui l'impianto insiste
- ✓ opere di compensazione di natura economica ambientale su base convenzione enti locali che realizzeranno opere di natura di interesse pubblico

Si prevede inoltre una crescente domanda di servizi e di consumi generata dalla ricaduta occupazionale con potenziamento delle esistenti infrastrutture e sviluppo di nuove attrezzature nei settori:

- ✓ alloggi per maestranze e tecnici fuori sede e loro familiari;
- ✓ ristorazione;
- ✓ ricreazione;
- ✓ commercio al minimo di generi di prima necessità, ecc.

Tali benefici, non dovranno intendersi tutti legati al solo periodo di esecuzione dei lavori, né resteranno confinati nell'ambito del solo territorio comunale.

Ad esempio, le esperienze professionali e tecniche maturate saranno facilmente spendibili in altro luogo e/o tempo soprattutto in virtù del crescente interesse nei confronti dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e del crescente numero di installazioni di tal genere.

Ad impianto in esercizio, ci saranno opportunità di lavoro nell'ambito delle attività di monitoraggio, telecontrollo e manutenzione del parco eolico, svolte da ditte specializzate che spesso si servono a loro volta di personale locale.

Più nello specifico l'occupazione nel settore eolico è associata alle seguenti principali tipologie di attività:

### **Sviluppo:**

- ✓ scouting, anemometria, anemologia, ingegneria di progetto, studi ed analisi ambientali, monitoraggi, carteggi progettuali, iter autorizzativo, ecc.
- ✓ consulenza specialistica (rilievi piano altimetrici, carotaggi, ecc.)
- ✓ consulenze specialistiche locali (agronomi, geologi, cartografi, ecc.)
- ✓ consulenze legali locali (contratti acquisto terreni, preliminari, ecc.)
- ✓ rogiti notarili (contratti, atti di servitù, cessioni, ecc.)
- ✓ società di ingegneria, periti (due diligence tecnica)
- ✓ studi legali, periti (due diligence legale e amministrativa)
- ✓ consulenti assicurativi, periti (due diligence assicurativa)
- ✓ istituzioni bancarie per il finanziamento

### **Costruzione/Installazione:**

- ✓ Aerogeneratore (generatore eolico, moltiplicatore di giri, rotore - cioè pale e mozzo - torre, freni, sistemi elettronici, navicella)
- ✓ Automazione di controllo e gestione, sistema trasmissione dati, sistemi di controllo remoto
- ✓ Apparecchiature elettromeccaniche (cavi elettrici, connessione alla rete, quadri elettrici, trasformatori MT/AT, ecc.)
- ✓ opere civili per strade di impianto, adeguamento viabilità, piazzole e fondazioni, sottostazioni elettriche e connessione con rete elettrica nazionale, scavi per cavidotti interrati, rilievi, livellamenti, ripristini ambientali, ecc.

### **Gestione/manutenzione:**

- ✓ parco eolico (manutenzione strade, sgombero neve, cartellonistica, ecc.)
- ✓ aerogeneratori (ordinaria e straordinaria manutenzione)
- ✓ sottostazione elettrica (ordinaria e straordinaria manutenzione).

In particolare per le diverse iniziative riguardanti solo le attività dirette e tralasciando la componente indiretta di ricaduta sul territorio che comunque gioca un ruolo importante, mediando tra tutti i parchi sviluppati si evince la distribuzione occupazionale ed una corrispondenza previsionale relativa all'impianto in progetto.

|                                      | <b>n. persone coinvolte</b> | <b>Giorni di lavoro/uomo</b> | <b>Giorni di lavoro</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>Sviluppo + Ingegneria</b>         | <b>35</b>                   | <b>1460</b>                  | <b>51100</b>            |
| <b>Costruzione/<br/>Istallazione</b> | <b>238</b>                  | <b>1000</b>                  | <b>238000</b>           |
| <b>Gestione/manutenzione</b>         | <b>25</b>                   | <b>7300</b>                  | <b>182500</b>           |

*Dati occupazionali previsionali*

A tali addetti si aggiungono tutte le competenze tecniche e professionali che svolgono lavoro sotto forma indiretta e che sono parte del sistema economico a monte e a valle della realizzazione dell'impianto eolico pari a circa il doppio rispetto a quello diretto.

L'impianto diverrà, inoltre, un polo di attrazione ed interesse per tutti coloro che vorranno visitarlo. È stato comprovato che nella maggioranza delle occasioni l'istallazione di un parco eolico diviene un'attrattiva turistica, che può essere potenziata con gli accorgimenti opportuni, come l'organizzazione di visite guidate per scolaresche o gruppi, ai quali si mostri l'importanza dell'energia rinnovabile ai fini di uno sviluppo sostenibile.

La realizzazione del parco eolico non mostra nessun elemento di contrasto con le attività tradizionali, agricoltura e/o allevamento: la minima occupazione di suolo, degli aerogeneratori e delle infrastrutture civili associate, in larga parte già esistenti (in particolare la strada di accesso al sito), consente di mantenere inalterato lo svolgimento delle attività preesistenti.