

Regione



Calabria

COMUNE DI
CENTRACHE



COMUNE DI
MONTEPAONE



COMUNE DI
PETRIZZI



Provincia di



Catanzaro

PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI DA REALIZZARE NEI COMUNI DI CENTRACHE (CZ) E MONTEPAONE (CZ) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. RICADENTI NEL COMUNE DI PETRIZZI (CZ)

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

ELABORATO

A.12

PROPONENTE:



SKI 17 s.r.l.
via Caradosso n.9
Milano 20123
P.Iva 12128880965

PROGETTO E SIA:



Via Caduti di Nassirya, 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsrl@legalmail.it

Ing. Alessandro Antezza

Il DIRETTORE TECNICO
Ing. Orazio Tricarico



CONSULENZA:



Via Corsica, 169 - 86039 Termoli (Cb) - Italy
T.+39 0875751452 - M. +393294130607 - E-Mail wirestudiosrls@gmail.com



SOLARITES s.r.l.
piazza V.Emanuele II n.14
Ceva (CN) 12073

0	30/11/2022	LP	LP	LP	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Indice

1.PREMESSA.....	6
2.DEFINIZIONI.....	8
3.NORMATIVA DI RIFERIMENTO	16
3.1.1. <i>NORMATIVA COMUNITARIA</i>	<i>16</i>
3.1.2. <i>NORMATIVA NAZIONALE.....</i>	<i>16</i>
3.1.3. <i>NORME CEI.....</i>	<i>16</i>
4.CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA	17
4.1.1. <i>INTRODUZIONE</i>	<i>17</i>
4.1.2. <i>NORMATIVE.....</i>	<i>17</i>
4.1.3. <i>ART. 4. OBIETTIVI DI QUALITÀ.....</i>	<i>18</i>
4.1.4. <i>ART. 6 "PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO PER GLI ELETTRODOTTI" ...</i>	<i>18</i>
5.CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA	19
5.1.1. <i>INTRODUZIONE</i>	<i>19</i>
5.1.2. <i>FORMULE ANALITICHE APPROSSIMATE (CE 106-11)</i>	<i>21</i>
6.LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	23
6.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	23
6.2. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO	24
7.IMPIANTO – SORGENTI DI CEM.....	28
8.CALCOLO DELLA DPA.....	35
8.1. CALCOLO DELLA DPA TRASFORMATORE AUSILIARIO (MT/BT)	35
8.2. CALCOLO DPA CONDUTTURE	38
8.2.1. <i>CAMPO EOLICO - CANALIZZAZIONE ENTRA ED ESCI A 30 kV (INTERRATA SEZ. 300MM²).....</i>	<i>39</i>
8.2.2. <i>CANALIZZAZIONE TRA CABINA CS E SOTTOSTAZIONE UTENTE - CANALIZZAZIONE A 30 kV (INTERRATA SEZ. 630MM²).....</i>	<i>40</i>
8.2.3. <i>CANALIZZAZIONE INTERRATA TRA LA SOTTOSTAZIONE UTENTE E LA SOTTOSTAZIONE DI TERNA 36 kV</i>	<i>41</i>



PROGETTO DEFINITIVO

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

8.2.4. TRASFORMATORE 36/30 kV –SOTTOSTAZIONE UTENTE	43
9.CONCLUSIONI.....	45
10. APPENDICE	47
10.1. GRANDEZZE, CONVENZIONI E SIMBOLI	47
10.2. NOZIONI DI BASE (CEI 106-11)	48

**PROGETTO DEFINITIVO**

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

Regione	<i>Calabria</i>				
Comune	<i>Centrache – Montepaone - Petrizzi</i>				
Proponente	<i>SKI 17 S.R.L. via Caradosso n.9 Milano 20123 P.Iva 11479190966</i>				
Redazione Progetto elettrico	<i>Wire Studio Srls Via Corsica, 169 86039 – Termoli (Cb)</i>				
Documento	Relazione tecnica studio impatto elettromagnetico				
Revisione	<i>01</i>				
Emissione	<i>09 dicembre 2022</i>				
Redatto	<i>Lino Pistilli</i>	Verificato	<i>A.A.</i>	Approvato	<i>O.T.</i>

Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Wire Studio Srls</i>
Verificato:	<i>Lino Pistilli</i>
Approvato:	<i>Lino Pistilli</i>

Elaborato: **Relazione tecnica studio impatto elettromagnetico**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: *SKI 17 Srl*

Rev. 1 – 09 dicembre 2022

Pagina 5 di 49

1. PREMESSA

In questo documento si andrà a calcolare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), valutata con la metodologia generale della Guida CEI 106-11 per una situazione di progetto per la realizzazione di un nuovo impianto per la produzione di energia elettrica prodotta da un impianto eolico da installarsi in due sotto-campi catastalmente assegnate ai Foglio 7, 3 e 5 (Comune di Centrache) e ai Fogli 2 e 6 (Comune di Montepaone).

Per la connessione alla rete elettrica della energia prodotta da 5 aerogeneratori, ciascuno di 6,6 MW, è prevista la realizzazione di una cabina di smistamento in media tensione MT/MT a 30 kV dislocata in prossimità del parco eolico e di una cabina utente (MT/MT 30/36 kV) posta in prossimità della sottostazione di Terna.

Il tracciato del cavidotto è stato scelto in modo da essere il più breve possibile così da avere un basso impatto ambientale e allo stesso tempo minimizzare le possibili interferenze presenti lungo il percorso.

I tratti in cui è suddiviso il cavidotto sono i seguenti:

Cavidotto SS-CS (Linea 1)

Cavidotto 1 (WT 03-02-01 – Linea 3)

Cavidotto 2 (WT 04-05 – Linea 6)

Sia gli aerogeneratori, connessi sulla linea 3 che quelli connessi sulla linea 6 convogliano la potenza generata nella cabina di smistamento denominata CS

L'architettura del campo è composta da due circuiti derivati dal quadro di distribuzione in media tensione posto in cabina CS in singolo radiale. Gli aerogeneratori sono collegati con schema entra-esce, il dimensionamento dei cavi è stato realizzato in modo tale da sopportare l'intera energia prodotta dagli aerogeneratori. Si specifica che il cavidotto si sviluppa principalmente lungo le strade di nuova realizzazione oppure già esistenti. I cavi saranno interrati a non meno di 1m di profondità rispetto al piano di campagna (vedasi particolari). La dorsale principale del cavidotto MT, sulla quale passano cavi derivati dalla sottostazione, costeggia la strada statale SS182 per un breve percorso, poi costeggia per un altro breve tratto la strada provinciale SP144, quindi si deriva costeggiando una strada comunale non identificata, successivamente per un altro breve tratto costeggia la strada provinciale SP120 per poi



PROGETTO DEFINITIVO

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

dirigersi in località Virello, poi percorrere Via F. Armellino C. Grande, quindi si deriva costeggiando una strada comunale non identificata, fino ad arrivare alla strada provinciale SP 171 dove sarà ubicato il Parco Eolico.

Per la soluzione tecnica di posa in opera in questi tratti vedasi particolari.

In uscita dalla SS la potenza verrà convogliata, tramite 2 terne di cavi di sezione 630 mm², alla CS e il percorso si svolgerà lungo viabilità già esistente provinciale e comunale evitando di attraversare centri abitati.

Le caratteristiche tecniche dei vari componenti l'impianto, le planimetrie ed i prospetti, i rilievi metrici, utilizzati per la valutazione delle distanze, sono rilevabili negli elaborati del progetto definitivo.

Su tali documenti è basato il risultato di calcolo dalla DPA.

2. DEFINIZIONI

Campo elettrico (E)

Si definisce campo elettrico una quantità vettoriale che, in ogni punto di una data regione di spazio, rappresenta il rapporto tra la forza esercitata su una carica elettrica di prova q ed il valore della carica medesima. L'unità di misura del campo elettrico nel sistema S.I. è il volt/metro (V/m).

Campo magnetico (H)

Si definisce campo magnetico una quantità vettoriale-assiale definita in ogni punto di una data regione di spazio in modo tale che il suo rotore sia eguale alla densità di corrente elettrica totale, compresa la corrente di spostamento. L'unità di misura del campo magnetico nel sistema S.I. è l'ampère/metro (A/m).

Campi a frequenza multipla

Sovrapposizione di due o più campi elettromagnetici di fase arbitraria e di frequenza diversa.

Conducibilità

Rapporto tra la densità di corrente di conduzione in un mezzo e l'intensità del campo elettrico. La conducibilità è espressa in siemens per metro (S/m).

Corrente di contatto

Corrente che passa attraverso il corpo quando quest'ultimo viene in contatto con un oggetto conduttore immerso in un campo elettromagnetico.

Densità di corrente

Corrente indotta da un campo elettromagnetico nell'unità di superficie all'interno del corpo umano.

La densità di corrente si esprime in ampère per metro quadrato (A/m²).

Densità di energia

Energia incidente su un'area unitaria normale alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. È espressa in Joule per metro quadrato (J/m²).

Densità di potenza (S)

Potenza che fluisce nell'unità di superficie posta perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. È normalmente espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Densità di potenza media nel tempo

Valore istantaneo della densità di potenza, mediato nel tempo, definito dalla formula:

$$S_m = \frac{1}{T} \int_T S(t) dt$$

Dove:

T è il periodo del segnale generato dalla sorgente.

Densità di potenza, picco

Densità di potenza istantanea massima che si manifesta quando si trasmette potenza.

Densità di potenza, di onda piana equivalente

Termine di uso comune associato a qualsiasi onda elettromagnetica, uguale in ampiezza alla densità di potenza di un'onda piana che ha la stessa intensità dei campi elettrico (E) e/o magnetico (H).

Effetto diretto dell'esposizione

Conseguenza di una interazione diretta dei campi elettromagnetici con il corpo umano esposto.

Effetto indiretto dell'esposizione

Conseguenza di una interazione indiretta che si manifesta quando il corpo umano viene a contatto con oggetti metallici in campi elettromagnetici.

Esposizione breve

Tempi di esposizione più brevi del corrispondente tempo di media.

Esposizione continua

Esposizione per periodi di tempo più lunghi del corrispondente tempo di valutazione della media.

Esposizione non uniforme

Livelli di esposizione non uniforme si determinano quando i campi non sono uniformi su volumi di dimensioni paragonabili alle dimensioni del corpo umano considerato nella sua interezza. Questa situazione

può essere causata da onde stazionarie, da radiazione diffusa oppure può verificarsi in zona di campo vicino.

Esposizione parziale del corpo

L'esposizione parziale ha luogo quando si ha una deposizione localizzata di energia.

Frequenza (f)

Numero di cicli o periodi nell'unità di tempo. L'unità di misura nel sistema S.I. è l'hertz (Hz).

Impedenza d'onda del vuoto

Rapporto tra l'intensità del campo elettrico e quella del campo magnetico di un'onda elettromagnetica che si propaga. Per un'onda piana che si propaga nel vuoto, l'impedenza d'onda intrinseca del vuoto è circa 377 Ohm.

Induzione elettrica (D)

Modulo di un vettore, pari al prodotto dell'intensità del campo elettrico (E) per la costante dielettrica (ϵ):

$$D = \epsilon \times E.$$

L'induzione elettrica è espressa in coulomb per metro quadrato (C/m²).

Induzione magnetica (B)

Modulo di un vettore, pari al prodotto dell'intensità del campo magnetico (H) per la permeabilità magnetica (μ) del mezzo:

$$\mu = \frac{B}{H}$$

L'induzione magnetica si esprime in tesla (T).

Livello di esposizione

Valore della grandezza considerata quando una persona è esposta a campi elettromagnetici.

Lunghezza d'onda (λ)

La lunghezza d'onda (λ) di un'onda elettromagnetica è legata alla frequenza (f) ed alla velocità di propagazione (c) dall'espressione $c = f \times \lambda$. Nel vuoto la velocità di un'onda elettromagnetica è uguale alla velocità della luce. La lunghezza d'onda si esprime in metri (m).

Media temporale della potenza assorbita (P_m)

Tasso di trasferimento di energia, mediato nel tempo, definito dalla formula seguente:

$$P_m = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$$

Dove:

t₁ e t₂ sono i tempi di inizio e fine dell'esposizione. Il periodo t₂ - t₁ rappresenta la durata dell'esposizione.

NIR

campi elettromagnetici non ionizzanti (fra 300 kHz e 300 GHz)

Obiettivi di qualità

Sono valori di campo elettromagnetico da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, usando tecnologie e metodiche di risanamento disponibili, al fine di minimizzare l'esposizione della popolazione.

Onda piana

È una distribuzione di campo elettromagnetico propagativo, in cui in ogni punto i vettori campo elettrico e campo magnetico sono perpendicolari fra loro e giacciono su piani perpendicolari alla direzione di propagazione.

Permeabilità magnetica (μ)

La permeabilità magnetica di un materiale è definita dal rapporto fra il valore dell'induzione magnetica (B) e l'intensità del campo magnetico (H) :

$$\mu = \frac{B}{H}$$

La permeabilità magnetica μ si esprime in henry per metro (H/m).

Permettività, o costante dielettrica (ϵ)

Proprietà di un materiale dielettrico (ad esempio un tessuto biologico) definita dal rapporto fra l'intensità dell'induzione elettrica (D) e l'intensità del campo elettrico (E)

$$\varepsilon = \frac{D}{E}$$

La costante dielettrica si esprime in farad per metro (F/m).

Polarizzazione

Caratteristica dei campi elettromagnetici che descrive la direzione e l'ampiezza, variabili nel tempo, del vettore di campo elettrico; in particolare, indica la figura tracciata, in funzione del tempo, dall'estremità del vettore campo elettrico in un punto fisso nello spazio come è vista lungo la direzione di propagazione.

Popolazione

Tutti i non esposti a campi elettromagnetici per ragioni professionali.

Punti caldi

Zona o volume molto localizzati di irraggiamento o assorbimento di energia elettromagnetica, prodotto da radiazione diffusa, da effetti focalizzanti o da altre disomogeneità.

Radiazione diffusa

Campo elettromagnetico risultante da correnti indotte in un oggetto secondario, conduttore o dielettrico, da onde elettromagnetiche incidenti sull'oggetto stesso da una o più fonti primarie. L'oggetto diffondente è talvolta chiamato "re-irradiatore" o "irradiatore secondario".

Radio frequenza (RF)

É l'intervallo di frequenza da 10 kHz – 300 GHz.

Rapidità di variazione dell'induzione magnetica

Derivata rispetto al tempo dell'induzione magnetica.

Regione di campo lontano

Regione di spazio, sufficientemente lontano dalla sorgente, nella quale il campo elettromagnetico ha una distribuzione caratteristica dell'onda piana. L'estensione di questa regione dipende dalle dimensioni massime lineari D del sistema d'antenna e dalla lunghezza d'onda λ del campo stesso. Si assume

convenzionalmente che la regione di campo lontano inizi ad una distanza dalla sorgente maggiore della quantità r eguale alla maggiore fra le quantità λ e $\frac{D^2}{\lambda}$.

Regione di campo vicino

Regione in prossimità di un'antenna o di altra struttura radiante, in cui i campi elettrico e magnetico non presentano la caratteristica dell'onda piana, ma variano notevolmente da punto a punto. La regione di campo vicino si suddivide ancora in regione reattiva ($r < \frac{\lambda}{10}$), che è la più vicina alla struttura radiante e che contiene buona parte dell'energia immagazzinata e la regione radiante in cui il campo di radiazione predomina su quello reattivo, ma si scosta sostanzialmente dall'onda piana e ha configurazione complessa.

Tempo di media (tm)

Intervallo di tempo su cui è mediata l'esposizione allo scopo di determinare il rispetto dei limiti.

Valore efficace (root-mean-square [rms])

Valore efficace di una grandezza fisica, $a(t)$, che varia nel tempo con periodo T . Esso si ottiene calcolando la radice quadrata del valore medio rispetto al tempo del quadrato della funzione che descrive la grandezza stessa nel modo seguente:

$$A_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \int_T a^2(t) dt}$$

Asse della linea elettrica

è il piano verticale passante per i punti centrali delle basi dei due sostegni di estremità di ogni campata costituente la linea ovvero per il conduttore centrale di una linea aerea a bandiera o di una terna di cavi interrati.

Centro geometrico dei conduttori

si assume come centro geometrico dei conduttori il baricentro del triangolo determinato dall'intersezione di un piano (x, y) ortogonale ai tre conduttori di fase della linea e avente come vertici i centri di tali conduttori o dei fasci nel caso di conduttori a fascio. Nella Figura 1 è schematizzata la costruzione di detto centro geometrico, richiamando, per comodità, le formule che esprimono le sue

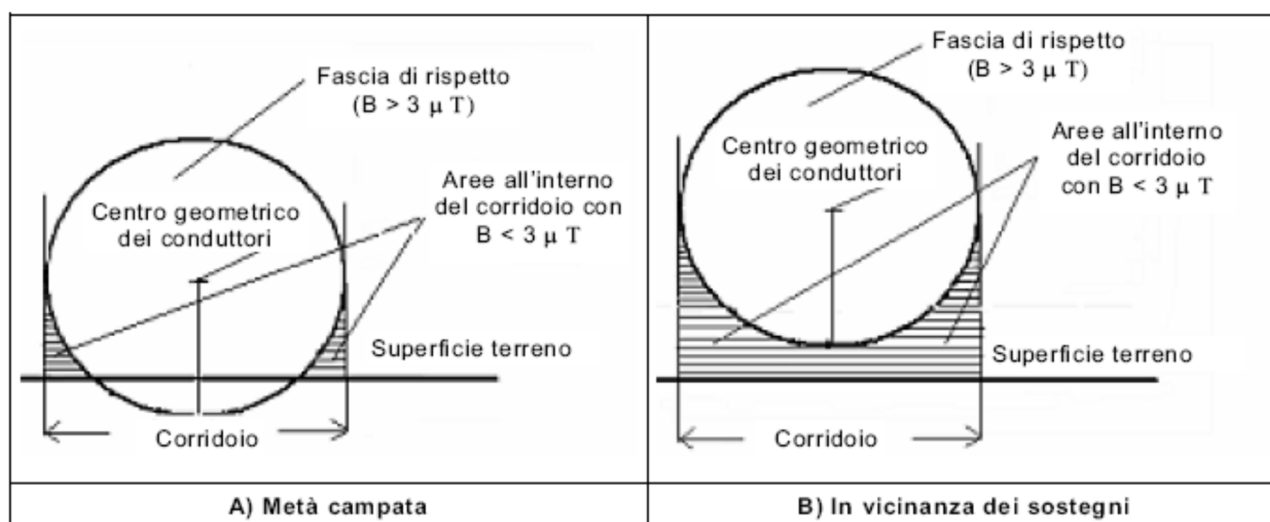
coordinate G (x_G, y_G) in funzione delle coordinate dei vertici del triangolo A (x_1, y_1), B (x_2, y_2), C (x_3, y_3).

Fascia di rispetto

È lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità.

Salvo situazioni particolari, nel caso di linee elettriche aeree in conduttori nudi e di cavi interrati unipolari, i conduttori si mantengono tra di loro paralleli; quindi, lo spazio comprendente tutti i punti caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un determinato valore definiscono attorno ai conduttori un volume, centrato sul baricentro dei conduttori stessi, la cui sezione trasversale ha forma e dimensione dipendenti dalla geometria della linea, dall'intensità della corrente e dal valore dell'induzione magnetica prescelto. Ad esempio, la Figura 2 illustra come nell'intorno di una linea a 380 kV a semplice terna, per il valore di corrente considerato, la suddetta sezione trasversale tende a diventare sempre più simile ad un cerchio col diminuire del valore prescelto per l'induzione magnetica.

Si noti che, anche per effetto della disposizione dei conduttori secondo una catenaria, la proiezione al suolo lungo tutta la linea, dei punti più esterni dell'isolinea relativa al valore dell'induzione magnetica di $3 \mu\text{T}$, delimita una striscia di terreno (o corridoio) che presenta al suo interno non solo zone interessate da valori di induzione magnetica superiori all'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ ma anche aree, più o meno estese a seconda dell'altezza da terra dei conduttori, in cui l'induzione magnetica è inferiore a tale valore.



Fasce di rispetto, corridoi e aree all'esterno delle fasce di rispetto ma all'interno dei corridoi con valori di induzione magnetica inferiori all'obiettivo di qualità: confronto tra le situazioni a metà campata e in vicinanza dei sostegni (CEI 106-11).

Questo aspetto va tenuto presente qualora si volesse, per motivi di praticità ed in via preliminare (ad esempio per individuare più semplicemente e rapidamente le possibili situazioni critiche), calcolare l'ampiezza di tale striscia di terreno quale indice conservativo della fascia di rispetto. Sul piano pratico-applicativo si potrebbe suggerire un approccio a due livelli che consenta da un lato di utilizzare il calcolo della suddetta striscia di terreno come proiezione al suolo della fascia di rispetto (larghezza costante ecc.) e dall'altro di evitare misure eccessivamente ed ingiustificatamente penalizzanti per l'uso del territorio, demandando la verifica precisa dei valori di campo ad una successiva, più accurata, valutazione.

Tratte omogenee di una linea

insieme di campate successive di una linea aerea caratterizzate dalla stessa tipologia e disposizione reciproca dei conduttori nello spazio (realizzate con lo stesso tipo di sostegno), ovvero di tratte di cavo interrato caratterizzate dalla stessa tipologia e disposizione di posa dei cavi.

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

3.1.1. **Normativa Comunitaria**

Raccomandazione del Consiglio 519/1999/CE del 12 Luglio 1999 recante "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300GHz".

Con essa il Consiglio fornisce agli stati membri i valori relativi ai limiti base ed ai livelli di riferimento, così come definiti dall'ICNIRP (International Commission Non Ionizing Radiation Protection) nelle proprie linee guida.

3.1.2. **Normativa Nazionale**

- D.P.C.M. 23 Aprile 1992 "Limiti massimi d'esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- D.M. 10 Settembre 1998 n. 381 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".
- Documento interministeriale, di cui al Decreto del Ministero dell'Ambiente 2 giugno 1997, relativo alle linee guida applicative del D.M. 10 Settembre 1998 n. 381.
- Legge 22 Febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- D.P.C.M. 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti d'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 (50Hz) generati dagli elettrodotti.
- DM 29 maggio 2008, GU n.156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

3.1.3. **Norme CEI**

- Norma CEI 211-4 del 1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- Norma CEI 211-6 del 2001 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6). Parte I"

4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

4.1.1. *Introduzione*

È ben noto che l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e l'Associazione Internazionale per le Protezioni Radiologiche (IRPA) definiscono con l'acronimo "ELF" (Extremely Low Frequency) i campi elettromagnetici sinusoidali a frequenze comprese fra 30 e 300 Hz, il cui campo magnetico alle basse frequenze viene usualmente espresso come densità di flusso magnetico in tesla (T) o meglio in sottomultipli millitesla e microtesla (mT, μ T).

In tale ambito è altrettanto noto, in considerazione di possibili effetti sanitari attribuibili all'esposizione ai campi elettrici e magnetici presenti nelle vicinanze di linee di trasmissione ad alta tensione, che la frequenza di maggiore rilevanza protezionistica è quella di 50 Hz (frequenza di rete) adottata in Italia e in Europa e quella di 60Hz in uso negli Stati Uniti e in Canada.

4.1.2. *Normative*

Alle basse frequenze, e precisamente per quella di rete 50 Hz, per i lavoratori le raccomandazioni dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) indicano un limite di 500 μ T (micro tesla) per l'induzione magnetica, mentre per quanto riguarda la popolazione si può fare riferimento ai livelli previsti nella Raccomandazione Europea del 12/7/1999 e al limite di esposizione pari a 100 μ T stabilito dal "D.P.C.M. 8 luglio 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". È da tener presente che quest'ultimo è espressamente riferito al problema della esposizione a campi derivanti dalla generazione, trasformazione e trasporto dell'energia elettrica.

Sempre nello stesso decreto, nell'art. 3 al comma 2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume **per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T**, da intendersi come **mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio**.

4.1.3. **Art. 4. Obiettivi di qualità**

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato **l'obiettivo di qualità' di 3 μ T** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4.1.4. **Art. 6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"**

1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.
2. L'APAT, sentite l'ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

5. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

Per il calcolo della fascia di rispetto così come definita precedentemente occorre che si conoscano i seguenti dati (che dovranno essere acquisiti per tratte omogenee di linea):

- portata in corrente in servizio normale (che deve essere dichiarata dal gestore della linea);
- numero e tipologia dei conduttori aerei o dei cavi interrati, loro disposizione relativa e sistema di riferimento rispetto all'asse della linea;
- condizioni di fase relativa delle correnti elettriche.

Inoltre, anche se non strettamente indispensabili per la determinazione della fascia di rispetto, ma allo scopo di verificare con precisione il rispetto dell'obiettivo di qualità, ove necessario all'interno delle fasce di rispetto, è necessario conoscere anche i seguenti parametri.

- altezza dei conduttori all'attacco ai sostegni e lunghezza delle campate;
- altezza dei conduttori sul suolo nelle condizioni di temperatura di progetto di cui al DM 21 marzo 1988 n°449 e norma CEI 11-4, Articolo. 2.2.04, ipotesi 3 (55 °C per le linee in zona A e 40 °C per le linee in zona B), con catenaria verticale.

Per ciò che attiene esclusivamente alla metodologia di calcolo per la determinazione della striscia di terreno precedentemente citata, risulta possibile desumere le indicazioni geometriche sul posizionamento reciproco dei conduttori anche avvalendosi di una misurazione strumentale diretta.

5.1.1. **Introduzione**

Il modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto nella norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

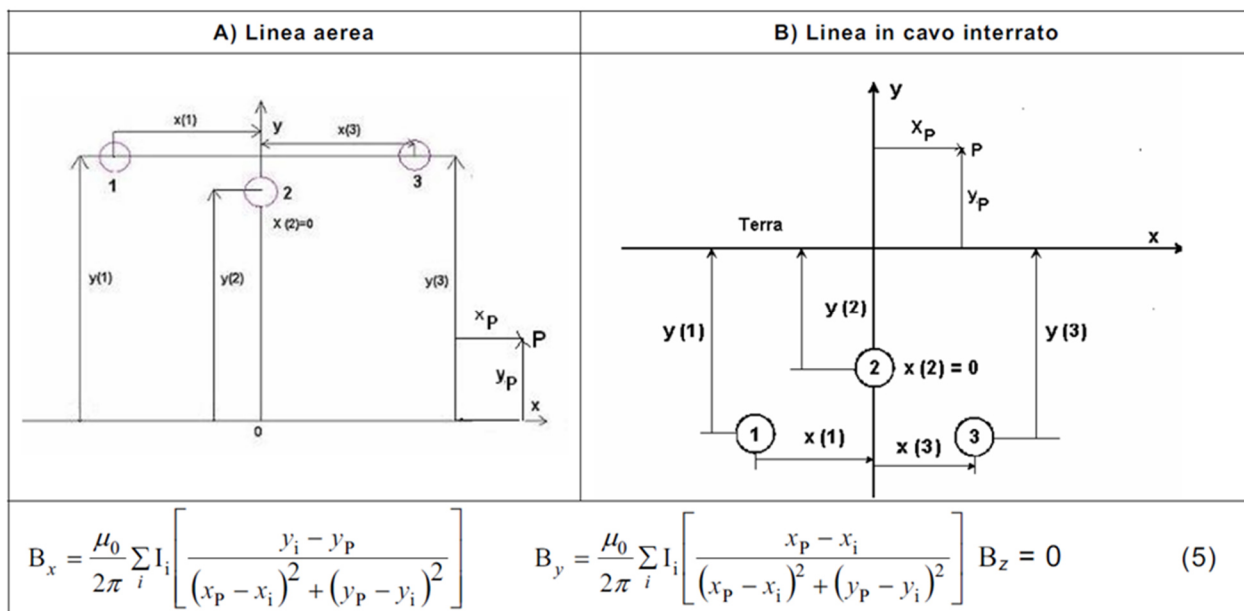
- 1) tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- 2) le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei subconduttori dei fasci;
- 3) per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- 4) il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili per la maggior parte delle situazioni riscontrabili per le linee aeree e in cavo.

L'algoritmo di calcolo, implementabile con codici relativamente semplici, considera in sintesi i seguenti passi:

- a) i valori efficaci e le fasi delle correnti sinusoidali sui conduttori sono rappresentati attraverso fasori (numeri complessi): I_i è il fasore della corrente i ; sul conduttore i ;
- b) con riferimento ad un generico punto di coordinate (x_P, y_P) sul piano ortogonale ai conduttori si calcolano i fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica totale B_x e B_y attraverso le formule riportate nella Figura 4, nella quale è anche illustrato il significato dei simboli usati nelle formule stesse, con riferimento alle linee aeree e a quelle in cavo interrato; per queste ultime la profondità di posa dei cavi (coordinata del centro geometrico di ciascun cavo) va introdotta con il segno negativo; per semplicità e maggior chiarezza, gli schemi riportati si riferiscono a linee a semplice terna, ma ovviamente le formule sotto riportate valgono per linee a doppia terna, introducendo opportunamente i fasori delle correnti in modo da rappresentare la disposizione delle fasi;
- c) il valore efficace dell'induzione B magnetica viene ottenuto con la formula già sopra illustrata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$



Schematizzazione delle linee aeree e in cavo interrato e formule per la determinazione dei fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica

5.1.2. **Formule analitiche approssimate (CE 106-11)**

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica o reciprocamente la distanza da tale centro geometrico a cui si verifica un prefissato valore di induzione magnetica: esse sono pertanto molto utili per valutazioni approssimate e immediate delle fasce di rispetto delle linee aeree e in cavo interrato.

Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 μT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con

un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori. Con questa approssimazione le curve isolivello dell'induzione magnetica sono le circonferenze aventi per centro il centro geometrico dei conduttori.

Linee aeree trifase a semplice terna (CEI 106-11 – Rif. 6.2.1)

Formule approssimate per una terna di conduttori disposti a triangolo

Per una terna di conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero con distanza tra i conduttori pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B [μ T] in un punto distante R [m] dal baricentro dei tre conduttori, con $R \gg S$, è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Dalla equazione suddetta si ricava la distanza R' corrispondente ad un valore di B pari a 3μ T (micro tesla):

$$R' = 0,286 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$

Nel caso di linee reali con disposizione geometrica dei conduttori assimilabile alla disposizione a triangolo, come parametro S si assume la media delle distanze tra i tre conduttori ($S_A, B; S_B, C; S_A, C$)

6. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

6.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'impianto sarà realizzato nella Regione Calabria, su un'area appartenente al territorio dei Comuni di Centrache e Montepaone.

Il Comune di Centrache è ubicato a 458 m s.l.m. a sud-ovest di Catanzaro, sul versante Jonico delle Serre, alle pendici sud orientali della Serralta di San Vito nell'alto bacino del torrente Beltrame, alla sinistra del fosso "Giambattistello".

Confina a nord, nord/est con Palermiti (3 Km), a sud est con Petrizzi (4.68 Km), a sud, sud/ovest con Olivadi (0.81 km), a sud/est con Montepaone (5.68 Km). Dista 43 Km dal Capoluogo Catanzaro.

Il comune di Montepaone è ubicato a 367 m s.l.m. s'affaccia sul mar Jonio tra Copanello e Soverato.

Confina a nord, nord/est con Gasperina (2.18 Km), a sud, sud/ovest con Petrizzi (3.19 Km) e a sud/ovest con Palermiti (4.68 Km), a nord/ovest con Centrache (5.68 Km). Dista 36 Km dal capoluogo Catanzaro.

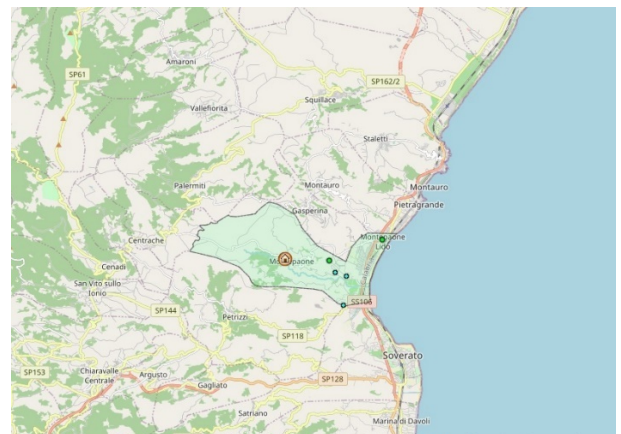
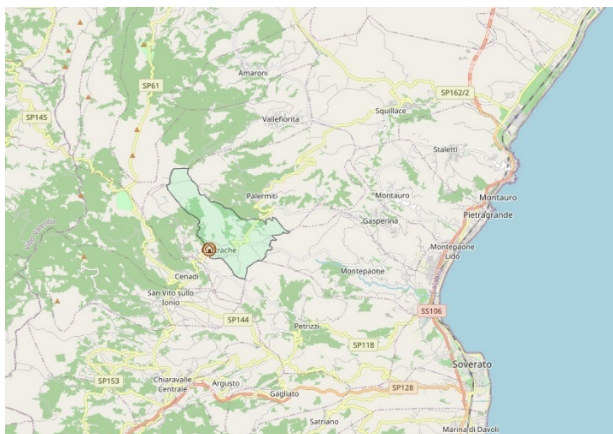


Figura 1 - Inquadramento territoriale

6.2. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà realizzato su terreni aventi destinazione urbanistica "area agricola" sulla base dei Piani Urbanistici dei comuni di Centrache e Montepaone. Il sito di impianto è raggiungibile attraverso la strada statale SS182, per breve tratto attraverso la strada provinciale SP144, quindi si deriva costeggiando una strada comunale non identificata, successivamente per un altro breve tratto costeggia la strada provinciale SP120 per poi dirigersi in località Virello, poi percorrere Via F. Armellino C. Grande, quindi si deriva costeggiando una strada comunale non identificata, fino ad arrivare all'incrocio tra la strada provinciale SP 171 e la strada provinciale SP116 dove sarà ubicato il Parco Eolico.

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori per una potenza nominale totale pari a 33 MW.



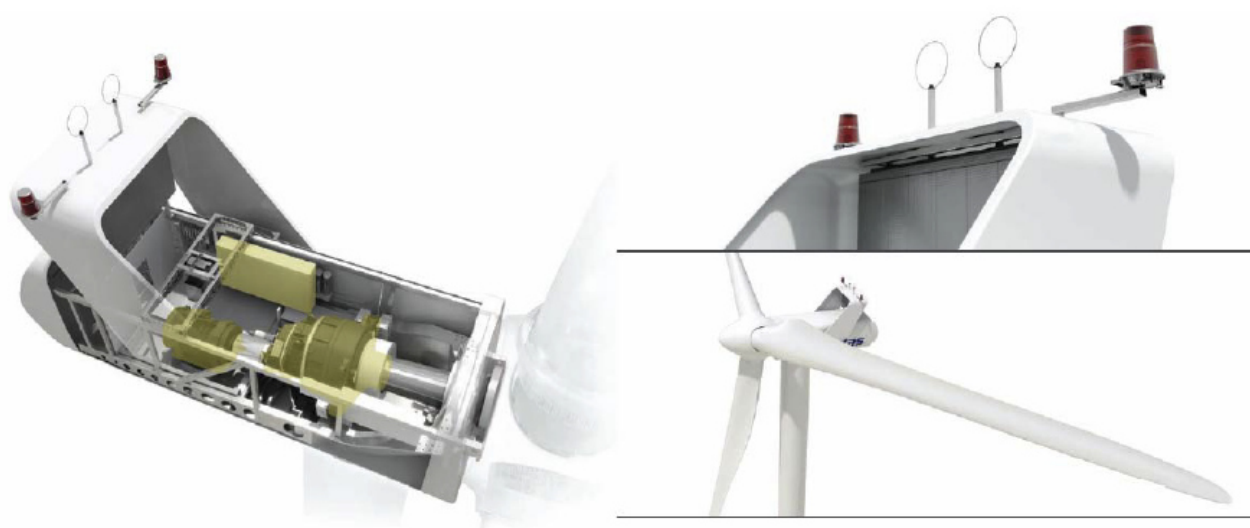


Figura 3 – indicazione dei punti di installazione e del percorso del cavo dritto

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori per una potenza nominale totale pari a 33 MW.

GENERALITÀ

L'impianto eolico dei 5 aerogeneratori ubicato nei comuni di CENTRACCHE e MONTEPAONE in progetto ha una potenza complessiva pari a 33 MW. L'aerogeneratore ha un rotore tripala a passo variabile il cui moto è trasmesso tramite un moltiplicatore di giri al generatore asincrono trifase di potenza nominale pari a 6,6 MWA. Un controllo di imbardata permette alla macchina di orientarsi al vento.



Aerogeneratore eolico

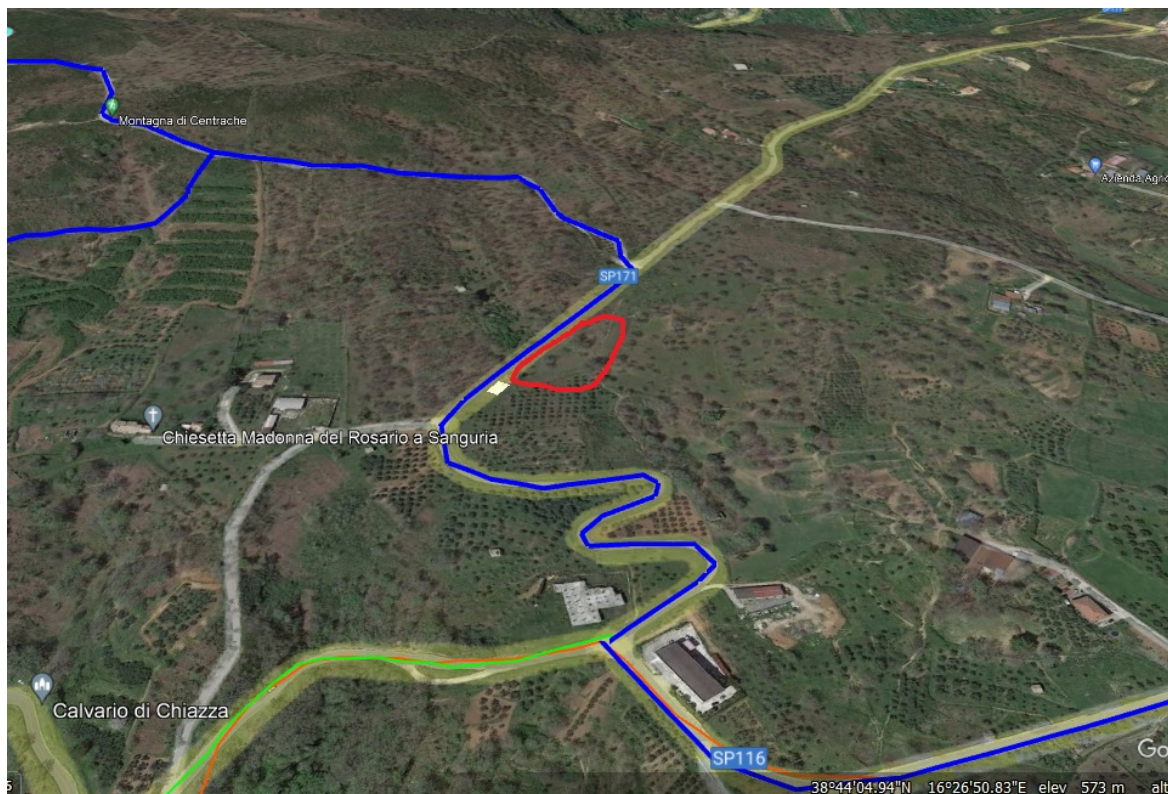
I cavi in uscita da ogni aerogeneratore eolico vengono interrati e collegati all'aerogeneratore più vicino con lo schema di entra ed esci. Pertanto, alla cabina di smistamento arriveranno due linee: una da aerogeneratori 1, 2 e una da aerogeneratori 3, 4, 5.

La tensione di esercizio è di 30 kV mentre la corrente delle due linee di arrivo in cabina di smistamento sarà la somma delle tre correnti di esercizio di ogni aerogeneratore.

La canalizzazione in partenza dalla cabina di smistamento fino alla cabina di sottostazione utente si diramerà lungo la strada comunale, la SS182 e la SP171 con posa interrata.

Nella sottostazione utente, un trasformatore MT/MT (30/36 kV) provvederà ad elevare la tensione da 30 kV a 36 kV per la connessione (sempre in cavo interrato) alla sottostazione MT/AT di Terna SPA.

Nella cabina di smistamento e in una cabina MT nell'area di sottostazione utente, sarà installato un trasformatore MT/BT per alimentare i servizi ausiliari dell'impianto di produzione.



7. IMPIANTO – SORGENTI DI CEM

L'**areogeneratore** è posizionato su una torre di acciaio ancorata al terreno mediante plinto di fondazione

Esso è composto da un generatore asincrono trifase di potenza nominale pari a 6,6 MW e corrente di impiego pari a 127,17 A.

All'interno della cabina di smistamento sono installati gli interruttori di media tensione per sezionare gli arrivi e la partenza ed un trasformatore MT/BT da 160 KVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

Le canalizzazioni per il collegamento entra ed esci tra gli aerogeneratori sarà realizzata con posa interrata con UN CAVO PER FASE ARE4H5E 18/30KV di sezione 300mm² posato a trifoglio.

ARE4H5E



La canalizzazione per il collegamento tra la cabina di smistamento e la cabina utente di sottostazione sarà realizzata con posa interrata con DOPPIO CAVO PER FASE ARE4H5E 18/30KV di sezione 630mm² posato a trifoglio.

ARE4H5E



MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Miscela estrusa
Isolante
Miscela di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Semiconduttivo esterno
Miscela estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (R_{max} 3Ω/Km)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
PRYSMIAN (**) ARE4H5E <tensione>
<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTxs-630/C (pag. 136)
Giunti
ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (R_{max} 3Ω/Km)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)
Marking
PRYSMIAN (**) ARE4H5E <rated voltage>
<cross-section> <year>

(**) production site label

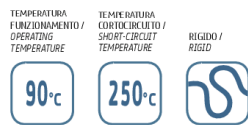
Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTxs-630/C (pag. 136)
Joints
ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
 Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	580	370
70	9,7	20,8	29	650	380
95	11,4	22,1	30	740	400
120	12,9	23,2	32	840	420
150	14,0	24,3	33	930	440
185	15,8	26,1	35	1090	470
240	18,2	28,5	37	1310	490
300	20,8	31,7	42	1560	550
400	23,8	34,9	45	1930	610
500	26,7	37,8	48	2320	650
630	30,5	42,4	53	2880	700

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371
400	676	551	423
500	787	627	482
630	916	712	547

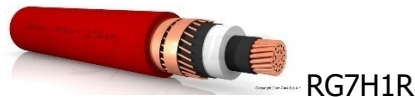
Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	830	450
70	9,7	25,6	34	870	450
95	11,4	26,5	35	950	470
120	12,9	27,4	36	1040	470
150	14,0	28,1	37	1130	490
185	15,8	29,5	38	1260	510
240	18,2	31,5	41	1480	550
300	20,8	34,7	44	1740	590
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41,0	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369
400	680	549	422
500	789	624	479
630	918	709	545

La canalizzazione per il collegamento tra il trasformatore di potenza nella sottostazione utente la sottostazione di TERNA SpA sarà del tipo interrato con DOPPIO CAVO PER FASE RG7H1R 26/45KV di sezione 240mm².



La canalizzazione per il collegamento tra la cabina utente di sottostazione e il trasformatore di potenza sarà del tipo interrato con TRE CAVI PER FASE RG7H1R 26/45KV di sezione 240mm².



MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

RG7H1R EPRO-SETTE™



Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV
Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Norma di riferimento
CEI 20-13 (IEC 60840 per 26/45 kV)

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno

Elastomerico estruso
(solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV)

Isolante

Mescola di gomma ad alto modulo G7

Semiconduttivo esterno

Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV)
pelabile a freddo

Schermatura

A filo di rame rosso

Guaina

PVC, di qualità Rz, colore rosso

Marcatura

PRYSMIAN (sigla sito produttivo) RG7H1R
<tensione> <sezione> <anno>

Applicazioni

I cavi possono essere forniti con caratteristiche di:
- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive
- ridotissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi (AFUMEX).

Accessori idonei

Terminali

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)

Standard
CEI 20-13 (IEC 60840 for 26/45 kV)

Cable design

Core

Compact stranded bare copper conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded elastomeric compound
(only for rated voltage $\geq 6/10$ kV)

Insulation

High module rubber compound, G7 type

Outer semi-conducting layer

Extruded cold strippable elastomeric compound
(only for rated voltage $\geq 6/10$ kV)

Screen

Bare copper wire

Sheath

PVC, type Rz; colour red

Marking

PRYSMIAN (production site label) RG7H1R
<rated voltage> <cross-section> <year>

Applications

Cables can be supplied with the following characteristics:
- fire retardant and with low emission of corrosive substances
- low emission of opaque smoke and toxic gases and without corrosive gases (AFUMEX).

Suitable accessories

Terminations

ELTI (pag. 114), ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), STI RR (pag. 122), STI GT (pag. 124), STE GT (pag. 126), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140), RETRACFIT (pag. 142)



Condizioni di posa / Laying conditions



MEDIA TENSTONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

RG7H1R EPRO-SETTE™

Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV
Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Unipolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 45 kV

sezione nominale	di diametro indicativo conduttore	spessore isolante	di diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria in piano a trifoglio	in piano a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata in piano a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation flat	underground installation flat p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

35	7,0	8,0	34,6	1290	450
50	8,2	8,0	34,8	1390	450
70	9,9	8,0	36,6	1660	480
95	11,6	8,0	38,3	1940	500
120	13,1	8,0	39,8	2250	520
150	14,4	8,0	41,2	2520	540
185	16,1	8,0	43,4	2960	570
240	18,5	8,0	45,8	3560	600
300	21,1	8,0	48,5	4240	640
400	23,9	8,0	51,3	5120	680
500	27,1	8,0	55,3	6300	730
630	30,7	8,0	59,8	7790	790

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

35	211	191	187	181	146	142
50	253	229	222	214	172	166
70	316	285	272	263	210	203
95	386	347	325	314	250	242
120	445	400	370	358	283	275
150	505	452	413	400	315	306
185	580	520	467	453	355	345
240	680	614	539	525	408	398
300	775	704	606	593	457	448
400	895	815	684	671	514	506
500	1030	943	775	761	580	572
630	1170	1085	874	860	650	644

Dati costruttivi / Construction charact. - 26/45 kV

70	9,9	10,0	42,2	2010	550
95	11,6	10,0	44,3	2360	580
120	13,1	10,0	45,9	2660	600
150	14,4	9,0	45,1	2810	590
185	16,1	9,0	46,9	3220	620
240	18,5	9,0	49,3	3840	650
300	21,1	9,0	52,6	4590	690
400	23,9	9,0	55,1	5440	730
500	27,1	9,0	59,1	6640	780
630	30,7	9,0	63,3	8150	840

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 26/45 kV

70	318	285	264	256	205	199
95	385	346	315	305	243	237
120	443	398	358	348	275	269
150	502	449	400	389	305	299
185	576	516	451	441	344	338
240	675	609	520	511	395	390
300	769	698	585	575	442	438
400	881	807	661	654	498	495
500	1014	933	742	739	557	558
630	1178	1069	848	836	635	630

All'interno dell'area della sottostazione utente, sarà installato un Trasformatore 40 MW - MT/MT 36/30KV, Vcc ±6%



All'interno delle due cabine, sarà installato un Trasformatore Mt/Bt 30/0,4 kV 160 MVA per le utenze degli ausiliari.

8. CALCOLO DELLA DPA

Detto calcolo previsionale è stato effettuato attraverso il calcolo della DPA di cui al DM 29/05/2008 (ove applicabile) e delle Norma CEI di riferimento (CEI 116-11).

Le cabine di smistamento e nella sottostazione utente saranno predisposte per il sezionamento delle linee e conterranno solo il trasformatore di piccola taglia per gli ausiliari (160 kVA).

8.1. Calcolo della DPA Trasformatore Ausiliario (MT/BT)

La presente valutazione ha lo scopo di effettuare il calcolo previsionale del campo magnetico a frequenza di rete 50 Hz emesso dalle canalizzazioni in media tensione e dai componenti della cabina di trasformazione MT/ BT per l'impianto da realizzare.

La Dpa, distanza di prima approssimazione, per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa, che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del perimetro di cabina più di DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per fascia di rispetto si intende, in questo caso, lo spazio circostante il locale cabina che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica d'intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 µT).

Questa indicazione può valere nel caso di cabine 'standard' prefabbricate e di dimensioni contenute (rif. 5.2.1 DM 29/05/2008).

Nel caso di tipologie di cabine differenti da quelle sopra, come i locali in oggetto, **la struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la DPA è un sistema trifase BT, percorso dalla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore, nell'ipotesi che la distanza tra le fasi fosse pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.**

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \times x^{0,5242}$$

dove:

DPA = distanza di prima approssimazione (m)

I = corrente nominale del trafo (A)

x = diametro dei cavi (m)

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 160 kVA 0,4/30 kV collocati nelle cabine di trasformazione.

Per il calcolo è stato considerato per le fasi come diametro dei conduttori un valore pari a 0,016 m (formazione dei cavi BT rame 1x150 e una corrente pari a 260 A (corrente nominale secondaria del trasformatore).

Pertanto, servendoci della corrente nominale di bassa tensione del trasformatore e del diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore e applicando la formula riportata sul DM 29/05/08 è stato calcolato il rapporto $\frac{DPA}{\sqrt{I}}$. detto rapporto moltiplicato per e approssimato al mezzo metro successivo restituisce DPA.

$$DPA = \sqrt{I} \times 0,40942 \times 0,016^{0,5241} = 0,75 \text{ m che approssimato al mezzo metro superiore diventa:}$$

DPA trasformatore 1,00 m

Relativamente alla nuova metodologia di calcolo definita nel decreto 29 Maggio 2008, la distanza di prima approssimazione, ovvero la distanza minima al di sopra della quale si ottiene l'obiettivo di qualità dei 3 μ T per la 'cabina' risulta pari a DPA = 1,0 m dalla proiezione in pianta del trasformatore.

Si possono prendere comunque le indicazioni di 2 metri dalle pareti della cabina come indicato in letteratura.

Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08

Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche

Elaborato: **Relazione tecnica studio impatto elettromagnetico**

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 17 Srl

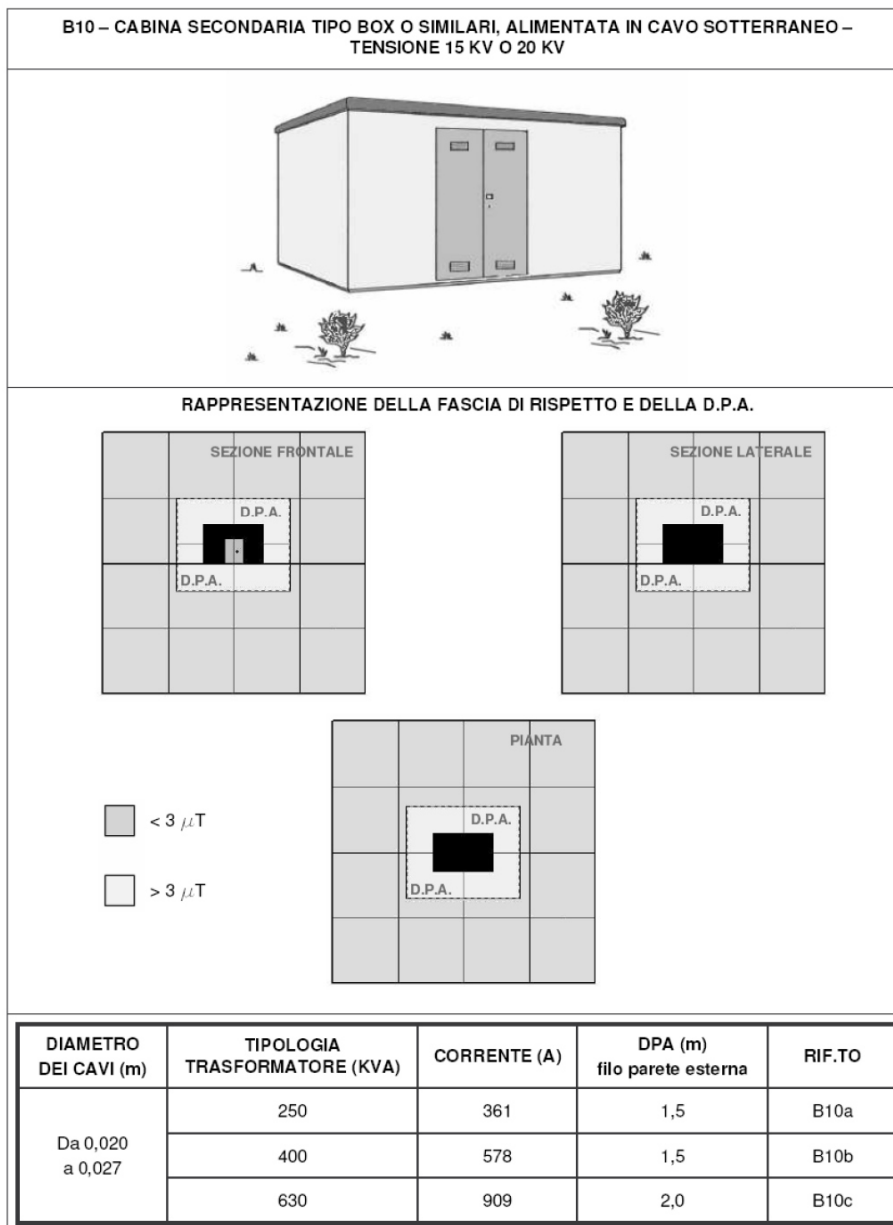
Rev. 1 – 09 dicembre 2022

Pagina 36 di 49



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QSA/IUN



D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

8.2. Calcolo Dpa condutture

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento, saranno considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre, la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio" o a elica) fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

Secondo quanto riportato nel DM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$.

Considerando la posa dei conduttori a trifoglio, la formula da applicare è la seguente:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu\text{T}] \qquad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$

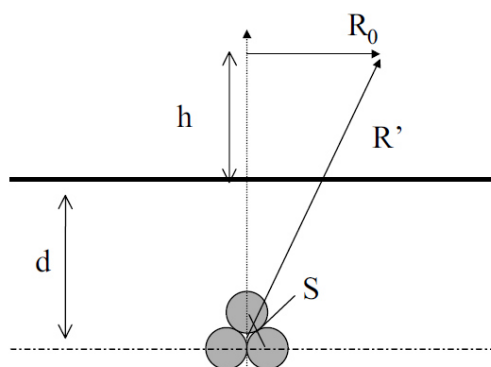


Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)

E per R_0

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

8.2.1. CAMPO EOLICO - canalizzazione entra ed esci a 30 kV (interrata sez. 300mm²)

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 30000 Volt interrata, nel campo eolico, la geometria di posa prevede un cavidotto con all'interno tre conduttori del tipo ARE4H1R 18/30 KV posati a trifoglio.

Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono indicate le portate tabellate per sezione di alcuni cavi:

DATI DELLA LINEA

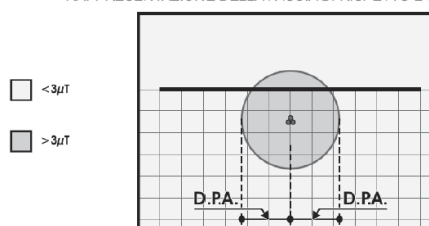
GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	30 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	480 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	1 PER FASE
GEOMETRIA	A TRIFOGLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,044 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO

d = 1,0 m

h = 0 m

Si ottiene:

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,044 \times 480)} = 1,31 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

$$R_0 = \sqrt{1,31^2 - 1^2} = 0,85 \quad [m]$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 1 m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 2 m

8.2.2. **CANALIZZAZIONE TRA CABINA CS e SOTTOSTAZIONE UTENTE - canalizzazione a 30 kV (interrata sez. 630mm²)**

DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	30 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	709 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	2 PER FASE
GEOMETRIA	2 linee A TRIFOLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,053 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO

d = 1,0 m

h = 0 m



Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,053 \times (709 \times 2))} = 2,48 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{2,48^2 - 1^2} = 2,27 \text{ [m]}$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 3 m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 6 m

8.2.3. **CANALIZZAZIONE INTERRATA TRA LA SOTTOSTAZIONE UTENTE E LA SOTTOSTAZIONE DI TERNA 36 kV**

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 36 kV interrata, dalla sottostazione esistente di proprietà di Terna alla Sottostazione Utente da realizzarsi. La geometria di posa prevede cavidotti interrati con all'interno i conduttori del tipo RG7H1R 26/45kV posati a trifoglio il tutto coperto da piastre di calcestruzzo prefabbricato poste sopra a garantire la sicurezza dei cavi. Si procederà alla costipazione della trincea con i vari elementi (strati) di chiusura.

Con i seguenti parametri elettrici

- Tipo di cavo RG7H1R
- Tensione nominale d'isolamento (Uo/U) kV 26/45
- Tensione massima permanente di esercizio (Um) kV 52
- Sezione nominale 1 x mm² 240
- diametro esterno 49,2 mm
- portata in regime permanente (in base al tipo di posa) 390A

Questa tipologia di posa è assimilabile a quella di una terna di conduttori posati a trifoglio, per i quali la Norma CEI 106-11 prevede l'uso della formula seguente per il calcolo della DPA:

DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	36 KV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	390 A (portata in corrente del conduttore di riferimento CEI 11-60)
CONDUTTORI	2 PER FASE
GEOMETRIA	A TRIFOGLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,098 m (due conduttori di distanza)
TIPOLOGIA SOSTEGNO	INTERRATO

$$d = 1,20 \text{ m}$$

$$h = 0 \text{ m}$$

Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,098 \times (390 \times 2))} = 2,5 \text{ m}$$

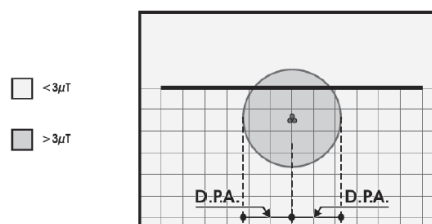
$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

$$R_0 = \sqrt{2,5^2 - 1,2^2} = 2,19 \quad [m]$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 3 m, rispetto all'asse del cavidotto.

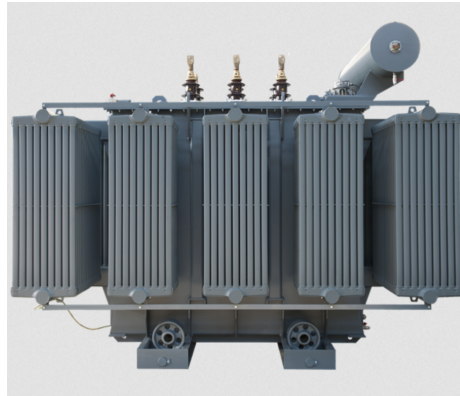
DPA 6 m

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



8.2.4. **TRASFORMATORE 36/30 kV –SOTTOSTAZIONE UTENTE**

Normalmente la distanza di approssimazione ai 3 μ T si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore in quanto il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.



CARATTERISTICHE TRASFORMATORE

Potenza:	40 MVA
Tensione	36 \pm 10 x 1,2 % / 30 kV
Collegamento:	Ynd11
Livello isolamento MT:	52 kV
Tensione di cortocircuito:	12%
Peso olio:	8100 kg
Peso totale:	47000 kg
Dimensioni L x W x H:	4300 x 3600 x 4400 mm

Tuttavia, visto le potenze in gioco, si è provveduto al calcolo approssimato delle DPA.

$$DPA = (0,24 \times U_{cc} \% \times \sqrt{Sr})^{0,35714}$$

Dove:

Sr potenza apparente nominale trasformatore [kVA];

Ucc % tensione di cortocircuito percentuale del trasformatore

Dpa distanza di prima approssimazione [m]

$$DPA = (0,24 \times 12 \times \sqrt{40000})^{0,35714} = 9,68$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 10 m dalla proiezione in pianta del trasformatore.

DPA trasformatore SOTTOSTAZIONE UTENTE 10 m

9. CONCLUSIONI

Le opere in progetto consistono nell'installazione di un impianto eolico da realizzarsi nei comuni di CENTRACHE e MONTEPAONE, provincia di Catanzaro e destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione mediante la connessione alla Rete di Distribuzione Nazionale di Terna Spa mediante la sottostazione MT/MT 36 KV

L'andamento della isolinea a $3 \mu\text{T}$ (micro tesla) dell'induzione magnetica, è stata calcolata considerando le Norme CEI 106-11 e il DM 29/05/2008 dove applicabile.

La fascia di rispetto della isolinea a $3 \mu\text{T}$ dell'induzione magnetica (B) calcolata a partire dalla proiezione in pianta del trasformatore 30/0,4 kV da 160KVA ha un valore pari a 1,0 metro. Tuttavia si è scelto di applicare l'indicazione generica di DPA per le Cabine standard che è pari a 2 metri dalle pareti della cabina MT.

All'interno del campo eolico, la fascia di rispetto della isolinea a $3 \mu\text{T}$ dell'induzione magnetica (B) calcolata a partire dal baricentro dei vari cavidotti interrati, ha distanza pari a 2 metri.

Lungo il cavidotto interrato che si estende dalla cabina di smistamento del campo eolico fino alla sottostazione utente, la fascia di rispetto della isolinea a $3 \mu\text{T}$ dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro dei due cavidotti ha distanza pari a 4 metri.

Lungo il cavidotto interrato che si estende dalla sottostazione primaria di Terna fino al trasformatore MT/MT nella sottostazione utente, la fascia di rispetto della isolinea a $3 \mu\text{T}$ dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro dei cavidotti ha distanza pari a 6 metri.

La fascia di rispetto della isolinea a $3 \mu\text{T}$ dell'induzione magnetica (B) calcolata a partire dalla proiezione in pianta del trasformatore 36/30 kV da 40 MVA ha un valore pari a 10 metri.

Pertanto, analizzando l'estensione della DPA dell'induzione magnetica calcolata, dovuta alla realizzazione dell'impianto eolico, si può concludere che:

la DPA delle sorgenti presenti nel campo eolico hanno estensioni che si esauriscono nelle immediate vicinanze delle sorgenti e non andranno ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente;

la DPA relativa al cavidotto interrato da realizzarsi lungo il tracciato stradale si esaurisce nelle immediate vicinanze del cavidotto e non andrà ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente nelle aree esterne per più 2 metri a partire dall'asse del cavidotto stesso.

la DPA relativa al trasformatore da 40 MVA 36/30 kV da installarsi nella sottostazione utente si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore e non andrà ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente nelle aree esterne al perimetro della sottostazione.

Sovrapponendo la fascia di rispetto al percorso della canalizzazione interrata da realizzarsi dal campo eolico alla sottostazione utente non sono stati individuati recettori sensibili all'interno della fascia stessa.

Sovrapponendo la fascia di rispetto al percorso della canalizzazione interrata da realizzarsi dalla cabina primaria di Terna alla sottostazione utente non sono stati individuati recettori sensibili all'interno della fascia stessa.

Come prescritto dall'articolo 4, comma i lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (valido per la 'popolazione' e non è applicabile nei luoghi di lavoro dove sono interessati lavoratori impiegati per specifica attività).

10. APPENDICE

10.1. *Grandezze, convenzioni e simboli*

μ	permeabilità magnetica del mezzo [H/m]
μ_r	permeabilità magnetica relativa del mezzo [p.u.]
μ_0	permeabilità magnetica del vuoto = $4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \text{H/m}$
\vec{u}	versore (vettore spaziale di lunghezza unitaria nella direzione della corrente)
$\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z$	versori nelle direzioni dei tre assi x, y, z
$i(t)$	valore istantaneo della corrente [A]
$\vec{H}(t)$	valore istantaneo del campo magnetico
$H(t)$	ampiezza istantanea dell'induzione magnetica [A/m]
$\vec{B}(t)$	valore istantaneo dell'induzione magnetica
$B(t)$	ampiezza istantanea dell'induzione magnetica [T]
$B_x(t), B_y(t), B_z(t)$	componenti spaziali istantanee del vettore induzione magnetica
I, B, B_x, B_y, B_z	valori efficaci della corrente, del vettore induzione magnetica e delle sue componenti spaziali
$\mathbf{I}, \mathbf{B}_x, \mathbf{B}_y, \mathbf{B}_z$	fasori (valori complessi) della corrente e delle componenti spaziali del vettore induzione magnetica
\vec{B}	vettore fasoriale dell'induzione magnetica

10.2. **Nozioni di base (CEI 106-11)**

Il campo magnetico si stabilisce nello spazio quando in esso sono presenti poli magnetici o correnti elettriche. Al generico istante t esso può essere rappresentato dal vettore campo magnetico $\vec{H}(t)$ o, in alternativa, dal vettore induzione magnetica (detta anche densità di flusso magnetico) $\vec{B}(t)$.

La densità di flusso magnetico $\vec{B}(t)$ viene definita attraverso la forza $\vec{F}(t)$ esercitata dal campo magnetico su un conduttore di lunghezza unitaria attraversato da una corrente $i(t)$:

$$\vec{F}(t) = \vec{B}(t) \times i(t)\vec{u} \quad (\text{prodotto vettoriale}) \quad (1)$$

Il campo magnetico può essere derivato dall'induzione magnetica attraverso la considerazione della permeabilità magnetica del mezzo.

$$H(t) = \frac{B(t)}{\mu} \quad (2)$$

dove:

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ è la permeabilità del mezzo;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m è il valore della permeabilità assoluta del vuoto;

μ_r è la permeabilità relativa del mezzo in cui si esercita il campo (nel caso dell'aria vale $\mu_r = 1$).

L'intensità del vettore campo magnetico $H(t)$ si esprime in ampere al metro [A/m], mentre quella del vettore induzione magnetica $B(t)$ in tesla [T]: 1 tesla equivale a 1 weber al metro quadrato [Wb/m²], cioè a 1 volt secondo al metro quadrato [V·s/m²].

Ai fini della presente Guida si farà soprattutto riferimento all'induzione magnetica, espressa nel sottomultiplo 10⁻⁶ del tesla (il microtesla, μ T). Dall'equazione (1) si ricava facilmente che:

$$1 \text{ A/m} \text{ corrisponde a } 1,257 \mu\text{T}; \quad 1 \mu\text{T} \text{ corrisponde a } 0,796 \text{ A/m}$$

Il vettore induzione magnetica può essere descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi mutuamente ortogonali nel modo seguente:

$$\vec{B}(t) = B_x(t) \cdot \vec{u}_x + B_y(t) \cdot \vec{u}_y + B_z(t) \cdot \vec{u}_z \quad (3)$$

Nel caso di campi magnetici dovuti a sistemi di correnti alternate trifase, il vettore induzione magnetica totale $\vec{B}(t)$ descrive al variare di t un'ellisse in un piano ortogonale ai conduttori percorsi da corrente, supposti paralleli, (come mostrato nella Norma CEI 211-4), per cui il campo si dice polarizzato ellitticamente.

Progetto relativo alla realizzazione di un impianto eolico costituito da 5 aerogeneratori da realizzare nei comuni di Centrache(Cz) e Montepaone (Cz) e dalle relative opere di connessione alla r.t.n. ricadenti nel comune di Petrizzi (Cz)

Ai fini della valutazione dell'esposizione umana ai campi magnetici il parametro da considerare è il valore efficace del campo, che può essere calcolato come la radice quadrata della somma dei quadrati dei valori efficaci delle tre componenti spaziali:⁽¹⁾.

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (4)$$

Si può tra l'altro dimostrare che il valore efficace del campo è anche ottenibile dalla radice quadrata della somma dei quadrati dei valori di campo corrispondenti all'asse maggiore e all'asse minore dell'ellisse.