REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNI DI CAIRO MONTENOTTE E ALTARE

PARCO EOLICO "BRIC SURITE" (27MW) nei Comuni di Cairo Montenotte e Altare

ORDINE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI
Dott. Giorgio Curetti
N. 232 ALBO
CUNEO

Firmato digitalmente
da: CURETTI GIORGIO
Data: 12/05/2024
10:37:29

Firmato digitalmente da: viara samuele
Ruolo: Ingegnere
Descrizione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo, Sezione: A, Settore: a-b-c, Numero di iscrizione: A1949, Data di iscrizione: 14/01/2009, Data di abilitazione: 2003 - Sessione n.2
Organizzazione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo
Data: 13/05/2024 23:20:45

Valutazione di impatto elettromagnetico

DATA	REVISIONE
Agosto 2023	*Procedura di Verifica di assoggettabilità a VIA - Screening*
Dicembre 2023	*Procedura di Autorizzazione Unica Provinciale (AUP)*
Aprile 2024	*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)*

PROGETTISTI:

Ing. Samuele Viara

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

Dott. For. Giorgio Curetti

ORDINE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI
Dott. Giorgio Curetti
N. 232 ALBO
CUNEO

SOCIETA' PROPONENTE:

DA1 S.r.l
Corso di Porta Romana 23
20122 Milano (MI)
C.F e P.IVA 02673660227

DA1

TRYNITY ENERGIE

ELABORATO

02.VIA.R.23

Sommario

1. Premessa 2
2. SOCIETA' PROPONENTE 3
3. INDICAZIONI GENERALI 4
4. Normativa 5
5. L'IMPIANTO 6
   - Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati 9
   - Induzione magnetica degli aerogeneratori 11
   - Campi elettrici 11
6. Conclusioni 11

1. Premessa

La società **DA1 Srl**, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del SAVONA, in agro del comuni di ALTARE e CAIRO MONTENOTTE e MALLARE (solo per la parte di connessione).

L'impianto, denominato parco eolico "BRIC SURITE", sarà costituito da n.6 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 4,5 MW, per una potenza installata fino a 27 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori producono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. Quest'ultima è costituita da un elettrodotto interrato in media tensione (36kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dall'impianto, attraverso un collegamento in antenna a 36 kV, ad una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "MAGLIANO – VADO LIGURE".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 6 aerogeneratori, da 4,5 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 112 m e diametro del rotore fino a 136 m, e dalle relative opere civili connesse quali, le strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente in un collegamento in antenna a 36 kV, ad una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "MAGLIANO – VADO LIGURE".

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della

direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i.

Scopo del presente documento è stimare le emissioni elettro-magnetiche connesse all'esercizio del parco eolico "BRIC SURITE", che la società DA1 Srl propone di realizzare in agro del comuni di ALTARE e CAIRO MONTENOTTE e MALLARE (SV), definendo eventuali fasce di rispetto dalle componenti dell'impianto.

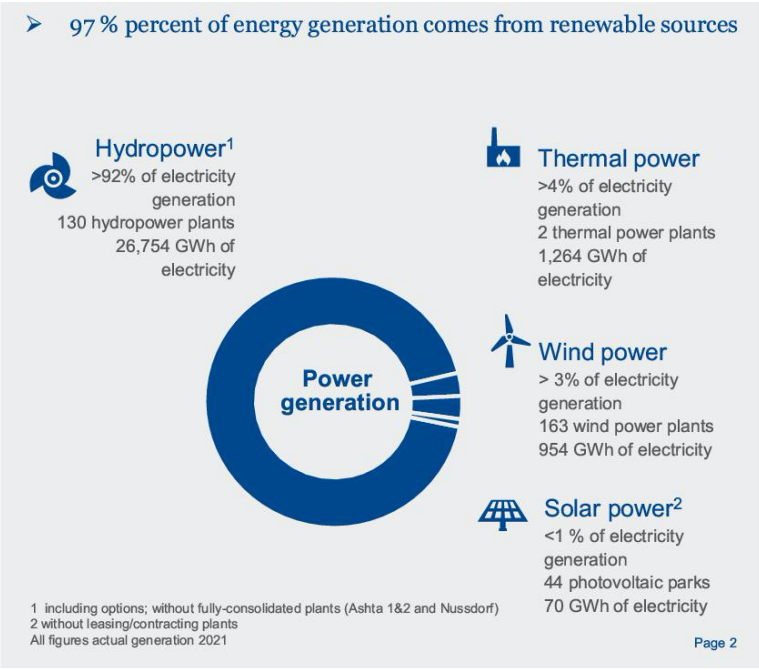
2. SOCIETA' PROPONENTE

DA1 srl, è una Società attiva nello sviluppo di Impianti di energia rinnovabile.

DA1 srl

- Corso di Porta Romana, 23
- 20122 MILANO (MI) – Italia
- Codice Fiscale e Partita IVA 02673660227

DA1 srl è una società della Holding VERBUND AG utility austriaca che opera in tutta Europa. Il 97% della propria produzione di energia deriva da fonti rinnovabili. La principale fonte, in particolare è quella idroelettrica. In ambito eolico la produzione annuale di Verbund si attesta attorno ai 1.000 GWh/anno, tra i vari impianti che la Società ad oggi ha in esercizio. In Italia, il progetto di Impianto eolico "Bric Surite" è il primo che la Società ha acquisito.



ETICA, TRASPARENZA e RISPETTO associate ad una elevata professionalità sono le principali caratteristiche che contraddistinguono la Società coinvolta in questa esperienza progettuale da cui nasce l'idea del PARCO EOLICO "BRIC SURITE".

3. INDICAZIONI GENERALI

Si definisce campo elettrico una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo elettrico, dovuta alla presenza di cariche elettriche; in tale regione una particella carica elettricamente risulta sottoposta a una forza di attrazione o repulsione.

Il campo magnetico è invece una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo magnetico, causata da un magnete o dal passaggio di una corrente elettrica in un conduttore; all'interno di un campo magnetico un dipolo magnetico è soggetto a una forza di rotazione (momento) che tende a modificarne l'orientamento nello spazio.

Un campo elettromagnetico è il risultato della concatenazione di un campo elettrico e di un campo magnetico generati da un campo (elettrico o magnetico) variabile nel tempo; i campi elettromagnetici hanno la proprietà di diffondersi nello spazio e di trasportare energia e sono usualmente rappresentati sotto forma di onde con determinata frequenza (numero di oscillazioni al secondo).

I campi elettromagnetici sono usualmente classificati secondo la frequenza in:

- Campi a Frequenza Estremamente Bassa, detti ELF (Extremely Low Frequency), da 30 a 300 Hz;
- Campi a Radiofrequenza, detti RF, da 300 kHz a 300 MHz;
- Microonde, da 300 MHz a 300 GHz.

I campi generati dagli elettrodotti sono caratterizzati dalla cosiddetta frequenza industriale (50Hz) e pertanto appartengono alla prima categoria (ELF). Per essi non si parla usualmente di campi elettromagnetici ma, separatamente, di campi elettrici e campi magnetici. Ciò è dovuto al fatto che, a frequenze così basse, le principali proprietà dei campi elettromagnetici, cioè la concatenazione dei campi e la capacità di irradiarsi nello spazio, vengono a mancare. Il campo elettrico e quello magnetico hanno pertanto proprietà, e assumono valori, indipendenti l'uno dall'altro e, inoltre, esauriscono in massima parte i loro effetti a distanza limitata dalla sorgente.

L'intensità del campo elettrico, generalmente indicata con la lettera E, si esprime in Volt per metro (V/m), generato dagli elettrodotti, mantiene livelli stabili nel tempo in una data posizione spaziale e dipende da diversi fattori:

- dalla tensione della linea (cresce al crescere della tensione);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

L'intensità del campo magnetico è indicata con la lettera H ed è espressa in Ampere per metro (A/m); oltre a tale unità di misura è frequentemente utilizzata la grandezza "induzione elettromagnetica", indicata con la lettera B ed espressa usualmente in Tesla (T) o micro Tesla (μT). Tale grandezza è correlata alla permeabilità magnetica del mezzo attraversato. Nei mezzi isotropi B e H assumono lo stesso valore: poiché la permeabilità magnetica dell'aria e del corpo umano sono uguali, nelle valutazioni che hanno attinenza con la salute umana i due termini sono usati indifferentemente.

I livelli di campo magnetico variano nel tempo in funzione della variazione di corrente, infatti la sua intensità dipende:

- dalla corrente che scorre lungo i fili conduttori delle linee (aumenta con l'intensità di corrente sulla linea);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

4. Normativa

La Legge n.36 del 22 febbraio 2001 è indirizzata alla tutela della salute della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da qualsiasi impianto che operi nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 300 GHz e che emetta in ambiente esterno o in ambiente interno. La tutela della salute viene conseguita attraverso la definizione di tre differenti livelli: limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità. Il DPCM 08/07/2003 disciplina, a livello nazionale, in materia di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz) generati dagli elettrodotti, fissando:

- i limiti per il campo elettrico (5 kV/m);
- i limiti per l'induzione magnetica (100 μT);
- i valori di attenzione (10 μT) e gli obiettivi di qualità (3 μT) per l'induzione magnetica;

Il decreto prevede, inoltre, la determinazione di distanze di rispetto dalle linee elettriche, definibili come il luogo dei punti circostanti la fonte del campo magnetico caratterizzati da una induzione magnetica di intensità uguale all'obiettivo di qualità. La distanza di prima approssimazione (DPA), è definibile come la proiezione in pianta di tale distanza di rispetto.

5. L'IMPIANTO

L'opera proposta non costituisce una sorgente di radiazioni ionizzanti. Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti queste sono associate all'elettrodotto interrato in media tensione.

La soluzione prescelta per il collegamento alla rete elettrica nazionale è costituita da un elettrodotto interrato a 36 kV della lunghezza di circa 4849 km. Si precisa che i cavidotti interni al parco collegheranno gli aerogeneratori in configurazione "entra-esce" fino ad arrivare ad una cabina di CONSEGNA da cui parte una terna da 400 mmq.

I conduttori avranno una lunghezza totale (somma del tratto interno al parco eolico e del tratto di connessione alla SSE) di 4849 km per il cavidotto esterno all'impianto, 5327 km per il cavidotto che collega le torri tra di loro. La sezione dei conduttori è dimensionata per garantire la portata di corrente di progetto e per mantenere la caduta di tensione al di sotto del 4%. Considerando di utilizzare cavi di tipo unipolare con conduttori in alluminio, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H5E), tale obiettivo si ottiene con cavi di sezione come illustrato nella tabella seguente.

In tabella si riportano i dettagli:

	TRATTO		LUNGHEZZA [m]	SEZIONE cavo [mmq]	POTENZA trasportata [MW]	In[A]
INTERNO	V6A	CONSEGNA	65	185	4,5	126
	V7E	V1D	990	185	4,5	126
	V1D	CONSEGNA	1219	185	9	301
	V4C	V2B	519	185	4,5	126
	V2B	RACCOLTA	60	185	9	301
	V3B	RACCOLTA	780	185	4,5	126
	RACCOLTA	CONSEGNA	1694	300	13,5	301
ESTERNO	CONSEGNA	RTN	4849	400	27	377

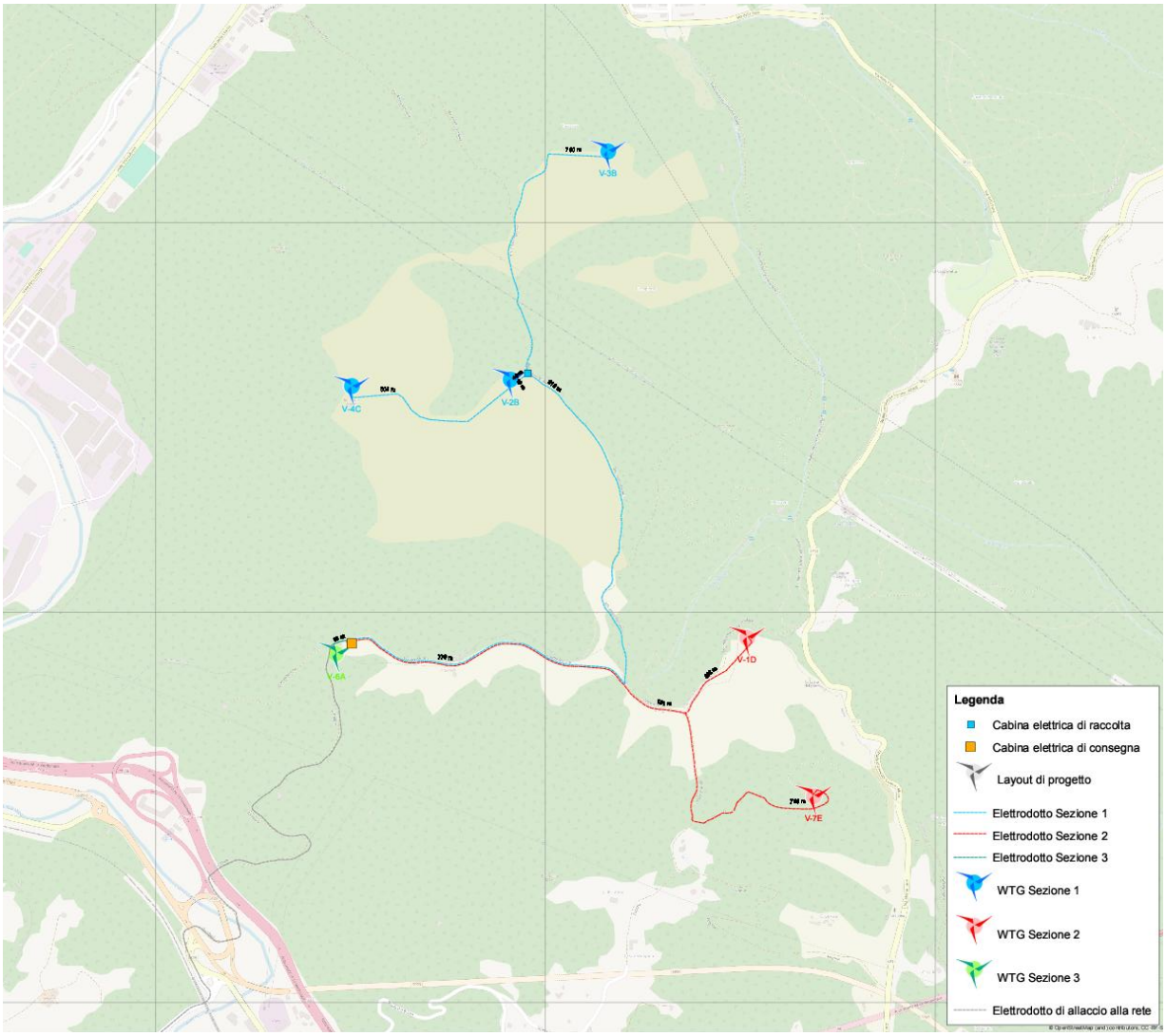


Figura 1 – Tratto di cavidotto interrato interno al Parco Eolico Bric Surite

Nella Figura seguente è riportato il tratto tra la C.R. Cabina di Raccolta e quella di Consegna in prossimità della Linea RTN a 380 "MAGLIANO – VADO LIGURE".

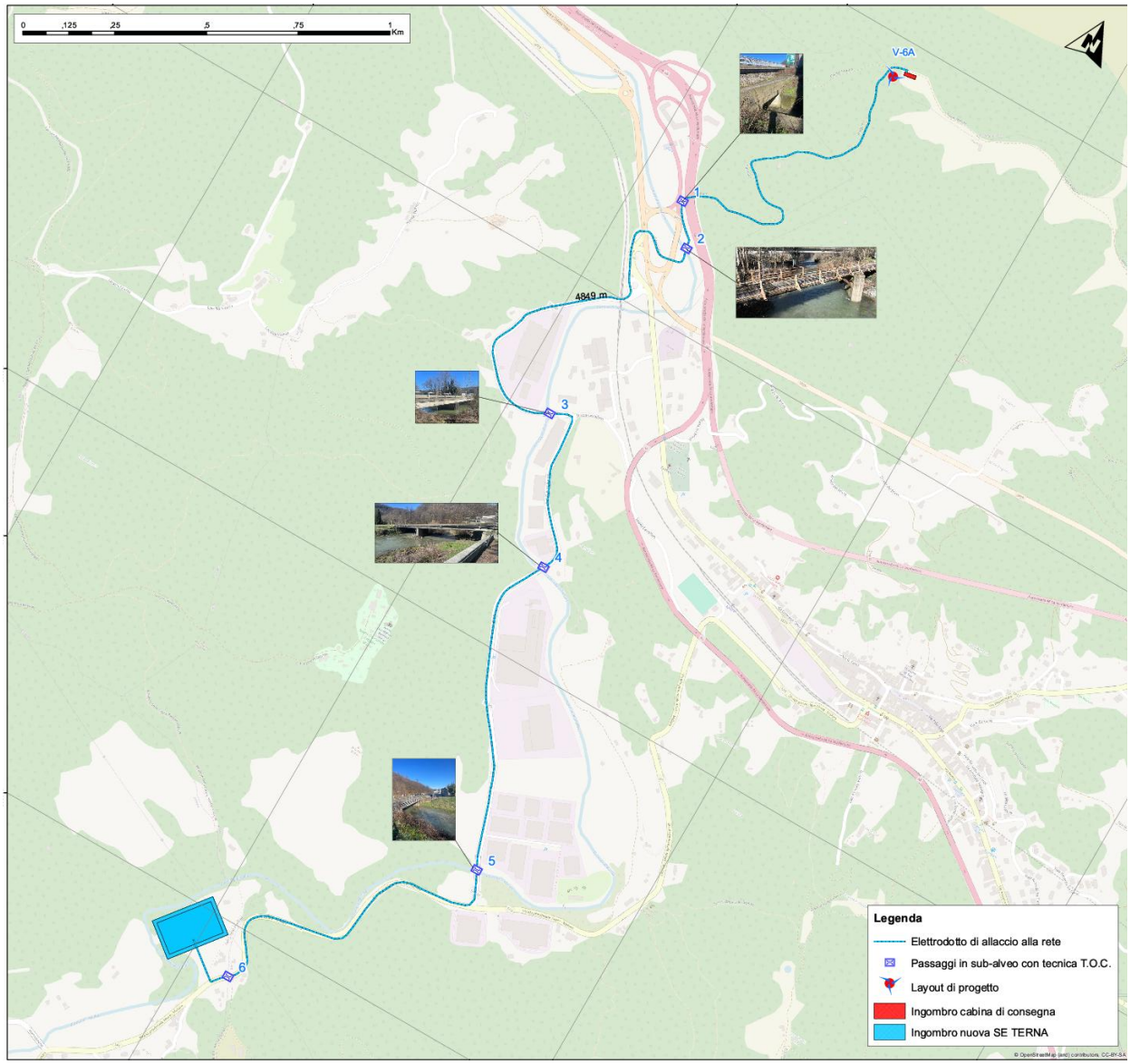


Figura 2 – Tratto di cavidotto interrato esterno al Parco Eolico BRIC SURITE di allaccio alla Linea AT a 380 KV

I cavi in MT saranno direttamente interrati in trincee di sezione variabile compresa tra i 50 cm e 90 cm, rispettivamente per la posa da una a due terne di conduttori in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori, secondo i tipici illustrati nell'elaborato "**02.VIA.T.31 – Sezioni stradali e cavidotti – Tipologie costruttive**" (Tipici di posa del cavidotto).

- **Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati**

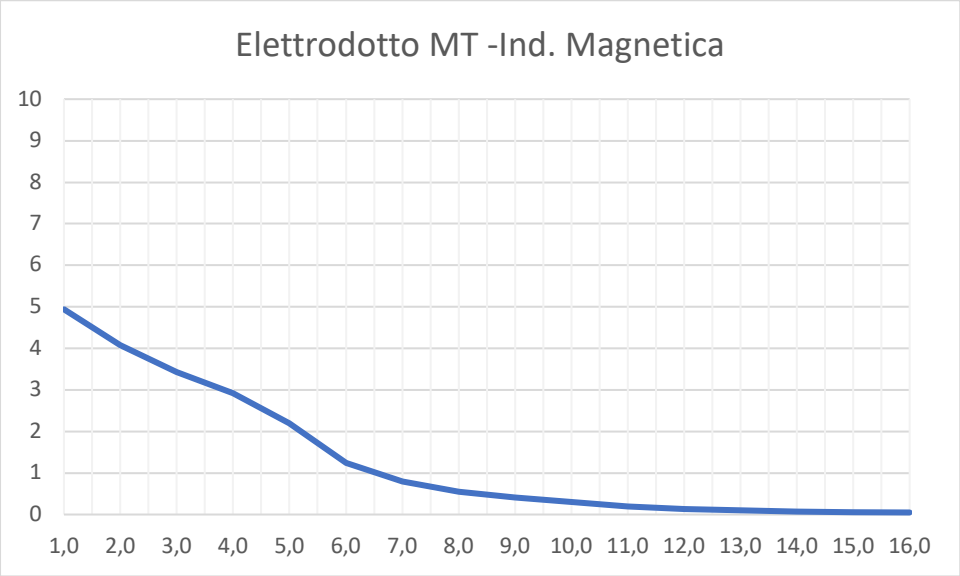
Il cavidotto in media tensione sarà costituto da una o due terne di conduttori direttamente interrati in trincea con una profondità di scavo di 1,20 m. I conduttori saranno quindi posati a 1,10 m al di sotto del piano campagna.
La soluzione con cavi interrati permette di ridurre drasticamente i campi elettromagnetici emessi, annullando sostanzialmente il campo a pochi metri dal suolo grazie al potere schermante del terreno; per quanto riguarda l'induzione magnetica, l'effetto schermante risulta minore ma l'attenuazione aumenta molto rapidamente con la distanza.

Elettrodotto interrato in MT, singola terna:
In Tabella è riportato l'andamento dell'intensità del campo magnetico indotto da tre conduttori unipolari, in singola terna, di alluminio a 36 kV posati a trifoglio e di sezione 400 mmq, in funzione della distanza dai conduttori. Ai sensi della norma CEI 106-11, infatti, il campo magnetico indotto, per i conduttori in singola terna può essere stimato sulla base della formula semplificata:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * (S*I) / D^2$$

Dove:
I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]
S è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)
D è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.
La massima corrente circolante nel conduttore considerata è pari a 377 A, corrispondente ad una potenza di 14 MW e una tensione di 36 kV. La distanza tra le fasi è ipotizzata pari al diametro esterno dei conduttori, ovvero 53,5 mm.

Come illustrato nel grafico seguente, il valore corrispondente agli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica (pari a 3 μT), viene raggiunto ad una distanza di circa 1,26 m dai conduttori interrati; valore superiore alla profondità di posa dei conduttori di 1,1 m.



DISTANZA (m)	CAMPO MAGNETICO (microT)
0.5	19.76199542
1	4.940498337
1.1	4.083056905
1.2	3.430901983
1.3	2.923372104
1.5	2.195777269
2	1.235124714
2.5	0.790479817
3	0.548944317
3.5	0.403306029
4	0.308781178
5	0.197619954
6	0.137236079
7	0.100826507
8	0.077195295
9	0.060993813
10	0.049404989

Tale valore può essere convertito in distanza orizzontale dal centro dell'elettrodotto valutata alsuolo (h=0) mediante la formula semplificata:

$$Dx = \sqrt{0{,}082 \cdot S \cdot I - d^2}$$

dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata

pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)
d è la distanza verticale tra l'asse dell'elettrodotto interrato e il piano campagna.
Ne risulta che al suolo a una distanza orizzontale maggiore o uguale a 0,62 m dall'asse dell'elettrodotto la condizione di B<3 μT è soddisfatta. La DPA in questo caso assume il valore dell'intero immediatamente superiore, come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008, ed è dunque pari 1 m.

- **Induzione magnetica degli aerogeneratori**

Per quanto concerne gli aerogeneratori, la generazione di campi magnetici è legata al generatore elettrico BT e al trasformatore MT/BT ubicati all'interno della navicella. Il campo magnetico prodotto da questi due componenti risulta quindi totalmente trascurabile, in virtù dell'altezza alla quale la navicella è collocata, ovvero superiore a 100 m dal suolo. Per le altre componenti elettriche interne agli aerogeneratori, caratterizzate da soli quadri elettrici e non da trasformatori, si può far riferimento a quanto stimato in precedenza per il cavidotto MT, ottenendo perciò valori al di sotto dell'obiettivo di qualità imposto dalla normativa a distanze dell'ordine del metro, e dunque interne al perimetro della torre dell'aerogeneratore.

- **Campi elettrici**

Il cavidotto in media tensione interrato, sarà dotato di schermatura o di massa metallica direttamente collegata all'impianto di terra. Si può quindi affermare che i componenti dell'impianto saranno a potenziale nullo (potenziale di terra pari a zero), e di conseguenza in grado di schermare totalmente i campi elettrici.

6. Conclusioni

Dall'analisi condotta si può concludere che i valori di induzione magnetica e dei campi elettrici generati dal parco eolico e dalle opere di connessione alla rete sono compatibili con i requisiti della normativa di riferimento. Si riassumono nella seguente tabella le DPA risultanti dalle analisi svolte:

	DPA
Elettrodotto interrato in MT singola terna	1 m
Elettrodotto interrato in MT doppia terna	2 m

Le distanze di prima approssimazione individuate non interferiscono in alcun punto con potenziali recettori. In particolare, all'interno delle DPA non si riscontrano luoghi adibiti alla presenza di persone per più di 4 ore, abitazioni, ambienti scolastici o aree di gioco per l'infanzia.