

SOMMARIO

PREMESSA	2
INTRODUZIONE	2
INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
INQUADRAMENTO DELL'AREA ED INDIVIDUAZIONE LUOGHI TUTELATI	5
COMPONENTI DEL PROGETTO IN GRADO DI GENERARE CAMPI ELETTROMAGNETICI	6
A IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI	6
B CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI	6
I. <i>Aerogeneratori</i>	6
II. <i>Sottostazione Elettrica</i>	8
III. <i>Cavi interrati</i>	12
IV. <i>Raccordo aereo AT</i>	13
SINTESI	14

PREMESSA

La presente relazione si pone l'obiettivo di valutare e descrivere l'impatto elettromagnetico risultante dalla realizzazione del progetto eolico proposto dalla società ITW EMME Srl, ed ubicato in agro dei comuni di Montescaglioso e Pomarico (MT), ed alle opere ad esso connesso.

Nella presente relazione si stabiliscono i campi elettromagnetici prodotti nonché le distanze di rispetto oltre le quali appaiono soddisfatti i limiti e gli obiettivi di qualità imposti dalla normativa in vigore, verificando che all'interno di queste fasce non siano presenti luoghi tutelati.

INTRODUZIONE

Ciascuna apparecchiatura che genera o che viene attraversata da una corrente elettrica è caratterizzata da un campo elettromagnetico. Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è delineato da due vettori: il campo elettrico e l'induzione magnetica. Il primo, calcolato in V/m, è strettamente connesso all'intensità e al voltaggio della corrente mentre, l'induzione magnetica, che si misura in μT , dipende dalla permeabilità magnetica del mezzo.

Il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il campo magnetico.

Le grandezze che contraddistinguono il campo elettrico ed il campo magnetico sono in generale correlate, con eccezione per i campi a frequenze molto basse, per le quali il campo elettrico ed il campo magnetico possono essere ritenuti indipendenti.

In generale le correlazioni tra campo elettrico e campo magnetico sono molto complesse, dipendono dalle caratteristiche della sorgente, dal mezzo di propagazione, dalla presenza di ostacoli nella propagazione, dalle caratteristiche del suolo e dalle frequenze in gioco.

La diffusione del campo elettromagnetico nello spazio avviene nello stesso modo in tutte le direzioni; la diffusione può essere comunque alterata dalla presenza di ostacoli che, a seconda della loro natura, inducono sul campo elettromagnetico riflessioni, rifrazioni, diffusioni, assorbimento, ecc.

La diffusione del campo elettromagnetico può comunque essere alterata anche dalla presenza di un altro campo elettromagnetico.

Nel presente documento si esaminano le apparecchiature e le infrastrutture necessarie alla realizzazione del progetto del progetto eolico proposto, con particolare riguardo alla

generazione di campi elettromagnetici a bassa frequenza. Tutte le componenti del progetto operano, infatti, alla frequenza di 50 Hz, coincidente con la frequenza di esercizio della rete di distribuzione elettrica nazionale.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Al fine della valutazione della compatibilità elettromagnetica delle opere, sono stati adoperati i seguenti riferimenti normativi:

- ☉ *DPCM 8/7/2003* “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- ☉ *L. n. 36 del 22/02/2001* “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- ☉ *DPCM 23/04/1992* “Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;
- ☉ *Norma CEI 211-4* “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- ☉ Decreto del Ministero dell’Ambiente del 29 Maggio 2008.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si è fatto riferimento al documento, reso disponibile liberamente in rete, prodotto da Enel Distribuzione ed intitolato “Linee guida per l’applicazione dell’Allegato al D.M. 29.05.08”, nel quale si riportano le fasce di rispetto per i più diffusi tipi di cavidotti interrati ed aerei.

La legge del 22 febbraio 2001, n. 36 fornisce le principali definizioni tecniche:

- L’art. 3, comma 1, lettera b) definisce il limite di esposizione come “è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità' di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a)”, mentre alla lettera c) il valore di attenzione come “è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità' di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso

⌘ . . . ⌘ . . . _____ . . . ⌘ . . . ⌘

costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge”.

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz prodotti da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 hV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura di cautela al fine della protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici prodotti alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze maggiori o uguali a quattro ore giornaliere, si opta per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni normali di esercizio.

- l'art. 4, comma 2, lettera a) prevede che con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente di concerto con il Ministro della Sanità, siano fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione dalla esposizione della popolazione, nonché le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di emissioni elettromagnetiche.

Il DPCM del 23 aprile 1992 regola i limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico alla frequenza industriale nominale negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Il DPCM seguente, dell'8 Luglio 2003 fissa anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

Riassumendo l'atto normativo DPCM del 23 Aprile 1992 individua i seguenti limiti massimi di esposizione:

- ⊗ 5kV/m e 100 μT , rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, in aree o ambienti in cui gli individui trascorrono una parte significativa della loro giornata;
- ⊗ 10kV/m e 1000 μT , rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, nel caso in cui l'esposizione sia ragionevolmente limitata a poche ore al giorno.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Il decreto delinea le distanze di rispetto dagli elettrodotti aerei da 132kV, 220kV e 380kV, rispetto ai fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati.

Nel caso di esposizione a sorgenti operanti alla frequenza nominale di 50 Hz, il limite di esposizione all'induzione magnetica è pari a 100 μ T, mentre il limite di esposizione al campo elettrico è pari a kV/m.

Frequenza 50 Hz	Intensità di Campo Elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μ T)
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Limiti sull'esposizione a campi elettromagnetici a 50 Hz indicati dal DPCM dell'8 Luglio 2003

INQUADRAMENTO DELL'AREA ED INDIVIDUAZIONE LUOGHI TUTELATI

L'impianto in questione è situato nei comuni di Montescaglioso e Pomarico (MT).

Gli aerogeneratori saranno installati presso area adibita ad uso agricolo e priva di centri abitati nelle vicinanze. In prossimità dell'area sono presenti alcuni fabbricati ad uso agricolo, destinati a ricovero durante il periodo del raccolto, mentre i nuclei abitati più vicini risultano essere quelli di Pomarico e Montescaglioso, i quali si trovano rispettivamente ad una distanza (minima e massima) di circa 2.8/11 km e 7/11 km dal sito interessato dal progetto.

Il cavidotto di collegamento tra parco eolico e stazione utente, si sviluppa per la maggior parte su strada pubblica.

La sottostazione elettrica di collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), sarà ubicata a circa 1 km dal centro abitato di Bernalda (MT) in direzione NO dal centro stesso.

COMPONENTI DEL PROGETTO IN GRADO DI GENERARE CAMPI ELETTROMAGNETICI

| A | IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI

Il progetto eolico presentato ipotizza la realizzazione di un impianto volto alla produzione e al trasporto di energia elettrica mediante lo sfruttamento del vento. Gli elementi fondamentali di un impianto eolico che possono dare luogo a campi elettromagnetici sono:

- Aerogeneratori;
- Cavidotti, per il collegamento delle cabine di macchina alla sottostazione elettrica di utenza (cavi a 30 kV) e per il collegamento della stazione elettrica di utenza al punto di connessione (cavi a 150 kV);
- Sottostazione Elettrica, nella quale si eleva la tensione, mediante trasformatore, da 30 kV a 150 kV per l'immissione alla RTN dell'energia prodotta.
- Impianti di rete per la connessione, e cioè le modifiche da apportare agli impianti di rete al fine di renderli idonei a connettere l'impianto eolico.

| B | CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI

I. Aerogeneratori

L'aerogeneratore è composto da un supporto metallico continuo (torre tubolare) alla cui estremità superiore è impiantata la "navicella", ossia il sistema di conversione dell'energia eolica in energia elettrica, formato da: pale, albero di trasmissione, moltiplicatore di giri e generatore elettrico.

I componenti ritenuti potenzialmente più significativi nell'indurre campi elettromagnetici sono il generatore ed il trasformatore BT/MT.

Per quanto concerne il generatore, il valore della tensione in uscita è pari a 660 V, quindi prossimo alla tensione disponibile in tutte le abitazioni, e l'entità dei campi elettromagnetici attorno è trascurabile. A maggior ragione il pericolo da campi elettromagnetici appare trascurabile in quanto le navicelle vengono poste in quota a distanza considerevole dal terreno, e che a questa distanza si aggiunge quella che per motivi di sicurezza gli aerogeneratori mantengono sempre da fabbricati residenziali.

Con riferimento al trasformatore a servizio degli aerogeneratori, è situato a base torre ed innalza la tensione dai 660 V prodotti dal generatore a 30 kV, allo scopo di minimizzare le perdite di trasmissione.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

I valori di induzione specifici di induzione elettrica e magnetica dipendono dalle modalità di realizzazione della cabina medesima, dal tipo di trasformatore installato e dalle proprietà schermanti della struttura che ospita il trasformatore.

Per eseguire il calcolo della fascia di rispetto ci si è riferito al metodo di calcolo proposto dall'APAT (Agenzia per la Protezione e Servizi Tecnici) come previsto dal DPCM 8 luglio 2003, adottando le seguenti grandezze di ingresso:

Corrente nominale di bassa tensione del trasformatore	5.058 A
Diametro dei cavi in uscita dal trasformatore	0,001 m

Al fine del calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (o Dpa, e cioè distanza, in pianta sul livello del suolo, da tenere dalla proiezione del centro linea per essere esterni alla fascia di rispetto) si è fatto riferimento all'equazione ed alla tabella che seguono:

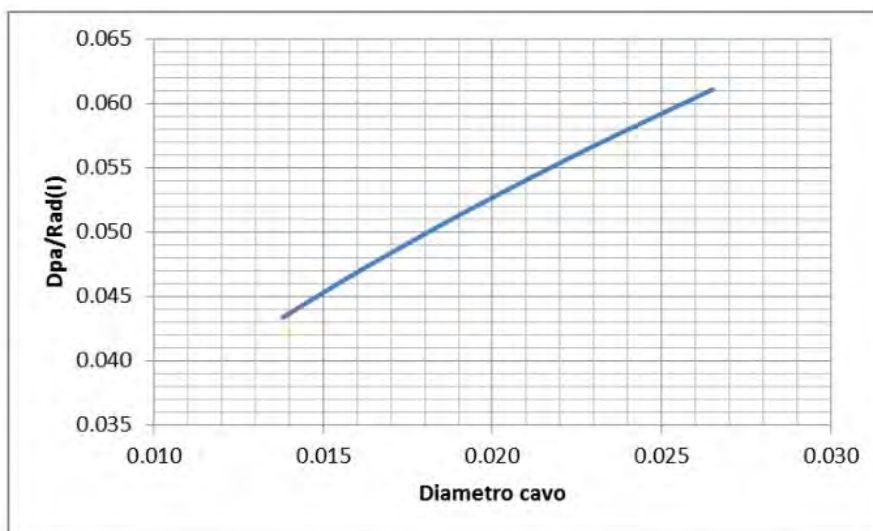
Equazione della curva:
$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0.40942 \cdot x^{0.5241}$$

dove:

Dpa = Distanza di prima approssimazione [m];

I = Corrente nominale [A];

x = Diametro dei cavi [m].



Rappresentazione dell'andamento del rapporto tra Dpa e radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi

La DPA risultante dal calcolo in riferimento al trasformatore BT/MT di ogni aerogeneratore vale 2,5 metri. Il trasformatore è, come anticipato, ubicato a base torre, quest'ultima

☒ . . . ☒ . . . _____ . . . ☒ . . . ☒

avente diametro di circa 4,3 metri, mentre la fondazione ha diametro di circa 25/30 metri. Data la DPA inferiore alle dimensioni della fondazione, i limiti di esposizione sono verificati con certezza.

Va inoltre precisato che l'accesso alle piazzole, nei pressi degli aerogeneratori ed all'interno degli stessi, è consentito solo a personale esperto ed addestrato, che comunque accede a tali aree solo occasionalmente e per tempi limitati in occasione di manutenzioni programmate e/o straordinarie.

II. Sottostazione Elettrica

Nella futura sottostazione elettrica di trasformazione e consegna, da realizzare in agro del comune di Bernalda (MT), la tensione sarà innalzata da 30 a 150 kV per l'immissione sulla RTN in alta tensione. La fondamentale fonte di inquinamento elettromagnetico è il trasformatore da 70 MVA, a cui si aggiungono attrezzaggi in media ed alta tensione.

Al fine della determinazione della DPA si può fare riferimento alla già citata guida prodotta da Enel, che fornisce un valore precalcolato per una stazione con trasformatore da 63 MVA (essendo la potenza quasi pari al doppio di quella del trasformatore in esame, questa scelta appare essere molto cautelativa). Come si vede dall'estratto riportato a seguire, la DPA risulta di 14 metri dagli impianti in alta tensione e di 7 metri da quelli in media tensione.

Dato che la recinzione al servizio della stazione ha dimensioni circa 25 x 45, e gli impianti in alta tensione vengono ubicati approssimativamente al centro, risulta che DPA appare quasi completamente interna al perimetro della stazione, e comunque molto distante dai primi fabbricati abitati situati come anticipato a diverse centinaia di metri.

Si è comunque provveduti anche al calcolo analitico della fascia di rispetto, ovvero del campo elettromagnetico indotto dalla sottostazione elettrica.

La stazione utente avrà una sezione a 150 kV e una sezione in ingresso a 30 kV. La stazione è commisurata in base alla massima potenza dell'impianto, e verrà composta dalle opere e dagli impianti che seguono:

- ☉ N° 1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/150 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
 - N° 2 trasformatori trifase di potenza 42/50 MVA, 150/30 kV, ONAF, provvisto di commutatore sotto carico lato AT;

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

- N° 2 terne di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore di potenza e sia per il cavidotto in uscita interrato AT;
- N° 4 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-5-5-5 A, 10 VA-0.2, 20 VA-0.2, 30 VA-5P30, 30 VA-5P30;
- N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVM per esterno, con rapporto (150000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ V), 10 VA cl. 0.2;
- N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
- N° 4 trasformatori di tensione capacitivi TV per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto [(150000: $\sqrt{3}$)/(100: $\sqrt{3}$)/(100: $\sqrt{3}$)/(100: $\sqrt{3}$)/(100:3) V], 20 VA-Cl.0.2, 20 VA-Cl.0.2, 30 VA- Cl.3P, 30 VA- Cl.3P;
- N° 1 sezionatore 170 kV;
- ☉ N° 1 edificio comandi e N°1 edificio ad uso del turbinista, costituiti da container coibentati e contenenti:
 - n° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT-potenza 50 kVA;
 - distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte;
 - impianto di illuminazione;
 - contatore per misure fiscali;
 - impianto di climatizzazione per i quadri Mt/Bt;
 - impianto di rilevazione incendio e antintrusione;
- ☉ N° 4 torri faro.

La pianta e la sezione degli edifici vengono rappresentate nelle tavole allegate al presente progetto.

Il trasformatore di potenza varrà alimentato dal quadro elettrico MT di collegamento dell'elettrodotto interrato al palco eolico. L'energia elettrica, dopo essere stata trasformata alla tensione di 150 kV, verrà evacuata in AT attraverso un cavo aereo a 150 kV.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la SSE è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata); questo in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al decreto 29 maggio 2008 (per questa tipologia di impianti la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientra generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

L'impatto elettromagnetico nella SSE risulta essenzialmente dovuto:

⌘ . . . ⌘ . . . _____ . . . ⌘ . . . ⌘

- al trasformatore AT/MT;
- alla realizzazione delle linee/sbarre aeree di connessione tra il trafo, le apparecchiature elettromeccaniche e l'area TERNA.

L'impatto generato dalle sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto, di seguito si considera solo la valutazione della fascia di rispetto di queste ultime.

Le sbarre AT sono assimilabili ad una linea aerea trifase 150 kV, con conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2,2 m, ad un'altezza di circa 5,0 m dal suolo, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate.

Nel caso in oggetto risulta:

- S (distanza tra i conduttori) = 2.20 m;
- P_n = Potenza massima dell'impianto (70 MW);
- V_n = Tensione nominale delle sbarre AT (150 kV)

Pertanto si avrà:

$$I = \frac{P_n}{V_n \cdot 1,73 \cdot \cos\vartheta} = 289 \text{ A}$$

ed utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11, si ha:

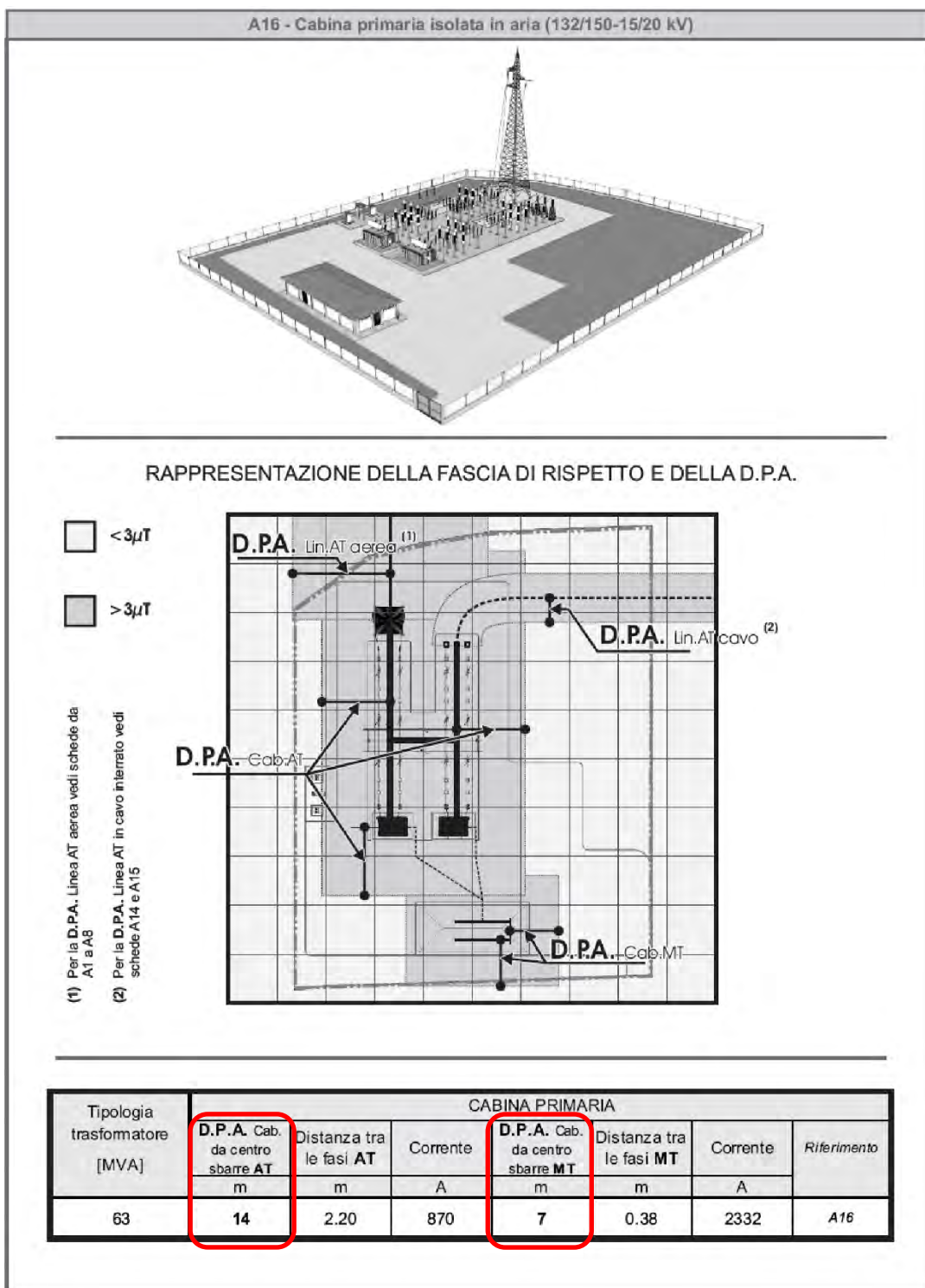
$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{2,2 \cdot 289} = 8,6 \text{ m}$$

Valore al di sotto della distanza delle sbarre stesse dal perimetro della SSE (distanza minima dalla recinzione circa 10 m), e di fatto dello stesso ordine di grandezza dell'altezza delle stesse sbarre (come detto pari a 5.0 m).

Alla luce dei risultati ottenuti, si può affermare che, in conformità a quanto previsto dal decreto 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'aerea di pertinenza della stazione di trasformazione in progetto.

Inoltre, la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di oltre 200 m, e, all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □



Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: sottostazioni di trasformazione in alta tensione

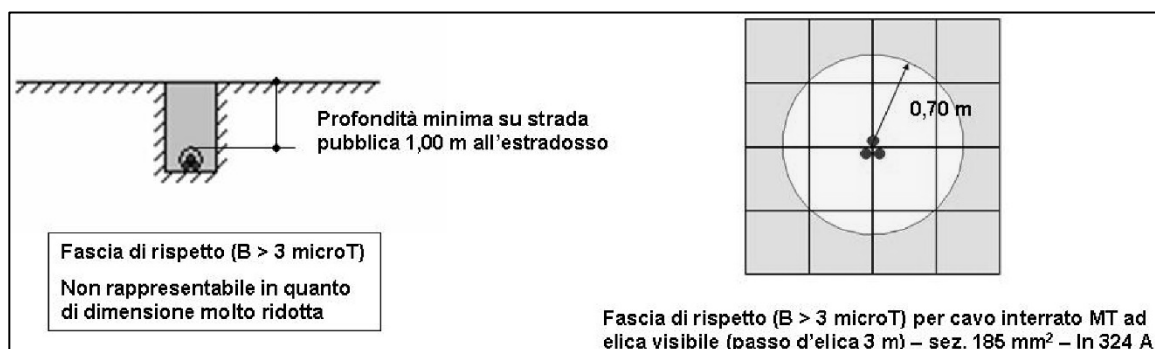
III. Cavi interrati

L'impianto eolico presenta due cavidotti, entrambi interrati: uno a tensione 30 kV, di lunghezza circa 30 km, che collega gli aerogeneratori alla futura sottostazione elettrica di trasformazione e consegna da collocare nel comune di Montemurro, ed uno a 150 kV, lungo poche decine di metri, che collega la stazione di trasformazione e consegna al punto di connessione.

In entrambi i casi la DPA è stata determinata riferendosi alla citata guida prodotta da Enel. In caso di cavi in media tensione, presentano le caratteristiche che seguono:

Tipo di linea	Interrata
Numero conduttori attivi	3
Tipo di cavo	cavo cordato ad elica
Sezione conduttori	70 - 630 mmq
Tensione nominale	30 kV
Profondità interrimento	1,2 m

Le linee in cavo interrato posto a trifoglio come quella in esame hanno ampiezza molto ridotta e pari a circa 0,7 m, quindi minore rispetto alla profondità di interrimento del cavo che è di 1,2 m, dunque inferiore alla profondità di interrimento del cavo che è di 1,2 m, e quindi questa tipologia di elettrodotto rispetta i limiti di inquinamento previsti dalla normativa.

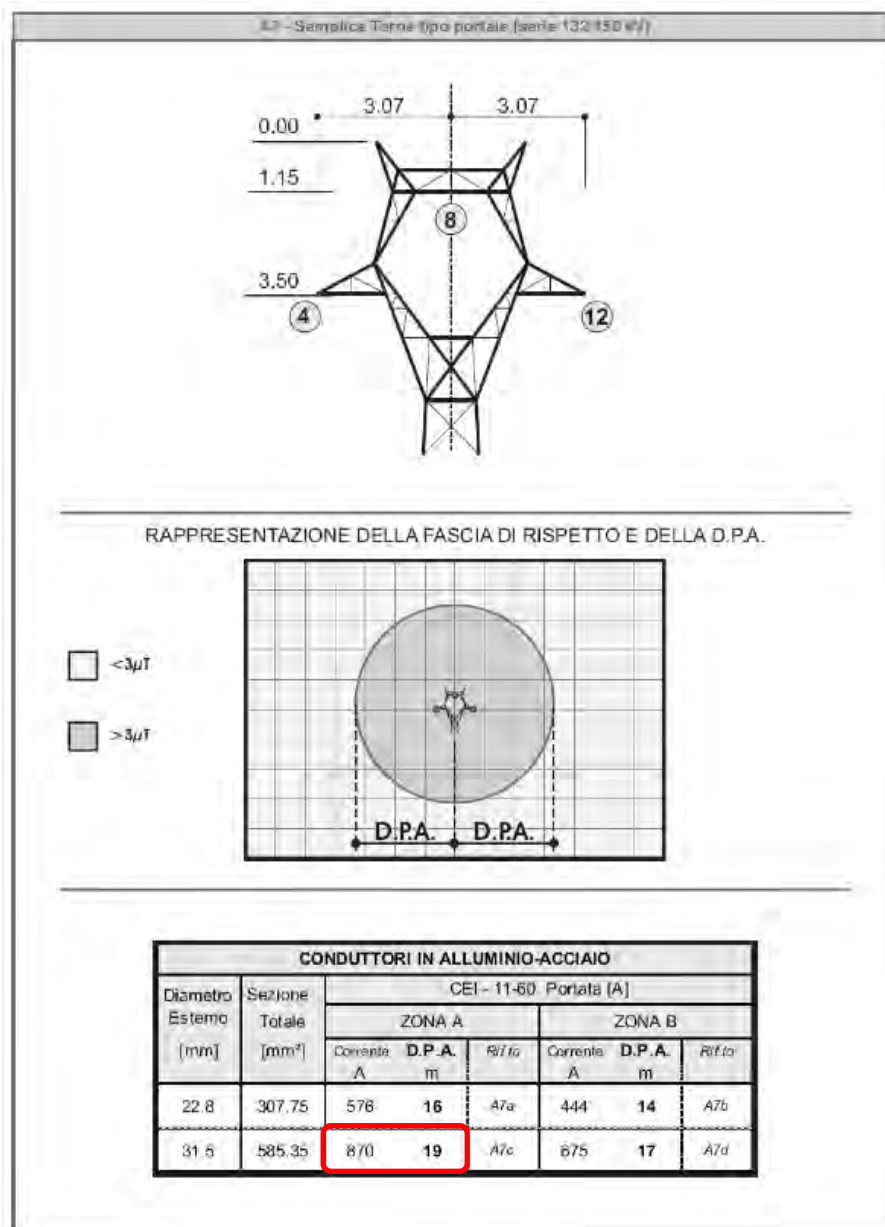


Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: cavi in media tensione interrati

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

IV. Raccordo aereo AT

In caso di cavi ad alta tensione (tensione a 150 kV), la guida di Enel ipotizza una DPA di 19 metri (vedasi estratto di seguito); tale cavo transita nella fascia di rispetto della stazione RTN, e non vi sono luoghi tutelati al suo interno.



Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: cavi in alta tensione aerei

SINTESI

Obiettivo del presente documento è stato quello di verificare il rispetto dei requisiti normativi con riferimento alla tutela da inquinamento elettromagnetico.

Dopo aver esposto i principali riferimenti normativi, per ciascuno dei principali componenti capaci di produrre campi elettromagnetici sono state determinate, parte attraverso il calcolo e parte riferendosi ai dati disponibili in letteratura, le distanze minime di sicurezza, accertando il rispetto delle distanze dai luoghi tutelati.

Secondo quanto fornito, si può quindi affermare che è assicurata la totale compatibilità con i limiti imposti dalla legge e che pertanto appare essere trascurabile o nullo l'impatto del campo elettromagnetico prodotto dalla realizzazione delle opere elettriche connesse al parco eolico in progetto.