

REGIONE SARDEGNA  
Città Metropolitana di Cagliari  
Comune di Uta

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "UTA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 98,5 MW<sub>p</sub> INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO (75 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "FV UTA" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI UTA(CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI)



COMMITTENTE:

Firma digitale (PDFES)



**CVA.**

CVA EOS s.r.l.  
Via Stazione, 31  
11024 Châtillon (AO)

PROGETTISTA:



Ing. Giuseppe Pipitone  
Via Libero Grassi, 8  
91011 Alcamo (TP)

OGGETTO DELL'ELABORATO

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi

10 - Relazione sui campi elettromagnetici - Elettrodotto 36 kV

| REV.                       | DATA    | DESCRIZIONE REV. | REDATTO | VERIFICATO |         |
|----------------------------|---------|------------------|---------|------------|---------|
| 0                          | 12/2023 | PRIMA EMISSIONE  | GP      | GP         |         |
| CODICE ELABORATO           |         |                  | SCALA   | FOGLIO     | FORMATO |
| PD-R.10-RENO808PDRrti010R0 |         |                  | /       | 1 di 41    | A4      |

|                           |  |        |
|---------------------------|--|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 2      |

Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA    | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|---------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00   | 12-2023 | Prima emissione       | GP      | GP         | GP        |
|      |         |                       |         |            |           |
|      |         |                       |         |            |           |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 3      |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PREMESSA.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3. FONTI DI EMISSIONE .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1. ELETTRDOTTO 36 kV.....   | 8         |
| 3.2. PARCO FOTOVOLTAICO.....  | 12        |
| 3.3. SISTEMA BESS.....  | 12        |
| <b>4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO.....</b>   | <b>13</b> |
| 4.1. DEFINIZIONI.....   | 13        |
| 4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO.....   | 14        |
| 4.3. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO.....   | 14        |
| <b>5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRDOTTI INTERRATI ...</b>   | <b>15</b> |
| 5.1. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO .....  | 15        |
| <b>5.1.1. MODELLO DI CALCOLO NORMALIZZATO.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>5.1.2. FORMULE ANALITICHE APPROSSIMATE.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>5.1.3. CAVI UNIPOLARI POSATI A TRIFOGLIO A SINGOLA O DOPPIA TERNA.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>5.1.4. CALCOLO INDUZIONE MAGNETICA.....</b>  | <b>20</b> |
| 5.1.4.1. Caso A – Quattro terne con sezione pari a 185 mm <sup>2</sup> .....  | 21        |
| 5.1.4.2. Caso B – Due terne con sezione pari a 185 mm <sup>2</sup> e due terne con sezione pari a 400 mm <sup>2</sup> ..... | 23        |
| 5.1.4.3. Caso C – Otto terne con sezione pari a 400 mm <sup>2</sup> .....   | 25        |
| 5.1.4.4. Caso D – Dieci terne con sezione pari a 630 mm <sup>2</sup> .....  | 28        |
| 5.1.4.5. Caso E – Sette terne con sezione pari a 630 mm <sup>2</sup> – Elettrodotta esterno al parco .....                  | 31        |
| 5.1.4.6. Caso F – Dieci terne con sezione pari a 630 mm <sup>2</sup> e otto con sezione pari a 400 mm <sup>2</sup> .....    | 34        |
| <b>5.1.5. VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO.....</b>  | <b>37</b> |
| <b>6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO E DAL SISTEMA BESS .....</b>                                   | <b>38</b> |
| 6.1. GENERALITÀ .....   | 38        |
| 6.2. CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO MTR E EDIFICIO PRODUTTORE.....   | 38        |
| 6.3. POWER STATION E POWER CONVERSION SYSTEM .....  | 39        |
| <b>7. CONCLUSIONI .....</b>   | <b>41</b> |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 4      |

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, CVA EOS s.r.l. ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato “FV UTA” di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico. Sia l'impianto che le opere di connessione alla rete ricadono nel territorio del Comune di UTA, Città Metropolitana di Cagliari.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n°23 campi di potenza variabile da 3,75 MWp a 4,63 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 98,55 MWp (potenza in immissione pari a 75,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna a 36 kV. Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power station), la Control Room e le Cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR in numero pari a 5. Dalle 5 MTR si dipartono le linee a 36 kV per il collegamento alla SE Terna.

In adiacenza all'impianto, come previsto da preventivo di connessione, sarà presente un'area dedicata allo storage, ovvero il sistema di accumulo di energia. L'area conterrà Power Conversion System (PCS) similari alle PS di impianto e dei container di rack di batterie che tuttavia non possono essere considerati fonte di emissione acustica.

Scopo della presente relazione è quello di illustrare il calcolo della producibilità dell'impianto nella configurazione di progetto.

**La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.**

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 5      |

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto si è fatto costante riferimento alla seguente normativa:

### Studio di Impatto Ambientale

- ✓ Art. 22 del D. Lgs. 152/2006, Norme in materia ambientale, aggiornato dal D. Lgs. 104/2017.

### Rumore

- ✓ L. 447/95 “Legge Quadro” e successivi decreti attuativi
- ✓ DPCM 14/11/1997 sulla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- ✓ DPCM 1/03/1991 sui “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.

### Energie rinnovabili

- ✓ D.Lgs. 387/2003
- ✓ D.Lgs. 28/2011

### Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

- ✓ Regio Decreto 11 dicembre 1933, n°1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- ✓ D.P.R. 18 marzo 1965, n°342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n°1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- ✓ Legge 28 giugno 1986, n°339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- ✓ Decreto legislativo 31 marzo 1998, n°112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n°59";
- ✓ Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- ✓ Norma CEI 211-6/2001 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”
- ✓ Norma CEI 11-17/2006 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- ✓ CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- ✓ CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- ✓ CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- ✓ CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 6      |

a reti i I e II categoria

- ✓ CEI 13-4 Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
- ✓ CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- ✓ CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- ✓ CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
- ✓ CEI 20-67 Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
- ✓ CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- ✓ CEI 23-46 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
- ✓ CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- ✓ CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- ✓ CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- ✓ CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini
- ✓ CEI 82-1 Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- ✓ CEI 82-2 Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento
- ✓ CEI 82-3 Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- ✓ CEI 82-4 Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
- ✓ CEI 82-8 Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- ✓ CEI 82-9 Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
- ✓ CEI 82-15 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- ✓ CEI 82-16 Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- ✓ CEI 82-17 Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- ✓ CEI 82-22 Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 7      |

- ✓ CEI 82-25 Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- ✓ DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n°36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

#### **Opere civili**

- ✓ Legge 5 novembre 1971, n°1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- ✓ Legge 2 febbraio 1974, n°64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- ✓ D.M. 17.01.2018: Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.

#### **Sicurezza**

- ✓ D.LGS 9 aprile 2008 “Testo unico sulla sicurezza”.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 8      |

### 3. FONTI DI EMISSIONE

Il parco fotovoltaico durante il suo ordinario funzionamento genera campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:

- ✓ tutte le linee elettriche a servizio del parco:
  - elettrodotto 36 kV di interconnessione fra le power station presenti all'interno del parco fotovoltaico e l'MTR;
  - elettrodotto 36 kV di interconnessione fra le varie MTR;
  - elettrodotto 36 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dalla MTR5 verso l'edificio produttore;
- ✓ le cabine elettriche presenti all'interno del parco fotovoltaico e all'interno dell'area BESS;
- ✓ L'edificio produttore a 36 kV;
- ✓ Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche; pertanto, non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

#### 3.1. ELETTRDOTTO 36 KV

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei campi che per la connessione alla SE, saranno del tipo standard ARE4H5EE 20,8/36 kV.

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da polietilene reticolato estruso (XLPE) e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato di schermo isolante, composto da una miscela semiconduttrice estrusa e, al di sopra di questa, vi è uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta, poi, uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene.

I cavi verranno interrati ad una profondità tra 1,00 m e 1,25 m per le tratte di collegamento interne e tra 1,25 m e 1,50 m per le tratte esterne al parco fotovoltaico. La tensione di esercizio dei cavi è pari a 36 kV.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di sottocampi collegati a valle di tale linea.

Si riporta la tabella con le tratte dei cavi 36 kV, la lunghezza e la sezione del cavo scelto.



|                           |   |        |
|---------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 9      |

| Dati impianto                        |        |                                  |                         |                              |                    |                             |  |                                 |  |   |
|--------------------------------------|--------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|--|---|
| LINEA                                | TRATTA | Potenza Apparente nominale [MVA] | Fattore di potenza cosφ | Potenza Attiva nominale [MW] | Lunghezza cavo [m] | K <sub>TOT</sub> correttivo | Portata minima del cavo I <sub>0_min</sub> [A] | Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ] | Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A] | Portata cavo nelle cond. di posa I <sub>z</sub> [A] |
| PS1-PS3                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 655                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS2-PS5                              | 1      | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 420                | 0,834                       | 76,9   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS3-MTR4                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 475                | 0,718                       | 196,6  | 3x1x185                         | 320                                      | 230   |
| PS4-MTR4                             | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 195                | 0,970                       | 72,7   | 3x1x185                         | 320                                      | 310   |
| PS5-MTR4                             | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 335                | 0,718                       | 178,7  | 3x1x185                         | 320                                      | 230   |
| PS6-PS7                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 285                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS7-MTR2                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 805                | 0,757                       | 186,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS8-PS9                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 400                | 0,718                       | 98,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   |
| PS9-MTR3                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 430                | 0,834                       | 169,2  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS10-PS13                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 233                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS11-PS14                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 253                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS12-MTR2                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 497                | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS13-MTR2                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 310                | 0,757                       | 178,1  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS14-MTR3                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 205                | 0,757                       | 178,1  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS15-MTR3                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 100                | 0,718                       | 98,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   |
| PS16-MTR3                            | 1      | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 148                | 0,718                       | 89,4   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   |
| PS17-MTR2                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 480                | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS18-PS21                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 237                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS19-MTR1                            | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 147                | 0,757                       | 186,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS20-PS19                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 220                | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   |
| PS21-MTR1                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 320                | 0,834                       | 161,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS22-PS23                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 150                | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| PS23-MTR1                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 575                | 0,834                       | 161,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   |
| BESS: PCS1-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 125                | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   |
| BESS: PCS2-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 90                 | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   |
| BESS: PCS3-PCS1                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   |
| BESS: PCS4-PCS2                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   |
| BESS: PCS5-PCS6                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 75                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   |
| BESS: PCS6-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 120                | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   |
| MTR1-MTR5                            | 1      | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1740               | 0,703                       | 584,0  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   |
| MTR2-MTR5                            | 1      | 26,00                            | 0,90                    | 23,40                        | 1725               | 0,703                       | 593,1  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   |
| MTR3-MTR5                            | 1      | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1295               | 0,703                       | 584,0  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   |
| MTR4-MTR5                            | 1      | 21,20                            | 0,90                    | 19,08                        | 920                | 0,703                       | 483,6  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| MTR5-Edificio prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   |
| Edificio prod. - SSE TERNA           | 1      | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 0,703                       | 855,5  | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 872   |
| Edificio prod. - SSE TERNA           | 1      | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 0,703                       | 855,5  | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 872   |
| <b>POTENZA COMPLESSIVA IN USCITA</b> |        | <b>98,400</b>                    |                         |                              |                    |                             |  |                                 |  |   |

Tabella 1. Cavi 36 kV

Considerata la potenza dei sottocampi e l'energia vettoriata sulle linee di media tensione si avranno correnti massime pari a circa 1578,09 A alla tensione di 36kV.

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento dei cavi e la verifica delle sezioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-17. Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla citata normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi. Oltre al dimensionamento vengono riportati i valori per la verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza.

|                          |   |        |
|--------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO         | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 10     |

| Dati impianto                        |        |                                  |                         |                              |                    |  |                             |  |                                 |  |   |  |                            |
|--------------------------------------|--------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|--|-----------------------------|--|---------------------------------|--|---|--|----------------------------|
| LINEA                                | TRATTA | Potenza Apparente nominale [MVA] | Fattore di potenza cosφ | Potenza Attiva nominale [MW] | Lunghezza cavo [m] | Corrente di impiego I <sub>b</sub> [A] | K <sub>cor</sub> correttivo | Portata minima del cavo I <sub>0,min</sub> [A] | Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ] | Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A] | Portata cavo nelle cond. di posa I <sub>z</sub> [A] | Verifica I <sub>b</sub> > I <sub>0,min</sub> | Dimensionamento in portata |
| PS1-PS3                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 655                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS2-PS5                              | 1      | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 420                | 64,15                                  | 0,834                       | 76,9   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 24%                        |
| PS3-MTR4                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 475                | 141,13                                 | 0,718                       | 196,6  | 3x1x185                         | 320                                      | 230   | OK   | 61%                        |
| PS4-MTR4                             | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 195                | 70,57                                  | 0,970                       | 72,7   | 3x1x185                         | 320                                      | 310   | OK   | 23%                        |
| PS5-MTR4                             | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 335                | 128,30                                 | 0,718                       | 178,7  | 3x1x185                         | 320                                      | 230   | OK   | 56%                        |
| PS6-PS7                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 285                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS7-MTR2                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 805                | 141,13                                 | 0,757                       | 186,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 58%                        |
| PS8-PS9                              | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 400                | 70,57                                  | 0,718                       | 98,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   | OK   | 31%                        |
| PS9-MTR3                             | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 430                | 141,13                                 | 0,834                       | 169,2  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 53%                        |
| PS10-PS13                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 233                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS11-PS14                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 253                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS12-MTR2                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 497                | 70,57                                  | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 29%                        |
| PS13-MTR2                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 310                | 134,72                                 | 0,757                       | 178,1  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 56%                        |
| PS14-MTR3                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 205                | 134,72                                 | 0,757                       | 178,1  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 56%                        |
| PS15-MTR3                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 100                | 70,57                                  | 0,718                       | 98,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   | OK   | 31%                        |
| PS16-MTR3                            | 1      | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 148                | 64,15                                  | 0,718                       | 89,4   | 3x1x185                         | 320                                      | 230   | OK   | 28%                        |
| PS17-MTR2                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 480                | 70,57                                  | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 29%                        |
| PS18-PS21                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 237                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS19-MTR1                            | 1      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 147                | 141,13                                 | 0,757                       | 186,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 58%                        |
| PS20-PS19                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 220                | 70,57                                  | 0,757                       | 93,3   | 3x1x185                         | 320                                      | 242   | OK   | 29%                        |
| PS21-MTR1                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 320                | 134,72                                 | 0,834                       | 161,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 50%                        |
| PS22-PS23                            | 1      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 150                | 70,57                                  | 0,834                       | 84,6   | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 26%                        |
| PS23-MTR1                            | 1      | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 575                | 134,72                                 | 0,834                       | 161,5  | 3x1x185                         | 320                                      | 267   | OK   | 50%                        |
| BESS: PCS1-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 125                | 256,60                                 | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   | OK   | 63%                        |
| BESS: PCS2-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 90                 | 256,60                                 | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   | OK   | 63%                        |
| BESS: PCS3-PCS1                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 128,30                                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   | OK   | 41%                        |
| BESS: PCS4-PCS2                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 128,30                                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   | OK   | 41%                        |
| BESS: PCS5-PCS6                      | 1      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 75                 | 128,30                                 | 0,970                       | 132,3  | 3x1x185                         | 320                                      | 310   | OK   | 41%                        |
| BESS: PCS6-MTR5                      | 1      | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 120                | 256,60                                 | 0,656                       | 391,5  | 3x1x630                         | 620                                      | 406   | OK   | 63%                        |
| MTR1-MTR5                            | 1      | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1740               | 410,56                                 | 0,703                       | 584,0  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   | OK   | 61%                        |
| MTR2-MTR5                            | 1      | 26,00                            | 0,90                    | 23,40                        | 1725               | 416,98                                 | 0,703                       | 593,1  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   | OK   | 62%                        |
| MTR3-MTR5                            | 1      | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1295               | 410,56                                 | 0,703                       | 584,0  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   | OK   | 61%                        |
| MTR4-MTR5                            | 1      | 21,20                            | 0,90                    | 19,08                        | 920                | 340,00                                 | 0,703                       | 483,6  | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 672   | OK   | 51%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| MTR5-Edifício prod.                  | 1      | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 0,642                       | 351,3  | 3x1x630                         | 620                                      | 398   | OK   | 57%                        |
| Edifício prod. - SSE TERNA           | 1      | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 601,41                                 | 0,703                       | 855,5  | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 872   | OK   | 69%                        |
| Edifício prod. - SSE TERNA           | 1      | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 601,41                                 | 0,703                       | 855,5  | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 872   | OK   | 69%                        |
| <b>POTENZA COMPLESSIVA IN USCITA</b> |        | <b>98,400</b>                    |                         |                              |                    |  |                             |  |                                 |  |   |  |                            |

Tabella 2 - Dimensionamento cavi 36 kV con criterio termico

|                           |   |        |
|---------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 11     |

| Dati impianto                 |                                  |                         |                              |                    |  |                                 |  |                     |                    |                         |       |               |                     |                    |       |                  |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|--|---------------------------------|--|---------------------|--------------------|-------------------------|-------|---------------|---------------------|--------------------|-------|------------------|
| LINEA                         | Potenza Apparente nominale [MVA] | Fattore di potenza cosφ | Potenza Attiva nominale [MW] | Lunghezza cavo [m] | Corrente di impiego I <sub>0</sub> [A] | Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ] | Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A] | Resistenza cavo [Ω] | Reattanza cavo [Ω] | Potenza reattiva [MVAR] | ΔV %  | ΔV % cumulato | Verifica ΔV %<3%    | Potenza persa [kW] | Δp %  | Verifica Δp %<5% |
| PS1-PS3                       | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 655                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1382              | 0,080              | 1,918                   | 0,05% | 0,05%         | OK                  | 2,06               | 0,05% | OK               |
| PS2-PS5                       | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 420                | 64,15                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0886              | 0,051              | 1,744                   | 0,03% | 0,03%         | OK                  | 1,09               | 0,03% | OK               |
| PS3-MTR4                      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 475                | 141,13                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1002              | 0,058              | 3,836                   | 0,08% | 0,13%         | OK                  | 5,99               | 0,07% | OK               |
| PS4-MTR4                      | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 195                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0411              | 0,024              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,61               | 0,01% | OK               |
| PS5-MTR4                      | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 335                | 128,30                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0707              | 0,041              | 3,487                   | 0,05% | 0,08%         | OK                  | 3,49               | 0,04% | OK               |
| PS6-PS7                       | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 285                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0601              | 0,035              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,90               | 0,02% | OK               |
| PS7-MTR2                      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 805                | 141,13                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1699              | 0,098              | 3,836                   | 0,13% | 0,16%         | OK                  | 10,15              | 0,12% | OK               |
| PS8-PS9                       | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 400                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0844              | 0,049              | 1,918                   | 0,03% | 0,03%         | OK                  | 1,26               | 0,03% | OK               |
| PS9-MTR3                      | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 430                | 141,13                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0907              | 0,052              | 3,836                   | 0,07% | 0,10%         | OK                  | 5,42               | 0,06% | OK               |
| PS10-PS13                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 233                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0492              | 0,028              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,73               | 0,02% | OK               |
| PS11-PS14                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 253                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0534              | 0,031              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,80               | 0,02% | OK               |
| PS12-MTR2                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 497                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1049              | 0,061              | 1,918                   | 0,04% | 0,04%         | OK                  | 1,57               | 0,04% | OK               |
| PS13-MTR2                     | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 310                | 134,72                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0654              | 0,038              | 3,661                   | 0,05% | 0,07%         | OK                  | 3,56               | 0,04% | OK               |
| PS14-MTR3                     | 8,80                             | 0,90                    | 7,56                         | 205                | 134,72                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0435              | 0,025              | 3,661                   | 0,03% | 0,05%         | OK                  | 2,35               | 0,03% | OK               |
| PS15-MTR3                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 100                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0211              | 0,012              | 1,918                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 0,32               | 0,01% | OK               |
| PS16-MTR3                     | 4,00                             | 0,90                    | 3,60                         | 148                | 64,15                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0312              | 0,018              | 1,744                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 0,39               | 0,01% | OK               |
| PS17-MTR2                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 480                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1013              | 0,059              | 1,918                   | 0,04% | 0,04%         | OK                  | 1,51               | 0,04% | OK               |
| PS18-PS21                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 237                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0500              | 0,029              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,75               | 0,02% | OK               |
| PS19-MTR1                     | 8,80                             | 0,90                    | 7,92                         | 147                | 141,13                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0510              | 0,018              | 3,836                   | 0,02% | 0,04%         | OK                  | 1,85               | 0,02% | OK               |
| PS20-PS19                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 220                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0464              | 0,027              | 1,918                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 0,69               | 0,02% | OK               |
| PS21-MTR1                     | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 320                | 134,72                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0675              | 0,039              | 3,661                   | 0,05% | 0,07%         | OK                  | 3,68               | 0,04% | OK               |
| PS22-PS23                     | 4,40                             | 0,90                    | 3,96                         | 150                | 70,57                                  | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0317              | 0,018              | 1,918                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 0,47               | 0,01% | OK               |
| PS23-MTR1                     | 8,40                             | 0,90                    | 7,56                         | 575                | 134,72                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,1213              | 0,070              | 3,661                   | 0,09% | 0,10%         | OK                  | 6,61               | 0,08% | OK               |
| BESS-PCS1-MTR5                | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 125                | 256,60                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,0079              | 0,013              | 6,974                   | 0,02% | 0,02%         | OK                  | 1,56               | 0,01% | OK               |
| BESS-PCS2-MTR5                | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 90                 | 256,60                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,0057              | 0,009              | 6,974                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 1,12               | 0,01% | OK               |
| BESS-PCS3-PCS1                | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 128,30                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0063              | 0,004              | 3,487                   | 0,00% | 0,00%         | OK                  | 0,31               | 0,00% | OK               |
| BESS-PCS4-PCS2                | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 30                 | 128,30                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0063              | 0,004              | 3,487                   | 0,00% | 0,00%         | OK                  | 0,31               | 0,00% | OK               |
| BESS-PCS5-PCS6                | 8,00                             | 0,90                    | 7,20                         | 75                 | 128,30                                 | 3x1x185                         | 320                                      | 0,0158              | 0,009              | 3,487                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 0,78               | 0,01% | OK               |
| BESS-PCS6-MTR5                | 16,00                            | 0,90                    | 14,40                        | 120                | 256,60                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,0076              | 0,012              | 6,974                   | 0,01% | 0,01%         | OK                  | 1,49               | 0,01% | OK               |
| MTR1-MTR5                     | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1740               | 410,56                                 | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 0,1757              | 0,186              | 11,159                  | 0,24% | 0,34%         | OK                  | 88,87              | 0,35% | OK               |
| MTR2-MTR5                     | 26,00                            | 0,90                    | 23,40                        | 1725               | 416,98                                 | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 0,1742              | 0,185              | 11,333                  | 0,24% | 0,39%         | OK                  | 90,88              | 0,35% | OK               |
| MTR3-MTR5                     | 25,60                            | 0,90                    | 23,04                        | 1295               | 410,56                                 | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 0,1308              | 0,139              | 11,159                  | 0,18% | 0,28%         | OK                  | 66,14              | 0,20% | OK               |
| MTR4-MTR5                     | 21,20                            | 0,90                    | 19,08                        | 920                | 340,00                                 | 2x(3x1x400)                     | 956                                      | 0,0929              | 0,098              | 9,241                   | 0,10% | 0,24%         | OK                  | 32,22              | 0,15% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| MTR5-Edificio prod.           | 14,06                            | 0,90                    | 12,65                        | 7000               | 225,44                                 | 3x1x630                         | 620                                      | 0,4410              | 0,700              | 6,127                   | 0,76% | 0,76%         | OK                  | 67,24              | 0,48% | OK               |
| Edificio prod. - SSE TERNA    | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 601,41                                 | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 0,0183              | 0,029              | 16,346                  | 0,04% | 0,04%         | OK                  | 19,82              | 0,05% | OK               |
| Edificio prod. - SSE TERNA    | 37,50                            | 0,90                    | 33,75                        | 290                | 601,41                                 | 2x(3x1x630)                     | 1240                                     | 0,0183              | 0,029              | 16,346                  | 0,04% | 0,04%         | OK                  | 19,82              | 0,05% | OK               |
| POTENZA COMPLESSIVA IN USCITA | 98,400                           |                         |                              |                    |  |                                 |  |                     |                    |                         |       |               | PERDITE TOTALI RETE | 850,27             | 0,86% | OK               |

Tabella 3 - Verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza dei cavi 36 kV

Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche tecniche del cavo utilizzato fornite dal costruttore con le seguenti condizioni di posa:

- Disposizione a trifoglio;
- Profondità di posa a 0,8 m;
- Resistività termica pari a 1,5 °Cm/W;
- Posa interrata con temperatura pari a 20°C;

| Tipo                                     | ARE4H5EE o equivalente |         |             |             |
|--|------------------------|---------|-------------|-------------|
| Tensione nominale [kV]:                  | 20,8/36                |         |             |             |
| Formazione e sezione [mm <sup>2</sup> ]: | 3 x 1 x 185            | 3x1x630 | 2x(3x1x400) | 7x(3x1x630) |
| Resistenza a 90 °C [Ω/km]:               | 0,164                  | 0,0469  | 0,0778      | 0,0469      |
| Reattanza [Ω/km]:                        | 0,122                  | 0,100   | 0,107       | 0,100       |
| Capacità [μF/km]:                        | 0,221                  | 0,367   | 0,308       | 0,367       |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 12     |

|  |     |     |     |      |
|--|-----|-----|-----|------|
| <b>Portata per posa<br/>interrata a 20°C [A]</b> | 320 | 620 | 956 | 4340 |
|--|-----|-----|-----|------|

*Tabella 4 - Caratteristiche tecniche del cavo MT*

## 3.2. PARCO FOTOVOLTAICO

Relativamente alla sola componentistica elettrica, il parco fotovoltaico nel suo complesso risulta composto da:

- Moduli fotovoltaici;
- String-box;
- n°23 Power Station (PS) con inverter centralizzato. Le Power Station avranno la funzione (dopo che l'energia sia stata convertita da corrente continua a corrente alternata tramite gli inverter in esse presenti) di elevare la tensione da bassa a media tensione; il sistema prevede un collegamento ove possibile in entra-esce o alternativamente in modo diretto con le cabine principali di impianto.
- n°5 Main technical room (cabina principale di impianto), contenenti quadri ausiliari BT, quadri 36 kV generali di impianto, trafo servizi ausiliari;
- n°1 Control Room (CR) di impianto, destinato ad ospitare gli uffici, il sistema di telecontrollo, nonché deposito materiali.
- Sistema di monitoraggio e telecontrollo, che sovrintende e supervisiona il funzionamento del parco fotovoltaico e le eventuali anomalie.
- Cavi di collegamento CC dalle stringhe agli string-box;
- Cavi di collegamento CC dagli string-box agli inverter centralizzati delle Power Station;
- Cavi di collegamento 36 kV fra le Power Station.

## 3.3. SISTEMA BESS

Il sistema, a seconda della soluzione tecnica finale, sarà presumibilmente costituito da:

- n°12 container di batterie lithium-ion;
- n°6 unità di conversione PCS (POWER CONVERSION SYSTEM con sistema di conversione DC/AC da 8,00 MVA;
- Sistema interno BT di alimentazione dei servizi ausiliari e dei servizi generali di ciascuna unità accumulo;
- Cavi di collegamento a 36 kV, interrata per il collegamento delle 6 unità di conversioni al quadro presente in cabina MTR5.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 13     |

## 4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n°36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

### 4.1. DEFINIZIONI

L'esposizione a campi elettromagnetici molto intensi è dannosa per la salute umana. I campi elettromagnetici interagiscono con il corpo umano provocando una risposta che dipende dall'intensità del campo e che può tradursi in un effetto biologico; tale interazione non implica necessariamente un danno alla salute.

Le grandezze indicative degli effetti che i campi elettrici, magnetici e elettromagnetici hanno sulla salute possono classificarsi in due tipi di grandezze:

- Grandezze interne, nel senso che vanno misurate all'interno del corpo. Queste, non sono sempre misurabili direttamente, vengono di seguito elencate:
  - Densità di corrente (J) espressa in A/m<sup>2</sup>;
  - Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR) espresso in W/kg;
  - Densità di potenza (S) espressa in W/m<sup>2</sup>;
- Grandezze esterne, cioè campo elettrico indisturbato e campo magnetico;

La legge n.36 del 22/02/2001 fornisce le seguenti definizioni:

- Limiti di esposizione: valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti;
- Valori di attenzione: valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate (superiore a 4 ore giornaliere). Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo;
- Obiettivi di qualità: valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Costituiscono valori a cui far tendere quelli di attenzione nelle nuove costruzioni, al fine di consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 14     |

periodo.

I valori associati a queste definizioni e riguardanti il pubblico sono fissati dai DPCM n.199 e n°200 del 2003.

La protezione dei lavoratori dai rischi legati alle radiazioni non ionizzanti e i limiti di esposizione sono invece definiti dal D.lgs 81/08, quelli relativi alle radiazioni ionizzanti dal D.lgs 230/95.

In realtà il D.lgs 81/08 non fissa i limiti di esposizione ma richiama le linee guida dell'ICNIRP e impone al datore di lavoro di effettuare, tramite personale qualificato, una valutazione del rischio con cadenza almeno quadriennale e comunque ogniqualvolta si effettuano delle modifiche che possono rendere il documento di valutazione obsoleto e di prendere tutte le precauzioni atte a ridurre il rischio di esposizione; la valutazione richiede il calcolo o la misura dei livelli di esposizione.

## 4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica a frequenza industriale (50Hz) mostrati in tabella.

| Soglia   | Valore limite del campo magnetico   |
|--|---|
| <b>Limite di esposizione</b>   | <b>100 <math>\mu</math>T</b><br>(da intendersi come valore efficace)  |
| <b>Valore di attenzione</b><br>(misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)   | <b>10 <math>\mu</math>T</b><br>(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio) |
| <b>Obiettivo di qualità</b><br>(nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio) | <b>3 <math>\mu</math>T</b><br>(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)  |

*Tabella 5. Valori limite alla frequenza industriale*

## 4.3. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

|                           |   |        |
|---------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 15     |

## 5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI INTERRATI

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti interrati, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto interrato occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

Il progetto, infatti, prevede l'utilizzo di cavi unipolari del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio per tutte le sezioni di cavo.

La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa.

| Cavi in isolamento XLPE         |           |           |           |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Tensione (kV)</b>            | 36        |           |           |
| <b>Sezione (mm<sup>2</sup>)</b> | 185       | 400       | 630       |
| <b>Tipo posa</b>                | Trifoglio |           |           |
| <b>Profondità posa (m)</b>      | 1,00      | 1,00/1,25 | 1,25/1,50 |

Tabella 6. Cavi e posa utilizzati per l'impianto

### 5.1. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

Per la valutazione del campo magnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Si procederà adesso ad una valutazione specifica del campo magnetico.

#### 5.1.1. Modello di calcolo normalizzato

Il modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è 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 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:

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 16     |

- 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 sub-conduttori 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;

In alcuni casi particolari può risultare appropriato eseguire valutazioni con metodi più completi di tipo tridimensionale, come cabine e stazioni (CEI 106-11).

L'algoritmo di calcolo, implementabile con codici relativamente semplici, considera in sintesi i seguenti passi (CEI 106-11 par.6.1):

- 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  $i$ ;
- 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 sotto. Inoltre viene riportata una figura 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;



| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 17     |

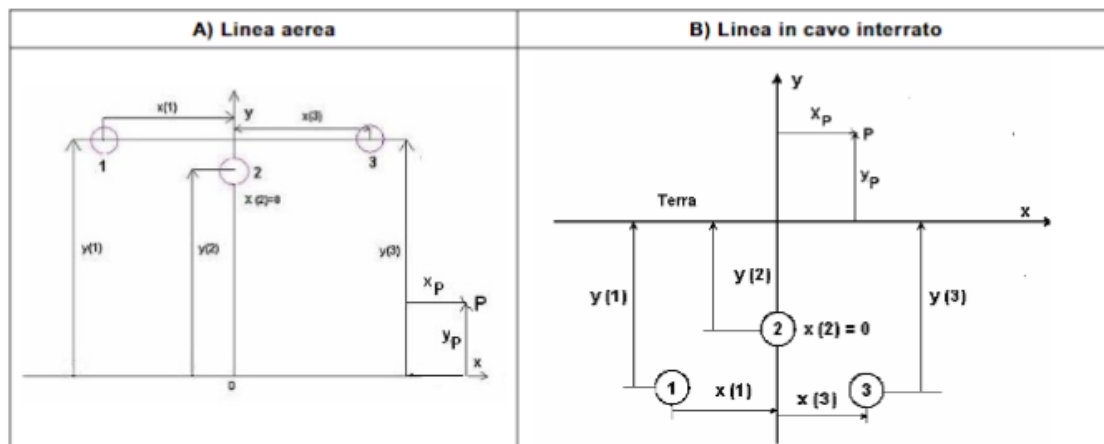


Figura 1. Rappresentazione di una terna aerea o in cavo e simboli utilizzati nelle formule

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{y_i - y_P}{(x_P - x_i)^2 + (y_P - y_i)^2} \right] ; B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[ \frac{x_P - x_i}{(x_P - x_i)^2 + (y_P - y_i)^2} \right] ; B_z = 0$$

- il valore efficace dell'induzione B magnetica viene ottenuto nel modo seguente:

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

### 5.1.2. Formule analitiche approssimate

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato, che richiede l'uso di codici di calcolo, 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.

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 punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a  $3 \mu\text{T}$ , lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più elevata è la distanza dei conduttori.

Le caratteristiche principali dei cavi interrati sono:

- Che essi si mantengono sempre paralleli alla superficie del terreno;
- Che la distanza tra i conduttori è piccola;

In particolare, nell'impianto fotovoltaico "FV UTA", le configurazioni di posa per la linea 36 kV sono le seguenti:

- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terna di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione  $185 \text{ mm}^2$ , profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 18     |

185 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;

- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 185 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 4 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 185 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, di cui una a sezione 185 mm<sup>2</sup> e due a sezione di 400 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 4 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, di cui due a sezione 185 mm<sup>2</sup> e due a sezione di 400 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terna di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 8 terne di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 400 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,00 e 1,25 m (essendo presenti 8 terne contemporaneamente si suddividono in 4 con profondità a 1,00 m e 4 con profondità a 1,25 m);
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 7 terne di cavi 36 kV (elettrdotto presente all'esterno del campo fotovoltaico) posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,25 e 1,50 m (essendo presenti 7 terne contemporaneamente si suddividono in 3 con profondità a 1,25 m e 4 con profondità a 1,50 m);
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 10 terne di cavi di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,25 e 1,50 m (essendo presenti 10 terne contemporaneamente si suddividono in 5 con profondità a 1,25 m e 5 con profondità a 1,50 m);
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 18 terne di cavi (caso più svantaggioso) di cavi 36 kV posate a trifoglio, di cui 10 a sezione 630 mm<sup>2</sup> e 8 a sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa media 1,25 m (tratto in ingresso alla MTR5);

Di conseguenza si analizzano nel prossimo paragrafo le diverse configurazioni di posa.

### 5.1.3. Cavi unipolari posati a trifoglio a singola o doppia terna

Come suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio a singola terna è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T] \quad ; \quad R = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 19     |

Lo schema è riportato nella figura seguente.

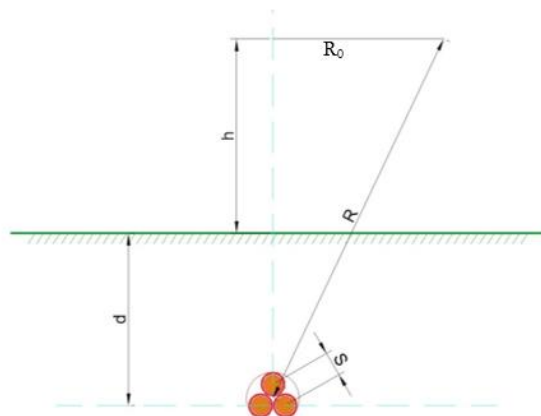


Figura 2. Schema di una terna di cavi unipolari posati a trifoglio a singola terna

$B$  [ $\mu\text{T}$ ] è l'induzione magnetica in un generico punto distante  $R$  [m] dal conduttore centrale,  $S$  [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a  $I$  [A].

In questo caso, la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza  $R_0$  dall'asse della linea a livello del suolo ( $h=0$ ) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di  $3 \mu\text{T}$  è la seguente:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2}$$

Quando si tratta invece di una doppia terna (anche più), considerando la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'**asse centrale** del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula (indicativa per due terne):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S_1 \cdot I_1}{R_1^2} + 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S_2 \cdot I_2}{R_2^2} \quad [\mu\text{T}]$$

$$R_1 = 0,286 \cdot \sqrt{S_1 \cdot I_1} \quad ; \quad R_2 = 0,286 \cdot \sqrt{S_2 \cdot I_2} \quad [\text{m}]$$

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 20     |

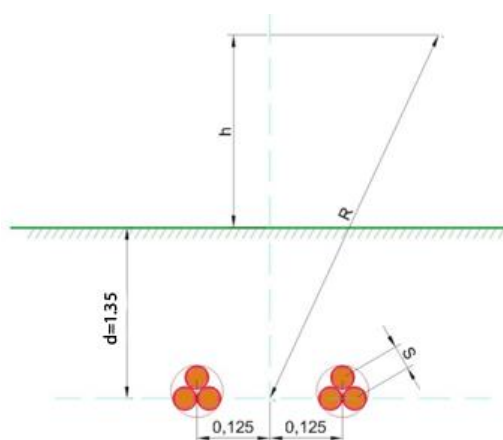


Figura 3. Schema di cavi unipolari posati a trifoglio a doppia terna

#### 5.1.4. Calcolo induzione magnetica

Per quanto riguarda la corrente  $I_i$ , il DPCM 8/07/2003 all'art.6 indica di fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, così come definita dalla norma CEI 11-60, la quale regola la portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV. Trattandosi nel caso specifico invece di linea interrata in media tensione (36 kV), e non potendosi fare riferimento a quanto previsto dal decreto, si è fatto riferimento alla portata in corrente in regime permanente, così come definita dalla norma CEI 11-17.

Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di  $h$ , le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti (casi più svantaggiosi):

- CASO A: Linea elettrica in cavo interrato 4x(3x1x185) a profondità di 1,00 m;
- CASO B: Linea elettrica in cavo interrato 2x(3x1x185)+2x(3x1x400) a profondità di 1,00 m;
- CASO C: Linea elettrica in cavo interrato 8x(3x1x400) a profondità di 1,00 m e 1,25 m;
- CASO D: Linea elettrica in cavo interrato 10x(3x1x630) a profondità di 1,00 m e 1,25 m;
- CASO E: Linea elettrica in cavo interrato 7x(3x1x630) a profondità di 1,00 m e 1,25 m;
- CASO F: Linea elettrica in cavo interrato 10x(3x1x630)+8x(3x1x400) a profondità di 1,00 m, 1,25 m e 1,50 m;

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo. Inoltre, la distanza della terna dall'asse  $y$  è stata considerata senza tener conto del diametro dei cavi, poiché a vantaggio di sicurezza.

|                           |  |        |
|---------------------------|--|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 21     |

#### 5.1.4.1. Caso A – Quattro terne con sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>

|                                  | CASO A      |
|----------------------------------|-------------|
| Sezione terne [mm <sup>2</sup> ] | 4x(3x1x185) |
| Diametro esterno cavi [mm]       | 45,8        |
| Profondità di posa dei cavi [m]  | -1,00       |
| Distanza terna 1 dall'asse y [m] | -0,375      |
| Distanza terna 2 dall'asse y [m] | -0,125      |
| Distanza terna 3 dall'asse y [m] | +0,125      |
| Distanza terna 4 dall'asse y [m] | +0,375      |
| Portata cavo nominale [A]        | 320         |
| Fattore correttivo K             | 0,556       |
| Portata cavo corretta [A]        | 177,88      |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di quattro terne con cavi di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>, a profondità di 1,00 m e a distanza tra loro di 25 cm.

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00                          | 0,076917                              | 0,075281                                | 0,073372                              | 0,071239                                | 0,068927                              |
| -9,50                           | 0,084892                              | 0,082902                                | 0,080593                              | 0,078026                                | 0,07526                               |
| -9,00                           | 0,094153                              | 0,09171                                 | 0,088893                              | 0,085779                                | 0,082447                              |
| -8,50                           | 0,104986                              | 0,101957                                | 0,098486                              | 0,094677                                | 0,090633                              |
| -8,00                           | 0,117761                              | 0,113962                                | 0,109641                              | 0,104939                                | 0,099993                              |
| -7,50                           | 0,132957                              | 0,128133                                | 0,122693                              | 0,116834                                | 0,110735                              |
| -7,00                           | 0,15121                               | 0,144998                                | 0,138068                              | 0,13069                                 | 0,123102                              |
| -6,50                           | 0,173367                              | 0,165244                                | 0,156299                              | 0,146906                                | 0,137385                              |
| -6,00                           | 0,200575                              | 0,189774                                | 0,178063                              | 0,165969                                | 0,153914                              |
| -5,50                           | 0,234412                              | 0,21978                                 | 0,204216                              | 0,188457                                | 0,173062                              |
| -5,00                           | 0,277076                              | 0,256843                                | 0,235822                              | 0,215047                                | 0,195224                              |
| -4,50                           | 0,331661                              | 0,30305                                 | 0,27419                               | 0,24649                                 | 0,220786                              |
| -4,00                           | 0,402561                              | 0,361123                                | 0,320848                              | 0,283546                                | 0,250054                              |
| -3,50                           | 0,495998                              | 0,434481                                | 0,377436                              | 0,326842                                | 0,283129                              |
| -3,00                           | 0,620564                              | 0,527067                                | 0,445372                              | 0,376586                                | 0,319725                              |
| -2,50                           | 0,787274                              | 0,642534                                | 0,525116                              | 0,432101                                | 0,358903                              |
| -2,00                           | 1,007373                              | 0,781999                                | 0,614832                              | 0,491164                                | 0,398796                              |
| -1,50                           | 1,283787                              | 0,939467                                | 0,708511                              | 0,549366                                | 0,436434                              |
| -1,00                           | 1,591005                              | 1,095619                                | 0,794486                              | 0,599965                                | 0,467903                              |
| -0,50                           | 1,852155                              | 1,21572                                 | 0,85652                               | 0,634943                                | 0,489018                              |
| 0,00                            | 1,957806                              | 1,261524                                | 0,879332                              | 0,647504                                | 0,496477                              |
| 0,50                            | 1,852155                              | 1,21572                                 | 0,85652                               | 0,634943                                | 0,489018                              |
| 1,00                            | 1,591005                              | 1,095619                                | 0,794486                              | 0,599965                                | 0,467903                              |
| 1,50                            | 1,283787                              | 0,939467                                | 0,708511                              | 0,549366                                | 0,436434                              |
| 2,00                            | 1,007373                              | 0,781999                                | 0,614832                              | 0,491164                                | 0,398796                              |
| 2,50                            | 0,787274                              | 0,642534                                | 0,525116                              | 0,432101                                | 0,358903                              |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 22     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 3,00                            | 0,620564                              | 0,527067                                | 0,445372                              | 0,376586                                | 0,319725                              |
| 3,50                            | 0,495998                              | 0,434481                                | 0,377436                              | 0,326842                                | 0,283129                              |
| 4,00                            | 0,402561                              | 0,361123                                | 0,320848                              | 0,283546                                | 0,250054                              |
| 4,50                            | 0,331661                              | 0,30305                                 | 0,27419                               | 0,24649                                 | 0,220786                              |
| 5,00                            | 0,277076                              | 0,256843                                | 0,235822                              | 0,215047                                | 0,195224                              |
| 5,50                            | 0,234412                              | 0,21978                                 | 0,204216                              | 0,188457                                | 0,173062                              |
| 6,00                            | 0,200575                              | 0,189774                                | 0,178063                              | 0,165969                                | 0,153914                              |
| 6,50                            | 0,173367                              | 0,165244                                | 0,156299                              | 0,146906                                | 0,137385                              |
| 7,00                            | 0,15121                               | 0,144998                                | 0,138068                              | 0,13069                                 | 0,123102                              |
| 7,50                            | 0,132957                              | 0,128133                                | 0,122693                              | 0,116834                                | 0,110735                              |
| 8,00                            | 0,117761                              | 0,113962                                | 0,109641                              | 0,104939                                | 0,099993                              |
| 8,50                            | 0,104986                              | 0,101957                                | 0,098486                              | 0,094677                                | 0,090633                              |
| 9,00                            | 0,094153                              | 0,09171                                 | 0,088893                              | 0,085779                                | 0,082447                              |
| 9,50                            | 0,084892                              | 0,082902                                | 0,080593                              | 0,078026                                | 0,07526                               |
| 10,00                           | 0,076917                              | 0,075281                                | 0,073372                              | 0,071239                                | 0,068927                              |

Tabella 7. Valori di induzione magnetica per quattro terne di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

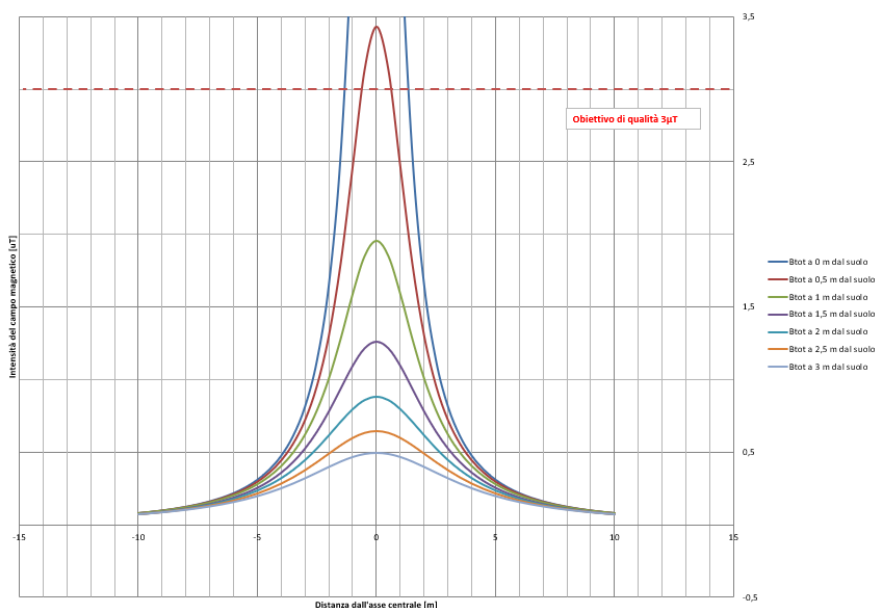


Figura 4. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per quattro terne con sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa 1,96 μT, inferiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. **Pertanto, in questo caso specifico non sarà necessario prevedere DPA.**

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 23     |

#### 5.1.4.2. Caso B – Due terne con sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e due terne con sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>

|                                  | CASO B   |
|----------------------------------|--|
| Sezione terne [mm <sup>2</sup> ] | 2x(3x1x185)<br>+<br>2x(3x1x400)                                |
| Diametro esterno cavi [mm]       | 45,8 (185 mm <sup>2</sup> )<br>52,6 (400mm <sup>2</sup> )      |
| Profondità di posa dei cavi [m]  | -1,00  |
| Distanza terna 1 dall'asse y [m] | -0,375   |
| Distanza terna 2 dall'asse y [m] | -0,125   |
| Distanza terna 3 dall'asse y [m] | +0,125   |
| Distanza terna 4 dall'asse y [m] | +0,375   |
| Portata cavo nominale [A]        | 320 (185 mm <sup>2</sup> )<br>478 (400mm <sup>2</sup> )        |
| Fattore correttivo K             | 0,556  |
| Portata cavo corretta [A]        | 177,88 (185 mm <sup>2</sup> )<br>265,70 (400 mm <sup>2</sup> ) |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di quattro terne, di cui due con cavi di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e due con sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>, a profondità di 1,00 m e a distanza tra loro di 25 cm.

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00                          | 0,103111                              | 0,100944                                | 0,098417                              | 0,095589                                | 0,092522                              |
| -9,50                           | 0,113731                              | 0,1111                                  | 0,108045                              | 0,104646                                | 0,10098                               |
| -9,00                           | 0,126052                              | 0,122827                                | 0,119104                              | 0,114985                                | 0,110574                              |
| -8,50                           | 0,140451                              | 0,136457                                | 0,131876                              | 0,126844                                | 0,121496                              |
| -8,00                           | 0,157411                              | 0,15241                                 | 0,146715                              | 0,140512                                | 0,133977                              |
| -7,50                           | 0,177562                              | 0,171222                                | 0,164064                              | 0,156343                                | 0,148294                              |
| -7,00                           | 0,201734                              | 0,193585                                | 0,184481                              | 0,174772                                | 0,164771                              |
| -6,50                           | 0,231031                              | 0,2204                                  | 0,20867                               | 0,196328                                | 0,183793                              |
| -6,00                           | 0,26695                               | 0,252847                                | 0,237521                              | 0,221654                                | 0,205802                              |
| -5,50                           | 0,311543                              | 0,292486                                | 0,272158                              | 0,251518                                | 0,231296                              |
| -5,00                           | 0,367661                              | 0,341384                                | 0,313991                              | 0,286823                                | 0,260811                              |
| -4,50                           | 0,439316                              | 0,402274                                | 0,364747                              | 0,328576                                | 0,294877                              |
| -4,00                           | 0,532201                              | 0,478725                                | 0,426467                              | 0,377818                                | 0,33393                               |
| -3,50                           | 0,654381                              | 0,575254                                | 0,501376                              | 0,43544                                 | 0,37816                               |
| -3,00                           | 0,817056                              | 0,697154                                | 0,591479                              | 0,501835                                | 0,427266                              |
| -2,50                           | 1,034782                              | 0,849551                                | 0,697663                              | 0,57629                                 | 0,480117                              |
| -2,00                           | 1,323141                              | 1,0347                                  | 0,817994                              | 0,656132                                | 0,534368                              |
| -1,50                           | 1,688771                              | 1,246267                                | 0,945247                              | 0,735815                                | 0,586191                              |
| -1,00                           | 2,104541                              | 1,460985                                | 1,064673                              | 0,806575                                | 0,630405                              |
| -0,50                           | 2,476946                              | 1,634243                                | 1,154769                              | 0,857594                                | 0,661289                              |
| 0,00                            | 2,658188                              | 1,712819                                | 1,193902                              | 0,879141                                | 0,674086                              |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 24     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 0,50                            | 2,552537                              | 1,667015                                | 1,17109                               | 0,86658                                 | 0,666626                              |
| 1,00                            | 2,215796                              | 1,514142                                | 1,092735                              | 0,822615                                | 0,640174                              |
| 1,50                            | 1,797322                              | 1,304833                                | 0,978697                              | 0,755977                                | 0,598936                              |
| 2,00                            | 1,412357                              | 1,088799                                | 0,851568                              | 0,677612                                | 0,548553                              |
| 2,50                            | 1,103042                              | 0,895235                                | 0,728278                              | 0,597069                                | 0,494475                              |
| 3,00                            | 0,868072                              | 0,734083                                | 0,617918                              | 0,520776                                | 0,440939                              |
| 3,50                            | 0,692489                              | 0,604568                                | 0,523543                              | 0,452091                                | 0,39067                               |
| 4,00                            | 0,560945                              | 0,501897                                | 0,444788                              | 0,392145                                | 0,345084                              |
| 4,50                            | 0,461301                              | 0,420652                                | 0,379809                              | 0,340761                                | 0,304663                              |
| 5,00                            | 0,384731                              | 0,356066                                | 0,326379                              | 0,297133                                | 0,269314                              |
| 5,50                            | 0,324998                              | 0,304322                                | 0,282384                              | 0,260233                                | 0,238649                              |
| 6,00                            | 0,277706                              | 0,26248                                 | 0,246006                              | 0,22903                                 | 0,212148                              |
| 6,50                            | 0,239742                              | 0,228317                                | 0,215756                              | 0,202591                                | 0,189273                              |
| 7,00                            | 0,208875                              | 0,200153                                | 0,190439                              | 0,180112                                | 0,16951                               |
| 7,50                            | 0,183481                              | 0,17672                                 | 0,169107                              | 0,160917                                | 0,152403                              |
| 8,00                            | 0,162365                              | 0,157051                                | 0,151011                              | 0,144448                                | 0,137553                              |
| 8,50                            | 0,144636                              | 0,140405                                | 0,13556                               | 0,130249                                | 0,124617                              |
| 9,00                            | 0,129617                              | 0,12621                                 | 0,122283                              | 0,117946                                | 0,113309                              |
| 9,50                            | 0,116791                              | 0,114019                                | 0,110804                              | 0,107232                                | 0,103387                              |
| 10,00                           | 0,105756                              | 0,103478                                | 0,100824                              | 0,097859                                | 0,094647                              |

Tabella 8. Valori di induzione magnetica per due terne di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e due terne di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

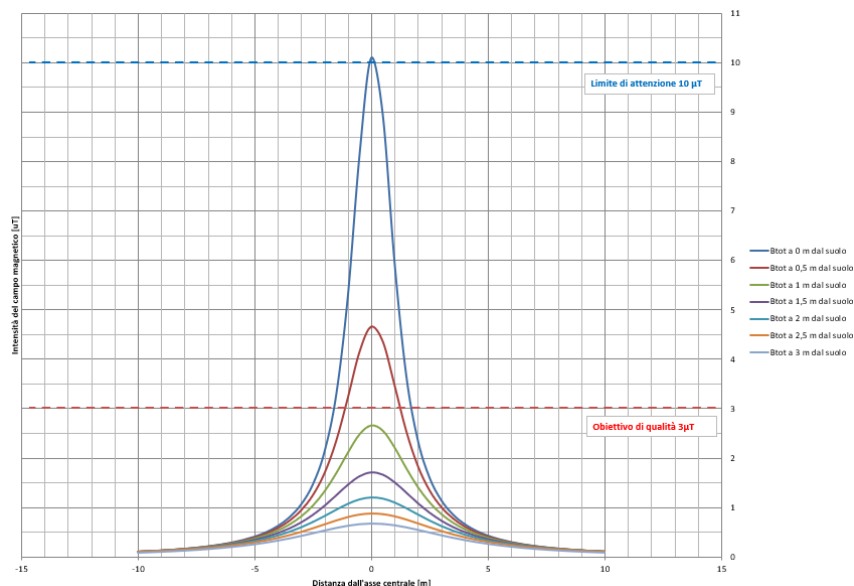


Figura 5. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per due terne di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e due terne di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT,



| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 25     |

si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa  $2,66 \mu\text{T}$ , inferiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. **Pertanto, in questo caso specifico non sarà necessario prevedere DPA.**

#### 5.1.4.3. Caso C – Otto terne con sezione pari a $400 \text{ mm}^2$

|                                    | CASO C                            |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Sezione terne [ $\text{mm}^2$ ]    | 8x(3x1x400)                       |
| Diametro esterno cavi [mm]         | 52,6                              |
| Profondità di posa dei cavi [m]    | -1,00 (4 terne)<br>-1,25 (4terne) |
| Distanza terna 1-5 dall'asse y [m] | -0,375                            |
| Distanza terna 2-6 dall'asse y [m] | -0,125                            |
| Distanza terna 3-7 dall'asse y [m] | +0,125                            |
| Distanza terna 4-8 dall'asse y [m] | +0,375                            |
| Portata cavo nominale [A]          | 478                               |
| Fattore correttivo K               | 0,544                             |
| Portata cavo corretta [A]          | 260,22                            |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di otto terne con cavi di sezione pari a  $400 \text{ mm}^2$ , con quattro terne a profondità di 1,00 m e quattro a 1,25 m e a distanza tra loro di 25 cm.

| Distanza dall'asse centrale [m] | $B_{\text{tot}}$ a 1 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ] | $B_{\text{tot}}$ a 1,5 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ] | $B_{\text{tot}}$ a 2 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ] | $B_{\text{tot}}$ a 2,5 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ] | $B_{\text{tot}}$ a 3 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ] |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| -10,00                          | 0,223901   | 0,218905   | 0,213149   | 0,206767   | 0,199896   |
| -9,50                           | 0,246984   | 0,240918   | 0,233964   | 0,226296   | 0,21809  |
| -9,00                           | 0,273761   | 0,266326   | 0,257851   | 0,248567   | 0,238701   |
| -8,50                           | 0,305042   | 0,295838   | 0,285415   | 0,274081   | 0,262132   |
| -8,00                           | 0,341873   | 0,330351   | 0,317403   | 0,303446   | 0,288865   |
| -7,50                           | 0,385608   | 0,371006   | 0,35475  | 0,3374   | 0,319466   |
| -7,00                           | 0,438023   | 0,419271   | 0,39862  | 0,37684  | 0,354602   |
| -6,50                           | 0,501481   | 0,477042   | 0,450478   | 0,42285  | 0,395045   |
| -6,00                           | 0,57916  | 0,546789   | 0,512158   | 0,476733   | 0,441676   |
| -5,50                           | 0,675387   | 0,631744   | 0,585944   | 0,540019   | 0,495462   |
| -5,00                           | 0,796124   | 0,736132   | 0,674652   | 0,614463   | 0,557412   |
| -4,50                           | 0,949654   | 0,865448   | 0,781655   | 0,701963   | 0,628468   |
| -4,00                           | 1,147523   | 1,026696   | 0,910802   | 0,804368   | 0,709309   |
| -3,50                           | 1,405676   | 1,228409   | 1,066035   | 0,923057   | 0,800025   |
| -3,00                           | 1,745397   | 1,479969   | 1,25044  | 1,058189   | 0,899622   |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 26     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [ $\mu$ T] |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| -2,50                           | 2,19251                                     | 1,789196                                      | 1,464291                                    | 1,207494                                      | 1,005373                                    |
| -2,00                           | 2,770527                                    | 2,156436                                      | 1,701693                                    | 1,364679                                      | 1,112157                                    |
| -1,50                           | 3,47853                                     | 2,563489                                      | 1,946188                                    | 1,517969                                      | 1,212107                                    |
| -1,00                           | 4,244908                                    | 2,959885                                      | 2,167721                                    | 1,649998                                      | 1,295095                                    |
| -0,50                           | 4,881714                                    | 3,260284                                      | 2,325965                                    | 1,740626                                      | 1,350493                                    |
| 0,00                            | 5,135972                                    | 3,373896                                      | 2,383833                                    | 1,773044                                      | 1,370011                                    |
| 0,50                            | 4,881714                                    | 3,260284                                      | 2,325965                                    | 1,740626                                      | 1,350493                                    |
| 1,00                            | 4,244908                                    | 2,959885                                      | 2,167721                                    | 1,649998                                      | 1,295095                                    |
| 1,50                            | 3,47853                                     | 2,563489                                      | 1,946188                                    | 1,517969                                      | 1,212107                                    |
| 2,00                            | 2,770527                                    | 2,156436                                      | 1,701693                                    | 1,364679                                      | 1,112157                                    |
| 2,50                            | 2,19251                                     | 1,789196                                      | 1,464291                                    | 1,207494                                      | 1,005373                                    |
| 3,00                            | 1,745397                                    | 1,479969                                      | 1,25044                                     | 1,058189                                      | 0,899622                                    |
| 3,50                            | 1,405676                                    | 1,228409                                      | 1,066035                                    | 0,923057                                      | 0,800025                                    |
| 4,00                            | 1,147523                                    | 1,026696                                      | 0,910802                                    | 0,804368                                      | 0,709309                                    |
| 4,50                            | 0,949654                                    | 0,865448                                      | 0,781655                                    | 0,701963                                      | 0,628468                                    |
| 5,00                            | 0,796124                                    | 0,736132                                      | 0,674652                                    | 0,614463                                      | 0,557412                                    |
| 5,50                            | 0,675387                                    | 0,631744                                      | 0,585944                                    | 0,540019                                      | 0,495462                                    |
| 6,00                            | 0,57916                                     | 0,546789                                      | 0,512158                                    | 0,476733                                      | 0,441676                                    |
| 6,50                            | 0,501481                                    | 0,477042                                      | 0,450478                                    | 0,42285                                       | 0,395045                                    |
| 7,00                            | 0,438023                                    | 0,419271                                      | 0,39862                                     | 0,37684                                       | 0,354602                                    |
| 7,50                            | 0,385608                                    | 0,371006                                      | 0,35475                                     | 0,3374  | 0,319466                                    |
| 8,00                            | 0,341873                                    | 0,330351                                      | 0,317403                                    | 0,303446                                      | 0,288865                                    |
| 8,50                            | 0,305042                                    | 0,295838                                      | 0,285415                                    | 0,274081                                      | 0,262132                                    |
| 9,00                            | 0,273761                                    | 0,266326                                      | 0,257851                                    | 0,248567                                      | 0,238701                                    |
| 9,50                            | 0,246984                                    | 0,240918                                      | 0,233964                                    | 0,226296                                      | 0,21809                                     |
| 10,00                           | 0,223901                                    | 0,218905                                      | 0,213149                                    | 0,206767                                      | 0,199896                                    |

Tabella 9. Valori di induzione magnetica per otto terne di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 27     |

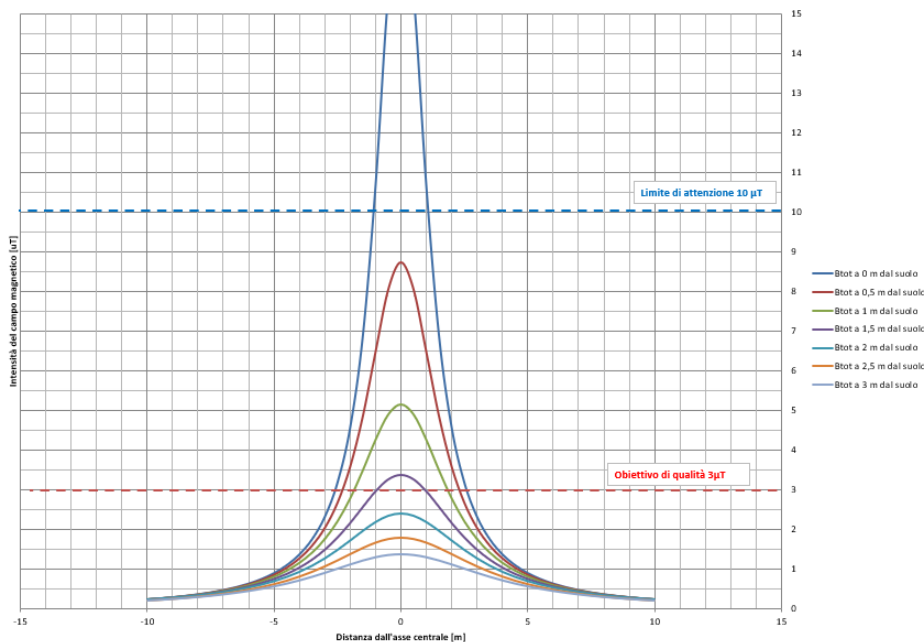


Figura 6. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per otto terne con sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu\text{T}$ , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa 5,14  $\mu\text{T}$ , superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza  $h=1\text{m}$ ) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu\text{T}$ .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a 2,0 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a circa 2,77  $\mu\text{T}$ .

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 4,00 m, centrata sull'asse dell'elettrodotto (DPA pari a 2,00 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

Si ricorda, inoltre, che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transittanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  che il limite di attenzione di 10  $\mu\text{T}$  fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 28     |

piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliera e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

#### 5.1.4.4. Caso D – Dieci terne con sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>

|                                     | CASO D                             |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Sezione terne [mm <sup>2</sup> ]    | 10x(3x1x630)                       |
| Diametro esterno cavi [mm]          | 60,2                               |
| Profondità di posa dei cavi [m]     | -1,00 (5 terne)<br>-1,25 (5 terne) |
| Distanza terna 1-6 dall'asse y [m]  | -0,50                              |
| Distanza terna 2-7 dall'asse y [m]  | -0,25                              |
| Distanza terna 3-8 dall'asse y [m]  | 0                                  |
| Distanza terna 4-9 dall'asse y [m]  | +0,25                              |
| Distanza terna 5-10 dall'asse y [m] | +0,50                              |
| Portata cavo nominale [A]           | 620                                |
| Fattore correttivo K                | 0,508                              |
| Portata cavo corretta [A]           | 314,72                             |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di dieci terne con cavi di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, con cinque terne a profondità di 1,00 m e cinque a 1,25 m e a distanza tra loro di 25 cm.

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00                          | 0,445484                              | 0,435516                                | 0,424033                              | 0,411304                                | 0,397604                              |
| -9,50                           | 0,491472                              | 0,479364                                | 0,465484                              | 0,450186                                | 0,433821                              |
| -9,00                           | 0,54483                               | 0,529983                                | 0,513063                              | 0,494535                                | 0,474852                              |
| -8,50                           | 0,607184                              | 0,588793                                | 0,567975                              | 0,545347                                | 0,521502                              |
| -8,00                           | 0,680621                              | 0,657584                                | 0,631712                              | 0,603835                                | 0,574728                              |
| -7,50                           | 0,767854                              | 0,738643                                | 0,70614                               | 0,671472                                | 0,63566                               |
| -7,00                           | 0,872445                              | 0,834901                                | 0,793587                              | 0,750046                                | 0,705624                              |
| -6,50                           | 0,999128                              | 0,950155                                | 0,896975                              | 0,841717                                | 0,786154                              |
| -6,00                           | 1,15428                               | 1,089348                                | 1,019963                              | 0,949073                                | 0,878996                              |
| -5,50                           | 1,346591                              | 1,258944                                | 1,167109                              | 1,075159                                | 0,986066                              |
| -5,00                           | 1,588032                              | 1,467393                                | 1,344012                              | 1,223446                                | 1,109348                              |
| -4,50                           | 1,89524                               | 1,725663                                | 1,557366                              | 1,397673                                | 1,250679                              |
| -4,00                           | 2,291373                              | 2,047683                                | 1,814751                              | 1,601437                                | 1,411348                              |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 29     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [ $\mu$ T] |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| -3,50                           | 2,808322                                    | 2,450307                                      | 2,123835                                    | 1,837344                                      | 1,591442                                    |
| -3,00                           | 3,488319                                    | 2,95177                                       | 2,490398                                    | 2,105483                                      | 1,78886                                     |
| -2,50                           | 4,381613                                    | 3,56656                                       | 2,914356                                    | 2,401036                                      | 1,998057                                    |
| -2,00                           | 5,531118                                    | 4,293284                                      | 3,383128                                    | 2,711198                                      | 2,208776                                    |
| -1,50                           | 6,926145                                    | 5,092921                                      | 3,86332                                     | 3,012508                                      | 2,405462                                    |
| -1,00                           | 8,413397                                    | 5,864063                                      | 4,295697                                    | 3,270965                                      | 2,568321                                    |
| -0,50                           | 9,626215                                    | 6,442534                                      | 4,602742                                    | 3,447744                                      | 2,676788                                    |
| 0,00                            | 10,10376                                    | 6,659838                                      | 4,714618                                    | 3,510846                                      | 2,714954                                    |
| 0,50                            | 9,626215                                    | 6,442534                                      | 4,602742                                    | 3,447744                                      | 2,676788                                    |
| 1,00                            | 8,413397                                    | 5,864063                                      | 4,295697                                    | 3,270965                                      | 2,568321                                    |
| 1,50                            | 6,926145                                    | 5,092921                                      | 3,86332                                     | 3,012508                                      | 2,405462                                    |
| 2,00                            | 5,531118                                    | 4,293284                                      | 3,383128                                    | 2,711198                                      | 2,208776                                    |
| 2,50                            | 4,381613                                    | 3,56656                                       | 2,914356                                    | 2,401036                                      | 1,998057                                    |
| 3,00                            | 3,488319                                    | 2,95177                                       | 2,490398                                    | 2,105483                                      | 1,78886                                     |
| 3,50                            | 2,808322                                    | 2,450307                                      | 2,123835                                    | 1,837344                                      | 1,591442                                    |
| 4,00                            | 2,291373                                    | 2,047683                                      | 1,814751                                    | 1,601437                                      | 1,411348                                    |
| 4,50                            | 1,89524                                     | 1,725663                                      | 1,557366                                    | 1,397673                                      | 1,250679                                    |
| 5,00                            | 1,588032                                    | 1,467393                                      | 1,344012                                    | 1,223446                                      | 1,109348                                    |
| 5,50                            | 1,346591                                    | 1,258944                                      | 1,167109                                    | 1,075159                                      | 0,986066                                    |
| 6,00                            | 1,15428                                     | 1,089348                                      | 1,019963                                    | 0,949073                                      | 0,878996                                    |
| 6,50                            | 0,999128                                    | 0,950155                                      | 0,896975                                    | 0,841717                                      | 0,786154                                    |
| 7,00                            | 0,872445                                    | 0,834901                                      | 0,793587                                    | 0,750046                                      | 0,705624                                    |
| 7,50                            | 0,767854                                    | 0,738643                                      | 0,70614                                     | 0,671472                                      | 0,63566                                     |
| 8,00                            | 0,680621                                    | 0,657584                                      | 0,631712                                    | 0,603835                                      | 0,574728                                    |
| 8,50                            | 0,607184                                    | 0,588793                                      | 0,567975                                    | 0,545347                                      | 0,521502                                    |
| 9,00                            | 0,54483                                     | 0,529983                                      | 0,513063                                    | 0,494535                                      | 0,474852                                    |
| 9,50                            | 0,491472                                    | 0,479364                                      | 0,465484                                    | 0,450186                                      | 0,433821                                    |
| 10,00                           | 0,445484                                    | 0,435516                                      | 0,424033                                    | 0,411304                                      | 0,397604                                    |

Tabella 10. Valori di induzione magnetica per dieci terne di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 30     |

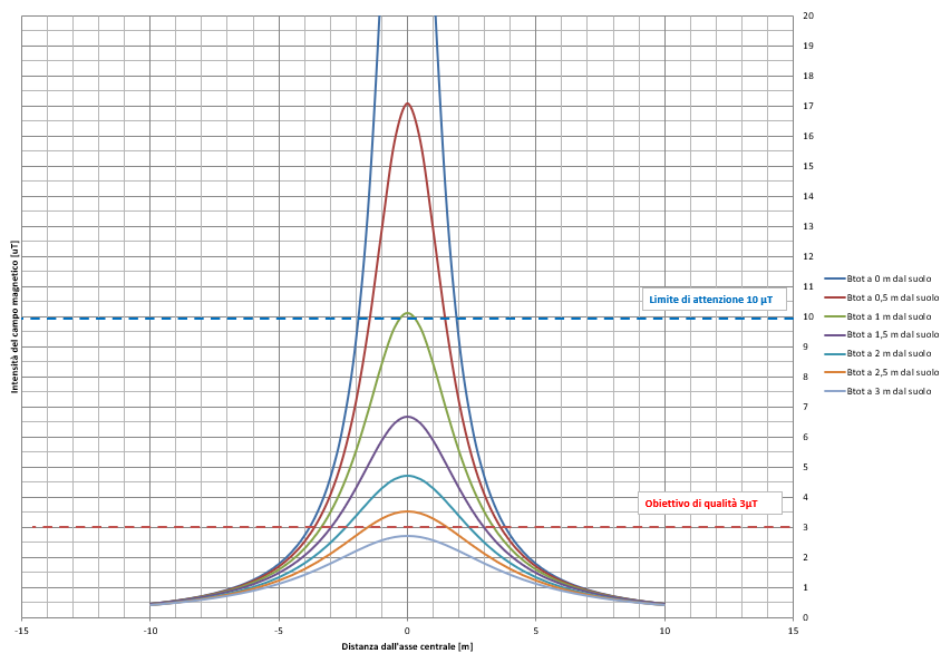


Figura 7. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per dieci terne con sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu\text{T}$ , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa 10,10  $\mu\text{T}$ , superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza  $h=1\text{m}$ ) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu\text{T}$ .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a 3,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a circa 2,81  $\mu\text{T}$ .

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 7,00 m, centrata sull'asse dell'elettrodotto (DPA pari a 3,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

Si ricorda, inoltre, che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transittanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  che il limite di attenzione di 10  $\mu\text{T}$  fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 31     |

piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliera e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

#### 5.1.4.5. Caso E – Sette terne con sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> – Elettrodotto esterno al parco

|                                  | CASO E                             |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Sezione terne [mm <sup>2</sup> ] | 7x(3x1x630)                        |
| Diametro esterno cavi [mm]       | 60,2                               |
| Profondità di posa dei cavi [m]  | -1,25 (4 terne)<br>-1,50 (3 terne) |
| Distanza terna 1 dall'asse y [m] | -0,375                             |
| Distanza terna 2 dall'asse y [m] | -0,125                             |
| Distanza terna 3 dall'asse y [m] | +0,125                             |
| Distanza terna 4 dall'asse y [m] | +0,375                             |
| Distanza terna 5 dall'asse y [m] | -0,250                             |
| Distanza terna 6 dall'asse y [m] | 0                                  |
| Distanza terna 7 dall'asse y [m] | +0,250                             |
| Portata cavo nominale [A]        | 620                                |
| Fattore correttivo K             | 0,497                              |
| Portata cavo corretta [A]        | 308,14                             |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di sette terne con cavi di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, con quattro terne a profondità di 1,25 m e tre a 1,50 m e a distanza tra loro di 25 cm.

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00                          | 0,3013                                | 0,293929                                | 0,28562                               | 0,27656                                 | 0,266931                              |
| -9,50                           | 0,331956                              | 0,323029                                | 0,313021                              | 0,30217                                 | 0,290712                              |
| -9,00                           | 0,367421                              | 0,356515                                | 0,344361                              | 0,331273                                | 0,317549                              |
| -8,50                           | 0,408727                              | 0,395273                                | 0,380386                              | 0,364477                                | 0,347931                              |
| -8,00                           | 0,457186                              | 0,440414                                | 0,422008                              | 0,402514                                | 0,382427                              |
| -7,50                           | 0,514482                              | 0,493336                                | 0,470351                              | 0,446258                                | 0,421699                              |
| -7,00                           | 0,582805                              | 0,555808                                | 0,526799                              | 0,496756                                | 0,466508                              |
| -6,50                           | 0,66502                               | 0,630087                                | 0,593055                              | 0,555244                                | 0,517718                              |
| -6,00                           | 0,764918                              | 0,719048                                | 0,671205                              | 0,623167                                | 0,576281                              |
| -5,50                           | 0,887557                              | 0,826363                                | 0,763778                              | 0,702172                                | 0,6432                                |

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 32     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -5,00                           | 1,039717                              | 0,956688                                | 0,873774                              | 0,794058                                | 0,719455                              |
| -4,50                           | 1,230507                              | 1,115839                                | 1,004617                              | 0,900646                                | 0,805861                              |
| -4,00                           | 1,472061                              | 1,310831                                | 1,159935                              | 1,023502                                | 0,902827                              |
| -3,50                           | 1,780134                              | 1,549552                                | 1,342992                              | 1,163433                                | 1,00999                               |
| -3,00                           | 2,173925                              | 1,83954                                 | 1,555521                              | 1,319655                                | 1,125706                              |
| -2,50                           | 2,673353                              | 2,184946                                | 1,795629                              | 1,4886                                  | 1,246435                              |
| -2,00                           | 3,289961                              | 2,580474                                | 2,054668                              | 1,662512                                | 1,366199                              |
| -1,50                           | 4,005584                              | 3,001906                                | 2,313752                              | 1,82842                                 | 1,476424                              |
| -1,00                           | 4,737802                              | 3,396853                                | 2,542243                              | 1,968543                                | 1,56662                               |
| -0,50                           | 5,317814                              | 3,687002                                | 2,702051                              | 2,06331                                 | 1,626183                              |
| 0,00                            | 5,543154                              | 3,79484                                 | 2,759817                              | 2,096937                                | 1,647048                              |
| 0,50                            | 5,317814                              | 3,687002                                | 2,702051                              | 2,06331                                 | 1,626183                              |
| 1,00                            | 4,737802                              | 3,396853                                | 2,542243                              | 1,968543                                | 1,56662                               |
| 1,50                            | 4,005584                              | 3,001906                                | 2,313752                              | 1,82842                                 | 1,476424                              |
| 2,00                            | 3,289961                              | 2,580474                                | 2,054668                              | 1,662512                                | 1,366199                              |
| 2,50                            | 2,673353                              | 2,184946                                | 1,795629                              | 1,4886                                  | 1,246435                              |
| 3,00                            | 2,173925                              | 1,83954                                 | 1,555521                              | 1,319655                                | 1,125706                              |
| 3,50                            | 1,780134                              | 1,549552                                | 1,342992                              | 1,163433                                | 1,00999                               |
| 4,00                            | 1,472061                              | 1,310831                                | 1,159935                              | 1,023502                                | 0,902827                              |
| 4,50                            | 1,230507                              | 1,115839                                | 1,004617                              | 0,900646                                | 0,805861                              |
| 5,00                            | 1,039717                              | 0,956688                                | 0,873774                              | 0,794058                                | 0,719455                              |
| 5,50                            | 0,887557                              | 0,826363                                | 0,763778                              | 0,702172                                | 0,6432                                |
| 6,00                            | 0,764918                              | 0,719048                                | 0,671205                              | 0,623167                                | 0,576281                              |
| 6,50                            | 0,66502                               | 0,630087                                | 0,593055                              | 0,555244                                | 0,517718                              |
| 7,00                            | 0,582805                              | 0,555808                                | 0,526799                              | 0,496756                                | 0,466508                              |
| 7,50                            | 0,514482                              | 0,493336                                | 0,470351                              | 0,446258                                | 0,421699                              |
| 8,00                            | 0,457186                              | 0,440414                                | 0,422008                              | 0,402514                                | 0,382427                              |
| 8,50                            | 0,408727                              | 0,395273                                | 0,380386                              | 0,364477                                | 0,347931                              |
| 9,00                            | 0,367421                              | 0,356515                                | 0,344361                              | 0,331273                                | 0,317549                              |
| 9,50                            | 0,331956                              | 0,323029                                | 0,313021                              | 0,30217                                 | 0,290712                              |
| 10,00                           | 0,3013                                | 0,293929                                | 0,28562                               | 0,27656                                 | 0,266931                              |

Tabella 11. Valori di induzione magnetica per sette terne di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.



| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 33     |

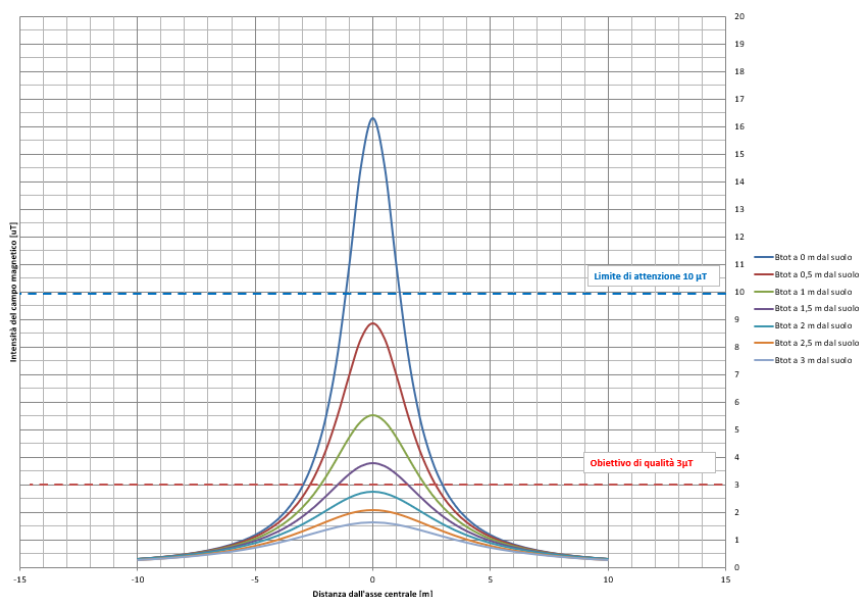


Figura 8. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per sette terne con sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 µT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa 5,54 µT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 µT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a 2,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a circa 2,67 µT.

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 5,00 m, centrata sull'asse dell'elettrodotto (DPA pari a 2,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

Si ricorda, inoltre, che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 µT che il limite di attenzione di 10 µT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliere e

|                           |   |        |
|---------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRORODOTTO 36 kV | 34     |

delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

#### 5.1.4.6. Caso F – Dieci terne con sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> e otto con sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>

|   | <b>CASO E</b>  |
|---|--|
| <b>Sezione terne [mm<sup>2</sup>]</b>         | 10x(3x1x630)<br>+<br>8x(3x1x400)                               |
| <b>Diametro esterno cavi [mm]</b>             | 52,6 (400 mm <sup>2</sup> )<br>60,2 (630 mm <sup>2</sup> )     |
| <b>Profondità di posa dei cavi [m]</b>        | -1,00 (6 terne)<br>-1,25 (6 terne)<br>-1,50 (6 terne)          |
| <b>Distanza terna 1-7-13 dall'asse y [m]</b>  | -0,625   |
| <b>Distanza terna 2-8-14 dall'asse y [m]</b>  | -0,375   |
| <b>Distanza terna 3-9-15 dall'asse y [m]</b>  | -0,125   |
| <b>Distanza terna 4-10-16 dall'asse y [m]</b> | +0,125   |
| <b>Distanza terna 5-11-17 dall'asse y [m]</b> | +0,375   |
| <b>Distanza terna 6-12-18 dall'asse y [m]</b> | +0,625   |
| <b>Portata cavo nominale [A]</b>              | 478 (400 mm <sup>2</sup> )<br>620 (630 mm <sup>2</sup> )       |
| <b>Fattore correttivo K</b>                   | 0,497  |
| <b>Portata cavo corretta [A]</b>              | 237,57 (400 mm <sup>2</sup> )<br>308,14 (630 mm <sup>2</sup> ) |

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di diciotto terne, di cui dieci con cavi di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> e otto con cavi di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>, divisi a profondità di 1,00 m, 1,25 m e 1,50 m e a distanza tra loro di 25 cm.

|                           |   |        |
|---------------------------|---|--------|
| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 35     |

| Distanza dall'asse centrale [m] | B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT] | B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT] |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| -10,00                          | 0,664922                              | 0,649214                                | 0,631358                              | 0,611763                                | 0,590836                              |
| -9,50                           | 0,733009                              | 0,713957                                | 0,692413                              | 0,668908                                | 0,643961                              |
| -9,00                           | 0,811886                              | 0,788567                                | 0,762356                              | 0,733948                                | 0,704013                              |
| -8,50                           | 0,9039                                | 0,875072                                | 0,842896                              | 0,808291                                | 0,772121                              |
| -8,00                           | 1,012048                              | 0,976023                                | 0,936142                              | 0,893631                                | 0,849611                              |
| -7,50                           | 1,140204                              | 1,09465                                 | 1,044702                              | 0,99201                                 | 0,938036                              |
| -7,00                           | 1,293425                              | 1,235068                                | 1,17181                               | 1,105884                                | 1,039196                              |
| -6,50                           | 1,478381                              | 1,402556                                | 1,321479                              | 1,238186                                | 1,155151                              |
| -6,00                           | 1,703973                              | 1,603912                                | 1,498668                              | 1,392374                                | 1,288196                              |
| -5,50                           | 1,982188                              | 1,847901                                | 1,709456                              | 1,572439                                | 1,440794                              |
| -5,00                           | 2,329305                              | 2,145784                                | 1,961157                              | 1,782815                                | 1,615406                              |
| -4,50                           | 2,767517                              | 2,511839                                | 2,262266                              | 2,028097                                | 1,814165                              |
| -4,00                           | 3,326941                              | 2,963637                                | 2,622007                              | 2,312414                                | 2,038323                              |
| -3,50                           | 4,047593                              | 3,521459                                | 3,049044                              | 2,638232                                | 2,28737                               |
| -3,00                           | 4,979698                              | 4,205516                                | 3,548674                              | 3,004341                                | 2,557787                              |
| -2,50                           | 6,177632                              | 5,028514                                | 4,117658                              | 3,402903                                | 2,841537                              |
| -2,00                           | 7,676711                              | 5,98021                                 | 4,736332                              | 3,815935                                | 3,124683                              |
| -1,50                           | 9,436086                              | 7,002977                                | 5,359782                              | 4,212677                                | 3,386948                              |
| -1,00                           | 11,24794                              | 7,968752                                | 5,914118                              | 4,550534                                | 3,603293                              |
| -0,50                           | 12,69214                              | 8,686722                                | 6,307197                              | 4,782301                                | 3,748193                              |
| 0,00                            | 13,2839                               | 8,96941                                 | 6,45784                               | 4,869474                                | 3,80197                               |
| 0,50                            | 12,7874                               | 8,732051                                | 6,331293                              | 4,796218                                | 3,756766                              |
| 1,00                            | 11,3991                               | 8,045506                                | 5,956659                              | 4,575808                                | 3,619171                              |
| 1,50                            | 9,597166                              | 7,092375                                | 5,412375                              | 4,245247                                | 3,408029                              |
| 2,00                            | 7,819879                              | 6,0675                                  | 4,791241                              | 3,851633                                | 3,14864                               |
| 2,50                            | 6,294056                              | 5,105882                                | 4,169631                              | 3,438436                                | 2,866326                              |
| 3,00                            | 5,070712                              | 4,270563                                | 3,595048                              | 3,037603                                | 2,581904                              |
| 3,50                            | 4,117836                              | 3,574711                                | 3,089006                              | 2,668166                                | 2,309877                              |
| 4,00                            | 3,381206                              | 3,006754                                | 2,655784                              | 2,338697                                | 2,058749                              |
| 4,50                            | 2,809766                              | 2,54668                                 | 2,290549                              | 2,050838                                | 1,832364                              |
| 5,00                            | 2,362554                              | 2,174028                                | 1,984766                              | 1,802333                                | 1,631434                              |
| 5,50                            | 2,008666                              | 1,870934                                | 1,729179                              | 1,589134                                | 1,454814                              |
| 6,00                            | 1,725312                              | 1,622833                                | 1,515197                              | 1,406647                                | 1,300417                              |
| 6,50                            | 1,495776                              | 1,418224                                | 1,335395                              | 1,250408                                | 1,165791                              |
| 7,00                            | 1,307759                              | 1,248146                                | 1,183589                              | 1,116379                                | 1,048466                              |
| 7,50                            | 1,152135                              | 1,105653                                | 1,054729                              | 1,001054                                | 0,946125                              |
| 8,00                            | 1,02207                               | 0,98535                                 | 0,944727                              | 0,901456                                | 0,856686                              |
| 8,50                            | 0,912391                              | 0,883035                                | 0,850288                              | 0,81509                                 | 0,778327                              |
| 9,00                            | 0,819138                              | 0,795411                                | 0,768755                              | 0,739882                                | 0,709474                              |
| 9,50                            | 0,739247                              | 0,719877                                | 0,697984                              | 0,674108                                | 0,648781                              |
| 10,00                           | 0,670323                              | 0,654365                                | 0,636232                              | 0,61634                                 | 0,595106                              |

Tabella 12. Valori di induzione magnetica per dieci terne di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> e otto terne di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup> calcolata in diversi punti

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 36     |

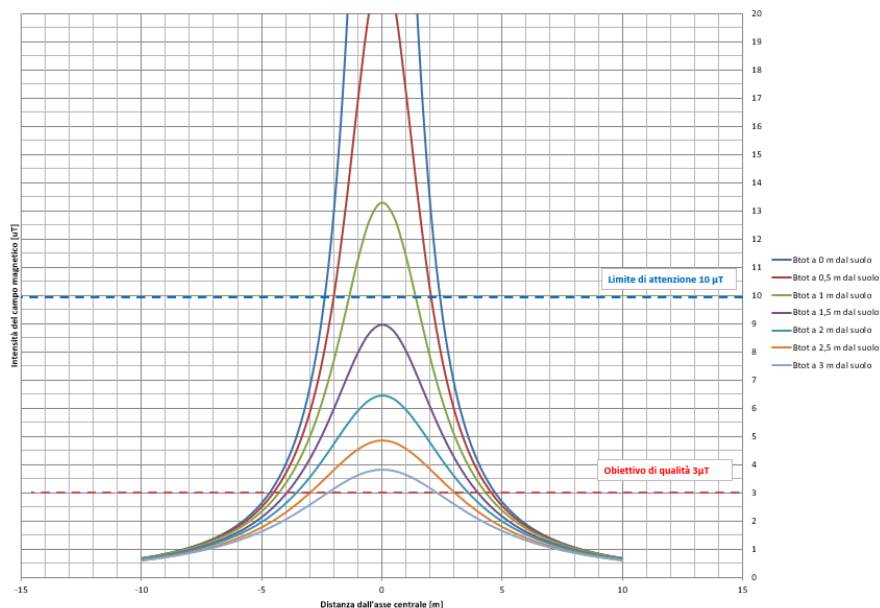


Figura 9. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per dieci terne di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> e otto terne di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 µT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale a 1 m dal piano di calpestio, pari a circa 13,28 µT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 µT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a 4,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a circa 2,81 µT.

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 9,00 m, centrata sull'asse dell'elettrodotto (DPA pari a 4,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

Si ricorda, inoltre, che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 µT che il limite di attenzione di 10 µT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 37     |

piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliera e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

### 5.1.5. Valutazione del campo elettrico

In generale l'intensità del campo elettrico generato da una linea elettrica è dipendente dal valore della tensione e della configurazione dei conduttori e decresce rapidamente man mano che ci si allontana dalla linea stessa.

Il campo elettrico generato da una fonte a bassa frequenza, come i 50 Hz degli elettrodotti, è molto facile da schermare. Un buon effetto schermante è determinato da eventuali oggetti o strutture interposte tra la fonte e il recettore, come i normali materiali da costruzione, la vegetazione, il terreno, ecc.

I cavi per le linee elettriche 36 kV, in questo caso cavi ARE4H5EE, sono costituiti da un conduttore centrale in treccia di alluminio rivestito da un materiale isolante di qualità XLPE. Quest'ultimo è avvolto da una speciale protezione dalle infiltrazioni d'acqua e viene schermato attraverso un nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Spessore nominale 0,20 mm).

Grazie a tale schermo, anche senza considerare gli eventuali ulteriori effetti schermanti esposti nelle considerazioni generali di cui sopra, il campo elettrico prodotto da una linea elettrica in cavo interrato può essere considerato nullo.

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 38     |

## 6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO E DAL SISTEMA BESS

### 6.1. GENERALITÀ

Le principali componenti del parco fotovoltaico che risultano essere fonte di campi elettromagnetici sono le Power Station, PS, al cui interno è presente un trasformatore MT/BT e un inverter. Le Main Technical Room, MTR, così come l'edificio produttore, possono essere considerati come punti di raccolta dell'energia a 36 kV, quindi potranno essere considerati le stesse DPA del cavo MT calcolate precedentemente.

All'interno delle cabine di servizio del sistema BESS, denominate PCS (POWER CONVERSION SYSTEM), è installata la medesima componentistica presente all'interno delle Power Station e di conseguenza possono essere valutate allo stesso modo.

Le sorgenti operano con correnti e tensioni di esercizio tali che i campi elettromagnetici prodotti risultano estinti nell'arco di pochi metri dalle sorgenti stesse.

Considerato, inoltre, che i siti di installazione di PS ed MTR si trovano a decine di metri di distanza da viabilità pubbliche, ne consegue che ai fini della verifica del rispetto dell'obiettivo di qualità su possibili recettori, si possa considerare nullo l'effetto di tali sorgenti.

Per quanto riguarda gli inverter, il progetto prevede l'utilizzo di prodotti conformi alla normativa CEM, ed in particolare alle norme EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, EN 62103, EN 50178, FCC Part15, AS 3100.

Inoltre, la struttura metallica entro la quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

Inoltre, la struttura metallica entro la quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

### 6.2. CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO MTR E EDIFICIO PRODUTTORE

Relativamente alle cabine principali di impianto, denominate MTR, e all'edificio produttore, si fa notare come tali cabine secondarie consistono in cabine di smistamento e non di trasformazione.

Pertanto, secondo quanto indicato dalle linee guida dell'ente gestore citate in precedenza, la DPA (distanza di prima approssimazione) è da considerarsi come quella della linea MT entrante/uscite.

In questo caso, all'interno del parco sono presenti 5 MTR con terne entranti/uscite diversi, di conseguenza anche le DPA sono diverse.

**Il caso più svantaggioso è per la MTR5, in cui si ha l'ingresso/uscita di 10 terne a 630**

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO  | PAGINA |
|---------------------------|---|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRODOTTO 36 kV | 39     |

mm<sup>2</sup> e 8 terne a 400 mm<sup>2</sup>. La DPA è dunque pari a quella calcolata nel paragrafo 5.1.4.6, ovvero pari a 4,50 m. Questa distanza, per via cautelativa, viene adottata anche dalle altre MTR.

Per quanto riguarda l'edificio produttore a 36 kV è prevista una DPA minima di 2,50 m, come calcolato nel paragrafo 5.1.4.5 per il caso di sette terne a 630 mm<sup>2</sup>.

Dalla consultazione della planimetria di impianto, si rileva che le MTR sono distanti decine di metri da aree interessate da fruizione pubblica; al massimo la DPA ricade all'interno della fascia di mitigazione alberata, non interessata dalla presenza continuativa dell'uomo.

Questo vale anche per l'edificio produttore, che rientra all'interno di una zona recintata, non interessata dalla presenza continuativa dell'uomo.

### 6.3. POWER STATION E POWER CONVERSION SYSTEM

Relativamente alle PS e alle PCS, assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, sono state individuate le distanze di prima approssimazione secondo quanto indicato dalle linee guida ENEL già citate, ed in particolare all'allegato B10 della guida e alle formule di calcolo contenute nel par. 5.2.1 dell'allegato al DM 29/05/2008.

In particolare, la DPA è intesa come la distanza da ciascuna delle pareti della cabina secondaria, calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo (x), ossia conduttore più isolante.

La relazione da applicare è la seguente:

$$Dpa = 0.40942 \cdot x^{0.5241} \cdot \sqrt{I}$$

Le Power Station in questo caso sono di due tipologie:

- SMA MVPS 4000-S2 con inverter SC4000UP
- SMA MVPS 4400-S2 con inverter SC4400UP

Il trasformatore all'interno di queste Power Station ha una potenza nominale di circa 4400 kVA e 4000 kVA, il valore di I da prendere in considerazione è pari a circa 3850 A (corrente nominale all'uscita dall'inverter SC xxxxUP a 35°C) alla tensione di 660 V e 600 V.

Per quanto riguarda i cavi in uscita dal trasformatore in BT non si conoscono, poiché il collegamento dell'inverter centralizzato è già effettuato. Si suppone che venga fatto con un cavo da 630 mm<sup>2</sup> e di diametro esterno, x, pari a 60,2 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo, **la DPA per le PS risulta essere pari a circa 5,82 m.**

Per quanto riguarda le PCS, si considera una potenza pari a 8000 kVA e una tensione al secondario pari a quella delle PS, cioè a 600 V. Il valore I considerato è pari a 7700 A e il cavo si considera uguale a quello precedente. **La DPA per le PCS risulta essere pari a 8,24 m.**

**Stessa DPA si impone all'area BESS.**

| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 40     |

**Pertanto, relativamente alle PS e alle PCS vengono individuate intorno ad esse una fascia di rispetto, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.** Dalla consultazione della planimetria di impianto, si rileva che le PS sono distanti decine di metri da aree interessate da fruizione pubblica; pertanto, la DPA ricade certamente all'interno delle aree di impianto. Con riferimento all'area BESS, imponendo una DPA di 8,24 m attorno a tutte le cabine/container, si rileva che lo stesso ricadrà sempre all'interno dell'area.



| CODICE ELABORATO          | OGGETTO DELL'ELABORATO                                       | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| R.10 – RENO808PDRrti010R0 | VALUTAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI-<br>ELETTRDOTTO 36 kV | 41     |

## 7. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare e, sulla base dei risultati, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Dalle valutazioni condotte nel corpo del presente documento, si conclude che in quasi tutti i casi considerati, le DPA ricadono all'interno del perimetro di impianto.

Di seguito i principali risultati:

- **Elettrodotti a 36 kV:**

È stato individuato un modello di calcolo per i diversi casi di posa con cavi unipolari posati a trifoglio a profondità variabile tra 1,00 m e 1,50 m.

Sono state previste diverse DPA in base al numero di terne nella stessa sezione.

- **Cabine interne al parco fotovoltaico:**

Per quanto riguarda le MTR, così come per l'elettrodotto 36 kV, viene prevista una DPA, che per via cautelativa è pari a 4,50 m.

Per le Power Station, attraverso una valutazione sulle correnti circolanti in BT, risulta una DPA pari a circa 5,82 m. Con lo stesso ragionamento la DPA per le Power Conversion System è pari a 8,24 m.

L'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno delle aree interessate dalle opere, senza interferenze con luoghi da tutelare.

- **Edificio produttore:**

Per quanto riguarda l'edificio produttore, così come per l'elettrodotto MT esterno al parco, è necessario considerare una DPA pari a 2,50 m.