



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO"

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 22,3 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE 21,0 MW) DENOMINATO "FV MINEO" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RICADENTI NEI COMUNI DI MINEO E CALTAGIRONE (CITTA' METROPOLITANA DI CATANIA)

### Proponente

#### SOLAR PV 10 S.R.L.

PIAZZA CASTELLO, 19 · 20121 MILANO (MI) · P.IVA: 12823320960 · PEC: solarpv10@legalmail.it

### Progettazione



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo

via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy

tel.: 0924 26584 · email: info@hydroeng.it

PEC: hydroeng@pec.it



### Collaboratori

### Titolo Elaborato

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi  
10. Relazione sui campi elettromagnetici - Elettrodotto 36 kV

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	DATA	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	WKNI805PDRti010R0	PD-R.10	09/2023	

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2023	PRIMA EMISSIONE	EG	MG	DG

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	2

#### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09-2023	Prima emissione	CB	EG	MG

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 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.....	10
<b>4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>11</b>
4.1. DEFINIZIONI.....	11
4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO.....	12
4.3. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO.....	12
<b>5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI INTERRATI ....</b>	<b>13</b>
5.1. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO .....	13
5.1.1. MODELLO DI CALCOLO NORMALIZZATO.....	13
5.1.2. FORMULE ANALITICHE APPROSSIMATE .....	15
5.1.3. CAVI UNIPOLARI POSATI A TRIFOGLIO A SINGOLA O DOPPIA TERNA.....	16
5.1.4. CALCOLO INDUZIONE MAGNETICA.....	17
5.1.4.1. Caso A – Singola terna con sezione pari a 185 mm <sup>2</sup> .....	18
5.1.4.2. Caso B – Doppia terna con sezione pari a 185 mm <sup>2</sup> .....	20
5.1.4.3. Caso C – Singola terna con sezione pari a 300 mm <sup>2</sup> .....	21
5.1.4.4. Caso D – Doppia terna con sezione pari a 630 mm <sup>2</sup> .....	23
5.1.5. VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO.....	26
<b>6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>27</b>
6.1. GENERALITÀ .....	27
6.2. CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO MTR E EDIFICIO PRODUTTORE.....	27
6.3. POWER STATION .....	28
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>29</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – 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, la società SOLAR PV 10 S.r.l., del gruppo WKN Italia., ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "FV Mineo" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico. L'impianto ricade interamente nel territorio del Comune di Mineo (Città Metropolitana di Catania) mentre le opere di connessione alla rete ricadono sia nel territorio del comune di Mineo che nel territorio del comune di Caltagirone (Città Metropolitana di Catania). Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture fisse, composto da n. 7 aree di potenza variabile da 2,94 MWp a 3,41 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 22,31 MWp (potenza in immissione pari a 20,80 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, la Cabina principale di impianto (Main Technical Room) MTR e due container ad uso magazzino.

Dalla MTR si diparte la linea interrata a 36 kV per il collegamento alla rete nazionale di distribuzione. La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) richiesta e rilasciata dall'ente gestore, con codice pratica 202201619 prevede che l'impianto venga allacciato in antenna a 36 kV con una SE Terna a 150/36 kV da inserire in doppio entra-esce alle linee RTN a 150 kV "S.Cono – Caltagirone 2" e "Barrafranca – Caltagirone" previa realizzazione degli interventi nell'area previsti nel Piano di Sviluppo Terna.

**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 – WKNI805PDRti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	6

- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati 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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	7

– Generalità e guida

- CEI 82-22 Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 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 cabine di campo presenti all'interno del parco fotovoltaico e l'MTR;
  - elettrodotto 36 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dalla MTR verso l'edificio produttore;
  - elettrodotto 36 kV di vettoriamento dell'energia dall'edificio produttore verso la SE di trasformazione 36/150 kV;
- ✓ le cabine elettriche presenti all'interno del parco fotovoltaico;
- ✓ 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. ELETTRODOTTO 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 mescola semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato di schermo isolante, composto da una mescola 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 pari a 1,10 m per le tratte di collegamento interne ed 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	9

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Potenza picco [MWp]	Potenza Attiva nominale [MW]	Potenza Apparente nominale [MVA]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego I <sub>b</sub> [A]	N.circuiti nella sezione scavo	K correttivo	Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]
SOTTOCAMPO A	PS3 - PS2	PS3	PS2	3,04	2,880	3,03	216	48,68	1	0,81	320	3x1x185
	PS2 - PS1	PS2	PS1	6,45	6,08	6,40	182	102,76	1	0,81	320	3x1x185
	PS1 - MTR	PS1	MTR	<b>9,86</b>	<b>9,28</b>	<b>9,77</b>	30	156,85	1	0,81	417	3x1x300
SOTTOCAMPO B	PS4 - PS5	PS4	PS5	3,17	2,88	3,03	300	48,68	1	0,81	320	3x1x185
	PS5 - MTR	PS5	MTR	<b>6,35</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	307	97,35	2	0,70	320	3x1x185
SOTTOCAMPO C	PS7 - PS6	PS7	PS6	2,94	2,88	3,03	232	48,68	1	0,81	320	3x1x185
	PS6 - MTR	PS6	MTR	<b>6,11</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	267	97,35	2	0,70	320	3x1x185
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	2	0,70	620	3x1x630
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	2	0,70	620	3x1x630
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	2	0,70	620	3x1x630
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	2	0,70	620	3x1x630
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>				<b>22,314</b>	<b>17,600</b>	<b>18,526</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 156,85 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.

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Potenza picco [MWp]	Potenza Attiva nominale [MW]	Potenza Apparente nominale [MVA]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego I <sub>b</sub> [A]	N.circuiti nella sezione scavo	K correttivo	Portata minima del cavo I <sub>0,min</sub> [A]	Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A]	Verifica I <sub>b</sub> > I <sub>0,min</sub>	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Dimensionamento in portata
SOTTOCAMPO A	PS3 - PS2	PS3	PS2	3,04	2,880	3,03	216	48,68	1	0,81	59,99	320	OK	3x1x185	19%
	PS2 - PS1	PS2	PS1	6,45	6,08	6,40	182	102,76	1	0,81	126,66	320	OK	3x1x185	40%
	PS1 - MTR	PS1	MTR	<b>9,86</b>	<b>9,28</b>	<b>9,77</b>	30	156,85	1	0,81	193,32	417	OK	3x1x300	46%
SOTTOCAMPO B	PS4 - PS5	PS4	PS5	3,17	2,88	3,03	300	48,68	1	0,81	59,99	320	OK	3x1x185	19%
	PS5 - MTR	PS5	MTR	<b>6,35</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	307	97,35	2	0,70	139,52	320	OK	3x1x185	44%
SOTTOCAMPO C	PS7 - PS6	PS7	PS6	2,94	2,88	3,03	232	48,68	1	0,81	59,99	320	OK	3x1x185	19%
	PS6 - MTR	PS6	MTR	<b>6,11</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	267	97,35	2	0,70	139,52	320	OK	3x1x185	44%
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	2	0,70	213,16	620	OK	3x1x630	34%
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	2	0,70	213,16	620	OK	3x1x630	34%
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	2	0,70	213,16	620	OK	3x1x630	34%
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	2	0,70	213,16	620	OK	3x1x630	34%
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>				<b>22,314</b>	<b>17,600</b>	<b>18,526</b>									

Tabella 2 - Dimensionamento cavi 36 kV con criterio termico

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Potenza picco [MWp]	Potenza Attiva nominale [MW]	Potenza Apparente nominale [MVA]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego I <sub>b</sub> [A]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %	ΔV % cumulato	Verifica ΔV % < 2%	Potenza persa [kW]	Δp %	Verifiche Δp % < 5%			
SOTTOCAMPO A	PS3 - PS2	PS3	PS2	3,04	2,880	3,03	216	48,68	3x1x185	19%	0,0456	0,026	0,947	0,01%	0,04%	OK	0,324	0,01%	OK			
	PS2 - PS1	PS2	PS1	6,45	6,08	6,40	182	102,76	3x1x185	40%	0,0384	0,022	1,998	0,02%	0,02%	OK	1,217	0,02%	OK			
	PS1 - MTR	PS1	MTR	<b>9,86</b>	<b>9,28</b>	<b>9,77</b>	30	156,85	3x1x300	46%	0,0039	0,003	3,050	0,00%	0,00%	OK	0,286	0,00%	OK			
SOTTOCAMPO B	PS4 - PS5	PS4	PS5	3,17	2,88	3,03	300	48,68	3x1x185	19%	0,0633	0,037	0,947	0,02%	0,05%	OK	0,450	0,02%	OK			
	PS5 - MTR	PS5	MTR	<b>6,35</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	307	97,35	3x1x185	44%	0,0648	0,037	1,893	0,03%	0,03%	OK	1,842	0,03%	OK			
SOTTOCAMPO C	PS7 - PS6	PS7	PS6	2,94	2,88	3,03	232	48,68	3x1x185	19%	0,0490	0,028	0,947	0,01%	0,01%	OK	0,348	0,01%	OK			
	PS6 - MTR	PS6	MTR	<b>6,11</b>	<b>5,76</b>	<b>6,06</b>	267	97,35	3x1x185	44%	0,0563	0,033	1,893	0,03%	0,03%	OK	1,602	0,03%	OK			
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	3x1x630	34%	1,1327	1,798	2,892	1,17%	1,17%	OK	75,175	0,85%	OK			
LINEA MTR - ED.Produuttore	MTR - Ed. Produttore	MTR	Ed. Produttore	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	17980	148,73	3x1x630	34%	1,1327	1,798	2,892	1,17%	1,17%	OK	75,175	0,85%	OK			
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	3x1x630	34%	0,0120	0,019	2,892	0,01%	0,01%	OK	0,794	0,01%	OK			
Edificio produttore - SE Tema	Ed. Produttore - SE	Ed. Produttore	SE Tema	/	<b>8,8</b>	<b>9,26</b>	190	148,73	3x1x630	34%	0,0120	0,019	2,892	0,01%	0,01%	OK	0,794	0,01%	OK			
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>				<b>22,314</b>	<b>17,600</b>	<b>18,526</b>										<b>PERDITE TOTALI RETE (kW)</b>	<b>158,006</b>					
																		<b>PERDITE TOTALI RETE (%)</b>	<b>0,90%</b>			<b>OK</b>

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	10

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;

<b>Tipo</b>	ARE4H5EE o equivalente		
<b>Tensione nominale [kV]:</b>	20,8/36		
<b>Formazione e sezione [mm<sup>2</sup>]:</b>	3 x 1 x 185	3x1x300	3x1x630
<b>Resistenza a 90 °C [Ω/km]:</b>	0,211	0,129	0,0630
<b>Reattanza [Ω/km]:</b>	0,122	0,111	0,100
<b>Capacità [μF/km]:</b>	0,221	0,283	0,367
<b>Portata per posa interrata a 20°C [A]</b>	320	417	620

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;
- Inverter di stringa, che avranno la funzione di convertire la corrente da continua ad alternata;
- N. 7 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra loro in entrata-esce.
- N.1 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 inverter;
- Cavi di collegamento BT dagli inverter alle Power Station;
- Cavi di collegamento 36 kV fra le Power Station, suddivisi in 3 sottocampi (Sottocampo A, B e C).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	11

## 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  $A/m^2$ ;
  - Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR) espresso in  $W/kg$ ;
  - Densità di potenza (S) espressa in  $W/m^2$ ;
- 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	12

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> (da intendersi come valore efficace)
<b>Valore di attenzione</b> (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> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
<b>Obiettivo di qualità</b> (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> (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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	13

## 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	500	630
<b>Tipo posa</b>	Trifoglio		
<b>Profondità posa (m)</b>	1,10		

*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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	14

- 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	15

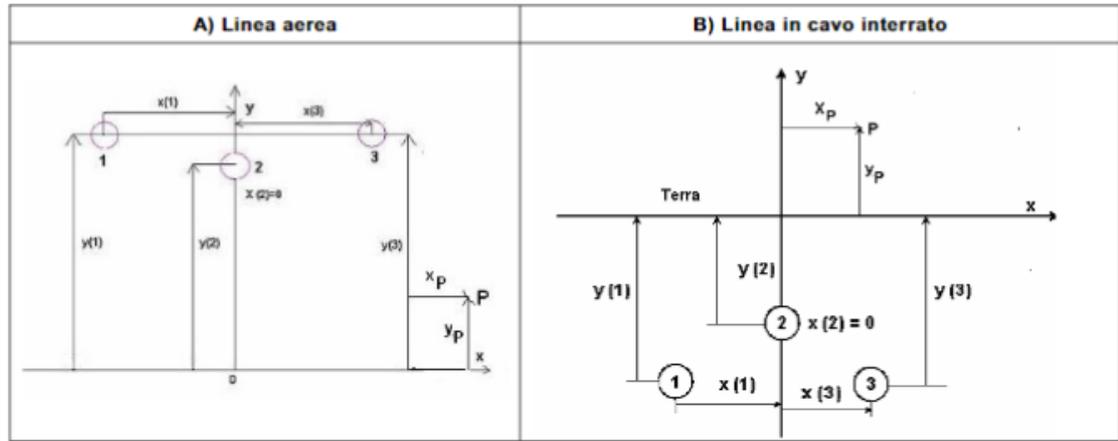


Figura 1. Rappresentazione di una terna aerea o in cavo e simboli utilizzati nelle formule

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

- 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 Mineo", 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 1,10 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terna di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	16

300 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,10 m;

- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne (caso più svantaggioso) di cavi 36 kV posate a trifoglio, sezione 185 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,10 m;
- Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne di cavi MT posate a trifoglio, sezione 630 mm<sup>2</sup>, profondità di posa 1,10 m.

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.

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

Lo schema è riportato nella figura seguente.

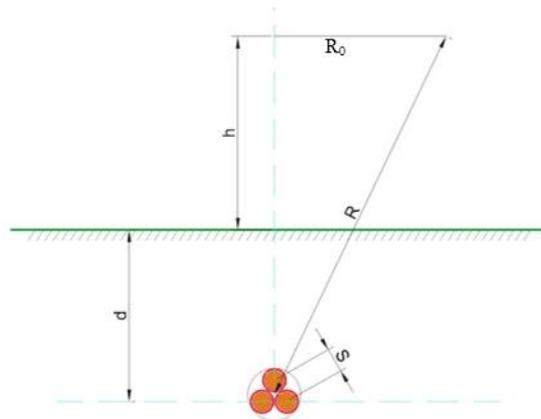


Figura 2. Schema di una terna di cavi unipolari posati a trifoglio a singola terna

$B$  [ $\mu T$ ] 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  $\mu T$  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,

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	17

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):

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

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

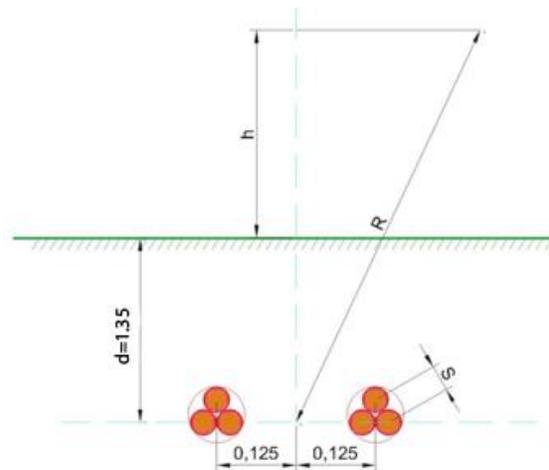


Figura 3. Schema di cavi unipolari posati a trifoglio a doppia terna

#### 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:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	18

	CASO A	CASO B	CASO C	CASO D
Sezione terne [mm <sup>2</sup> ]	3x1x185	2x(3x1x185)	3x1x300	2x(3x1x630)
Diametro esterno cavi [mm]	45,8	45,8	49,5	60,2
Profondità di posa dei cavi [m]	-1,10	-1,10	-1,10	-1,10
Distanza terna 1 dall'asse y [m]	0	-0,125	0	-0,125
Distanza terna 2 dall'asse y [m]	/	+0,125	/	+0,125
Portata cavo nominale [A]	320	320	417	620
Fattore correttivo K	0,81	0,70	0,81	0,70
Portata cavo corretta [A]	259,20	224,00	337,77	434,00

Tabella 7. Condizioni operative degli elettrodotti

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.

#### 5.1.4.1. Caso A – Singola terna con sezione pari a 185 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 singola terna con cavi di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>.

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	0,02785	0,02724	0,02653	0,02574	0,02489
-9,50	0,03072	0,02998	0,02912	0,02817	0,02716
-9,00	0,03405	0,03313	0,03209	0,03095	0,02973
-8,50	0,03793	0,03680	0,03552	0,03413	0,03265
-8,00	0,04251	0,04109	0,03950	0,03778	0,03598
-7,50	0,04794	0,04615	0,04415	0,04202	0,03980
-7,00	0,05444	0,05215	0,04961	0,04693	0,04419
-6,50	0,06232	0,05933	0,05607	0,05267	0,04924
-6,00	0,07196	0,06800	0,06376	0,05939	0,05506
-5,50	0,08390	0,07857	0,07295	0,06730	0,06179
-5,00	0,09887	0,09156	0,08402	0,07660	0,06955
-4,50	0,11792	0,10766	0,09738	0,08756	0,07846
-4,00	0,14247	0,12776	0,11354	0,10041	0,08863
-3,50	0,17454	0,15297	0,13302	0,11535	0,10006
-3,00	0,21684	0,18451	0,15625	0,13242	0,11266
-2,50	0,27278	0,22351	0,18335	0,15137	0,12610
-2,00	0,34576	0,27025	0,21366	0,17146	0,13973
-1,50	0,43662	0,32274	0,24518	0,19118	0,15256
-1,00	0,53750	0,37473	0,27407	0,20830	0,16327
-0,50	0,62401	0,41482	0,29492	0,22013	0,17045
0,00	0,65938	0,43016	0,30259	0,22437	0,17298
0,50	0,62401	0,41482	0,29492	0,22013	0,17045
1,00	0,53750	0,37473	0,27407	0,20830	0,16327

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	19

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]
1,50	0,43662	0,32274	0,24518	0,19118	0,15256
2,00	0,34576	0,27025	0,21366	0,17146	0,13973
2,50	0,27278	0,22351	0,18335	0,15137	0,12610
3,00	0,21684	0,18451	0,15625	0,13242	0,11266
3,50	0,17454	0,15297	0,13302	0,11535	0,10006
4,00	0,14247	0,12776	0,11354	0,10041	0,08863
4,50	0,11792	0,10766	0,09738	0,08756	0,07846
5,00	0,09887	0,09156	0,08402	0,07660	0,06955
5,50	0,08390	0,07857	0,07295	0,06730	0,06179
6,00	0,07196	0,06800	0,06376	0,05939	0,05506
6,50	0,06232	0,05933	0,05607	0,05267	0,04924
7,00	0,05444	0,05215	0,04961	0,04693	0,04419
7,50	0,04794	0,04615	0,04415	0,04202	0,03980
8,00	0,04251	0,04109	0,03950	0,03778	0,03598
8,50	0,03793	0,03680	0,03552	0,03413	0,03265
9,00	0,03405	0,03313	0,03209	0,03095	0,02973
9,50	0,03072	0,02998	0,02912	0,02817	0,02716
10,00	0,02785	0,02724	0,02653	0,02574	0,02489

Tabella 8. Valori di induzione magnetica per una terna 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.

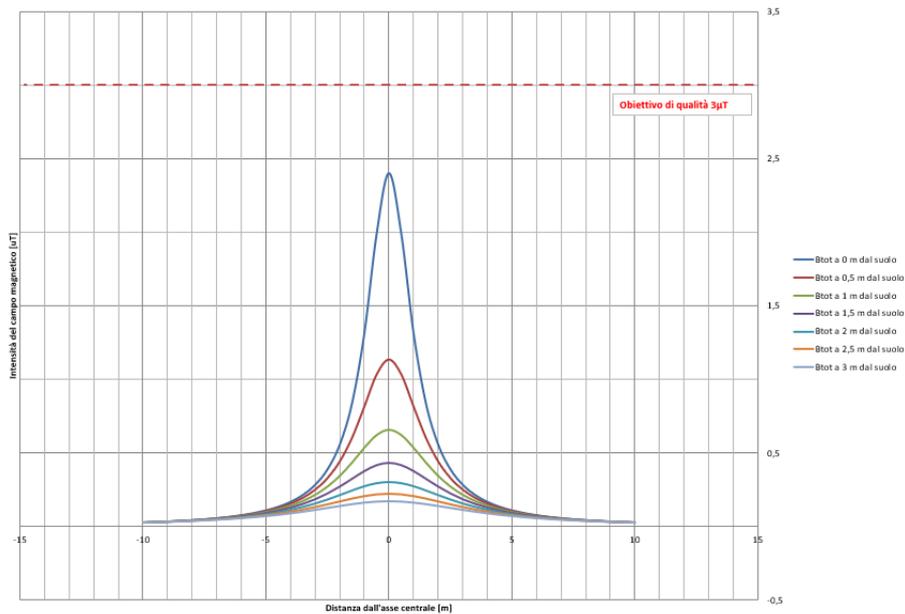


Figura 4. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per una terna con sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu$ 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 0,65938  $\mu$ T, inferiore

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNi805PDRr010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	20

all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. **Pertanto, in questo caso specifico non sarà necessario prevedere DPA.**

#### 5.1.4.2. Caso B – Doppia terna con sezione pari a 185 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 doppia terna con cavi di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>.

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	0,04816	0,04710	0,04587	0,04451	0,04304
-9,50	0,05312	0,05183	0,05035	0,04871	0,04696
-9,00	0,05888	0,05730	0,05549	0,05351	0,05140
-8,50	0,06560	0,06365	0,06143	0,05901	0,05646
-8,00	0,07351	0,07107	0,06831	0,06534	0,06222
-7,50	0,08291	0,07982	0,07636	0,07266	0,06882
-7,00	0,09418	0,09020	0,08581	0,08116	0,07641
-6,50	0,10781	0,10263	0,09698	0,09109	0,08514
-6,00	0,12450	0,11764	0,11028	0,10272	0,09522
-5,50	0,14517	0,13593	0,12619	0,11639	0,10685
-5,00	0,17111	0,15842	0,14534	0,13249	0,12027
-4,50	0,20411	0,18629	0,16847	0,15144	0,13568
-4,00	0,24665	0,22110	0,19643	0,17366	0,15325
-3,50	0,30223	0,26473	0,23012	0,19948	0,17301
-3,00	0,37553	0,31931	0,27028	0,22897	0,19478
-2,50	0,47241	0,38674	0,31707	0,26170	0,21796
-2,00	0,59862	0,46743	0,36936	0,29633	0,24147
-1,50	0,75527	0,55782	0,42364	0,33030	0,26358
-1,00	0,92831	0,64704	0,47327	0,35974	0,28201
-0,50	1,07570	0,71560	0,50901	0,38005	0,29435
0,00	1,13565	0,74177	0,52214	0,38734	0,29871
0,50	1,07570	0,71560	0,50901	0,38005	0,29435
1,00	0,92831	0,64704	0,47327	0,35974	0,28201
1,50	0,75527	0,55782	0,42364	0,33030	0,26358
2,00	0,59862	0,46743	0,36936	0,29633	0,24147
2,50	0,47241	0,38674	0,31707	0,26170	0,21796
3,00	0,37553	0,31931	0,27028	0,22897	0,19478
3,50	0,30223	0,26473	0,23012	0,19948	0,17301
4,00	0,24665	0,22110	0,19643	0,17366	0,15325
4,50	0,20411	0,18629	0,16847	0,15144	0,13568
5,00	0,17111	0,15842	0,14534	0,13249	0,12027
5,50	0,14517	0,13593	0,12619	0,11639	0,10685
6,00	0,12450	0,11764	0,11028	0,10272	0,09522
6,50	0,10781	0,10263	0,09698	0,09109	0,08514
7,00	0,09418	0,09020	0,08581	0,08116	0,07641
7,50	0,08291	0,07982	0,07636	0,07266	0,06882
8,00	0,07351	0,07107	0,06831	0,06534	0,06222

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	21

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]
8,50	0,06560	0,06365	0,06143	0,05901	0,05646
9,00	0,05888	0,05730	0,05549	0,05351	0,05140
9,50	0,05312	0,05183	0,05035	0,04871	0,04696
10,00	0,04816	0,04710	0,04587	0,04451	0,04304

Tabella 9. Valori di induzione magnetica per una doppia terna 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.

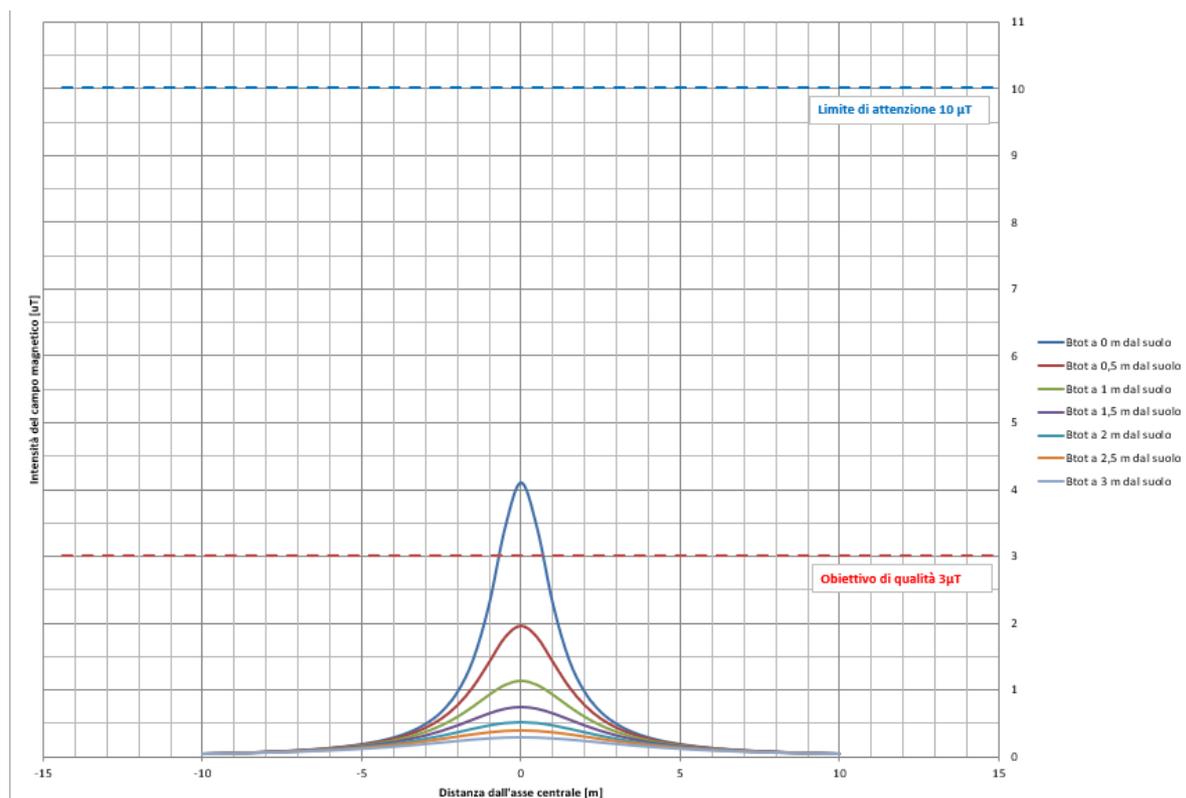


Figura 5. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per una doppia terna con sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>

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 1,13565 μT, inferiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. **Pertanto, in questo caso specifico non sarà necessario prevedere DPA.**

#### 5.1.4.3. Caso C – Singola terna con sezione pari a 300 mm<sup>2</sup>

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	22

valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m, nel caso di singola terna con cavi di sezione pari a 300 mm<sup>2</sup>.

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	0,0392	0,0384	0,0374	0,0363	0,0351
-9,50	0,0433	0,0422	0,0410	0,0397	0,0383
-9,00	0,0480	0,0467	0,0452	0,0436	0,0419
-8,50	0,0534	0,0518	0,0500	0,0481	0,0460
-8,00	0,0599	0,0579	0,0556	0,0532	0,0507
-7,50	0,0675	0,0650	0,0622	0,0592	0,0561
-7,00	0,0767	0,0734	0,0699	0,0661	0,0622
-6,50	0,0878	0,0836	0,0790	0,0742	0,0693
-6,00	0,1013	0,0958	0,0898	0,0836	0,0776
-5,50	0,1182	0,1107	0,1027	0,0948	0,0870
-5,00	0,1393	0,1290	0,1183	0,1079	0,0980
-4,50	0,1661	0,1516	0,1372	0,1233	0,1105
-4,00	0,2007	0,1799	0,1599	0,1414	0,1248
-3,50	0,2458	0,2154	0,1873	0,1625	0,1409
-3,00	0,3054	0,2599	0,2201	0,1865	0,1587
-2,50	0,3842	0,3148	0,2582	0,2132	0,1776
-2,00	0,4870	0,3806	0,3009	0,2415	0,1968
-1,50	0,6149	0,4545	0,3453	0,2693	0,2149
-1,00	0,7570	0,5278	0,3860	0,2934	0,2300
-0,50	0,8789	0,5842	0,4154	0,3100	0,2401
0,00	0,9287	0,6058	0,4262	0,3160	0,2436
0,50	0,8789	0,5842	0,4154	0,3100	0,2401
1,00	0,7570	0,5278	0,3860	0,2934	0,2300
1,50	0,6149	0,4545	0,3453	0,2693	0,2149
2,00	0,4870	0,3806	0,3009	0,2415	0,1968
2,50	0,3842	0,3148	0,2582	0,2132	0,1776
3,00	0,3054	0,2599	0,2201	0,1865	0,1587
3,50	0,2458	0,2154	0,1873	0,1625	0,1409
4,00	0,2007	0,1799	0,1599	0,1414	0,1248
4,50	0,1661	0,1516	0,1372	0,1233	0,1105
5,00	0,1393	0,1290	0,1183	0,1079	0,0980
5,50	0,1182	0,1107	0,1027	0,0948	0,0870
6,00	0,1013	0,0958	0,0898	0,0836	0,0776
6,50	0,0878	0,0836	0,0790	0,0742	0,0693
7,00	0,0767	0,0734	0,0699	0,0661	0,0622
7,50	0,0675	0,0650	0,0622	0,0592	0,0561
8,00	0,0599	0,0579	0,0556	0,0532	0,0507
8,50	0,0534	0,0518	0,0500	0,0481	0,0460
9,00	0,0480	0,0467	0,0452	0,0436	0,0419
9,50	0,0433	0,0422	0,0410	0,0397	0,0383
10,00	0,0392	0,0384	0,0374	0,0363	0,0351

Tabella 10. Valori di induzione magnetica per una terna di sezione pari a 300 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	23

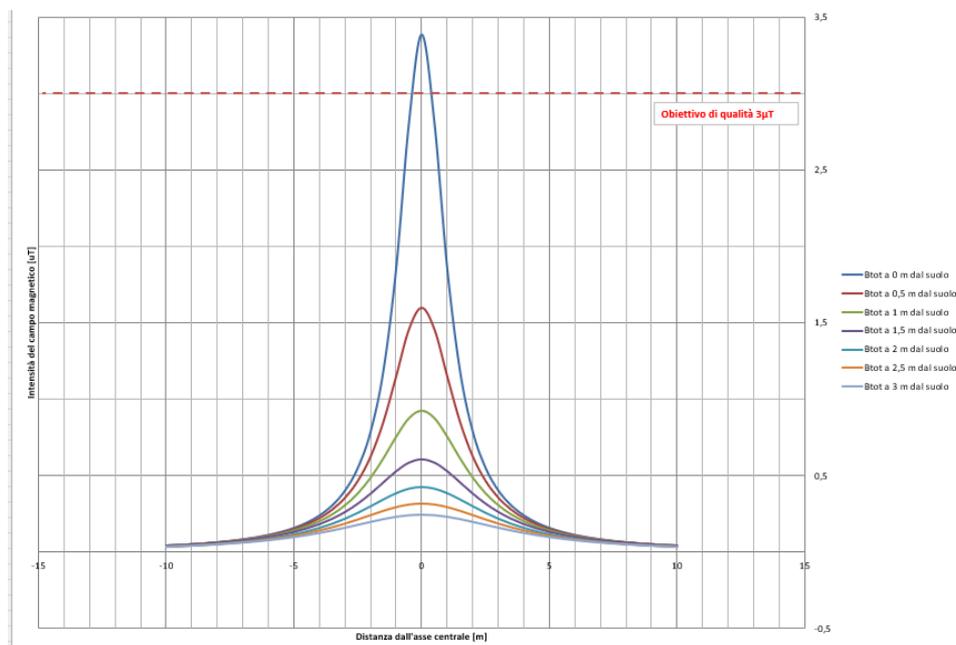


Figura 6. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per una terna con sezione pari a 300 mm<sup>2</sup>

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 0,9287 μT, inferiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma. **Pertanto, in questo caso specifico non sarà necessario prevedere DPA.**

#### 5.1.4.4. Caso D – Doppia terna con sezione pari a 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 doppia terna con cavi di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>.

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	0,12264	0,119938	0,116817	0,11335	0,109611
-9,50	0,135278	0,131997	0,128227	0,124061	0,119596
-9,00	0,149936	0,145916	0,141322	0,136278	0,130909
-8,50	0,167058	0,162083	0,156434	0,150277	0,143774
-8,00	0,187217	0,18099	0,173974	0,166392	0,158456
-7,50	0,211151	0,203263	0,194455	0,185031	0,175269
-7,00	0,239833	0,229707	0,21852	0,206689	0,194583
-6,50	0,274554	0,261364	0,246976	0,231968	0,216826
-6,00	0,317054	0,299592	0,280836	0,261589	0,242492
-5,50	0,369701	0,346169	0,321367	0,296408	0,272124
-5,00	0,435763	0,403432	0,370135	0,33741	0,306293
-4,50	0,519789	0,474427	0,429033	0,385671	0,345544
-4,00	0,628143	0,563066	0,500241	0,442259	0,390285

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	24

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	0,769675	0,674175	0,586039	0,508011	0,440612
-3,00	0,956345	0,813182	0,688313	0,583118	0,496029
-2,50	1,203066	0,984905	0,807485	0,666455	0,555082
-2,00	1,52448	1,19038	0,940634	0,754646	0,614956
-1,50	1,923413	1,420577	1,078869	0,841163	0,671245
-1,00	2,364096	1,647805	1,205252	0,916135	0,718179
-0,50	2,739446	1,822403	1,296274	0,967864	0,749615
0,00	2,892126	1,889046	1,329728	0,986424	0,760713
0,50	2,739446	1,822403	1,296274	0,967864	0,749615
1,00	2,364096	1,647805	1,205252	0,916135	0,718179
1,50	1,923413	1,420577	1,078869	0,841163	0,671245
2,00	1,52448	1,19038	0,940634	0,754646	0,614956
2,50	1,203066	0,984905	0,807485	0,666455	0,555082
3,00	0,956345	0,813182	0,688313	0,583118	0,496029
3,50	0,769675	0,674175	0,586039	0,508011	0,440612
4,00	0,628143	0,563066	0,500241	0,442259	0,390285
4,50	0,519789	0,474427	0,429033	0,385671	0,345544
5,00	0,435763	0,403432	0,370135	0,33741	0,306293
5,50	0,369701	0,346169	0,321367	0,296408	0,272124
6,00	0,317054	0,299592	0,280836	0,261589	0,242492
6,50	0,274554	0,261364	0,246976	0,231968	0,216826
7,00	0,239833	0,229707	0,21852	0,206689	0,194583
7,50	0,211151	0,203263	0,194455	0,185031	0,175269
8,00	0,187217	0,18099	0,173974	0,166392	0,158456
8,50	0,167058	0,162083	0,156434	0,150277	0,143774
9,00	0,149936	0,145916	0,141322	0,136278	0,130909
9,50	0,135278	0,131997	0,128227	0,124061	0,119596
10,00	0,12264	0,119938	0,116817	0,11335	0,109611

Tabella 11. Valori di induzione magnetica per una doppia terna 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	25

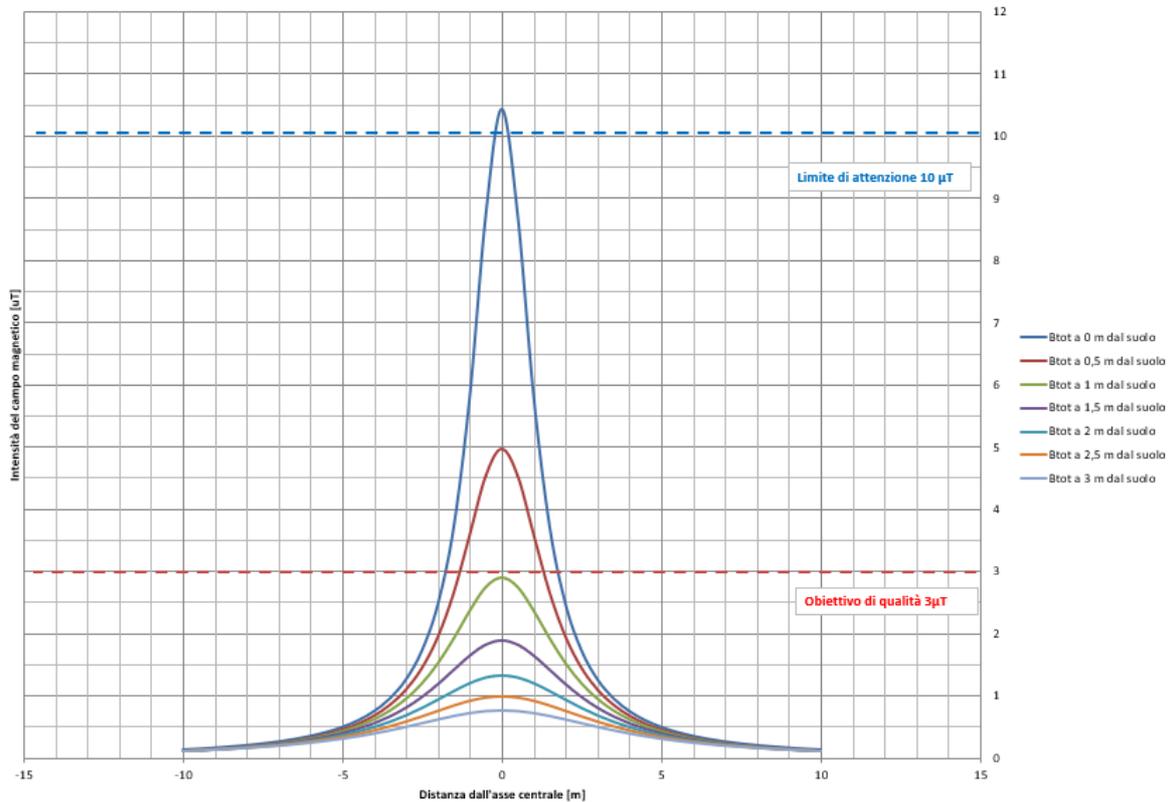


Figura 7. Distribuzione dell'induzione magnetica al di sopra del piano di calpestio per una doppia terna con sezione pari a  $630 \text{ mm}^2$

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  $2,8921 \mu\text{T}$ , 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 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	26

### 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 – WKNi805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	27

## 6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO

### 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 36kV/BT. La Main Technical Room, MTR, e 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 nel paragrafo 5.1.4.2.

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.

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 alla cabina principale di impianto, denominata 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/uscente.

**Per la cabina MTR e l'edificio produttore, in questo caso, non sono necessarie alcune DPA, così come calcolato al paragrafo 5.1.4.4.**

**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.**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	28

### 6.3. POWER STATION

Relativamente alle PS, 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:

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

Considerando il trasformatore in progetto della taglia di circa 3.200 kVA, il valore di I da prendere in considerazione è pari a circa 2.309 A alla tensione di 800 V.

Supponendo per i cavi in uscita dal trasformatore la sezione 400 mm<sup>2</sup> del tipo ARE4R, 0.6/1 kV, il valore del diametro esterno, x, risulta essere pari a 32,0 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 3,24 m.

**Pertanto, relativamente alle PS viene individuata intorno ad esse una fascia di rispetto pari a 3,24 m, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – WKNI805PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV MINEO" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI – ELETTRODOTTO 36 kV	29

## 7. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare e, sulla base delle risultanze, 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:**

E' stato individuato un modello di calcolo per i diversi casi di posa con cavi unipolari posati a trifoglio ad una profondità di 1,10 m.

Per questo impianto, in tutti i casi, non è necessario prevedere una DPA.

- **Cabine interne al parco fotovoltaico:**

Per quanto riguarda l'MTR, così come per l'elettrodotto 36 kV, non è necessario prevedere una DPA.

Per le Power Station, invece, si deve considerare una DPA pari a circa 3,24 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, non è necessario prevedere una DPA.