



Regione
Lazio



Provincia di
Viterbo



Comune di
Montalto di Castro



Comune di
Manciano



Provincia di
Grosseto



Regione
Toscana

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
alla località Frangiventi del Comune di Montalto di Castro (VT)
e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI
nei Comuni di Montalto di Castro (VT) e Manciano (GR)**

PROGETTO DEFINITIVO

MDC_CEM.01

Relazione di verifica dell'esposizione ai campi
elettromagnetici

Proponente



Energia Ecosostenibile S.r.l.
Via della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

A4

Scala

-

Progettista

Ing. Gaetano Cirone

Ing. Adele Oliveto

Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	18/05/2023	ing.D. Sassano	ing.D. Sassano	Ing. G. Cirone

Sommario

PREMESSA	2
1. LO STUDIO DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
2.1. VALORI LIMITE ESPOSIZIONE UMANA	4
3. GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	6
3.1. CAMPO MAGNETICO	6
3.2. CAMPO ELETTRICO	8
4. METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	9
5. FONTI DI EMISSIONE ANALIZZATE	10
6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI	11
6.1. CARATTERISTICHE	11
6.2. INDUZIONE MAGNETICA	12
7. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT	15
8. STAZIONE ELETTRICA TERNA	16
8.1. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	17
8.2. RACCORDI AEREI AT	22
9.2.1 CARATTERISTICHE	22
9.2.2 VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	23
<i>Campo elettrico</i>	23
<i>Campo Magnetico</i>	24
<i>Determinazione della fascia di rispetto</i>	24
9. RECETTORI	26
10. CONCLUSIONI	26



PREMESSA

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico e delle relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili da realizzarsi alla Località Riserva dei Frangiventi in comune di Montalto di Castro (VT) con opere connesse in comune di Manciano (GR).

Più nello specifico, il progetto riguarda la realizzazione un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con potenza complessiva pari a 42,213 MW. Le caratteristiche principali dell'impianto sono:

Estensione (ha)	Potenza (MW)	Rapporto ha / MW	Ubicazione NCT
64,86	42,213	1,54	Fogli 9 (Montalto di Castro)

Da un punto di vista elettrico, il sistema fotovoltaico all'interno dell'impianto è costituito da stringhe. Una stringa è formata da 14 moduli collegati in serie, pertanto, la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	Vmp (V)	Imp (A) - STC	Tensione stringa
14	38,40	14,26	510,7 V

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi di 14 moduli collegati in serie tra loro, con tensione massima di stringa pari a circa 510,7 V), viene prima raccolta all'interno dei quadri di stringa, e da questi viene poi trasferita all'interno delle cabine di conversione e quindi successivamente nelle cabine trafo dove avviene l'innalzamento di tensione sino a 36 kV. L'impianto è formato da 7 sottocampi di cui si riportano di seguito le caratteristiche.

Lotto Terreno	P _{tot} [MW]	Cabine di campo	N° di moduli	N° di stringhe	P [MW]	
1	6,35		1	3136	224	2,117
			2	3136	224	2,117
			3	3136	224	2,117
2	35,86		4	3542	253	2,391
			5	3542	253	2,391
			6	3542	253	2,391
			7	3542	253	2,391
			8	3542	253	2,391
			9	3542	253	2,391
			10	3542	253	2,391
			11	3542	253	2,391
			12	3542	253	2,391
			13	3542	253	2,391
			14	3542	253	2,391
			15	3542	253	2,391
			16	3542	253	2,391
			17	3542	253	2,391
			18	3542	253	2,391
TOTALE	42,213	18+18 (cab. inverter + cab. trafo)	62538	4467	42,213	

Dai sottocampi l'energia prodotta viene trasportata nella Cabina di Raccolta (CdR), posizionata all'interno dell'impianto.



Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva si potrà adottare una configurazione impiantistica differente.

In estrema sintesi l'impianto sarà composto da:

- 1) **62538 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 675 Wp, installati su inseguitori monoassiali e strutture fisse.**
- 2) **4467 stringhe con moduli da 675 W.**
- 3) **18 cabine di campo prefabbricate contenenti il gruppo conversione (inverter);**
- 4) **18 cabine di campo prefabbricate contenenti il gruppo trasformazione;**
- 5) **1 Una Cabina di Raccolta e gestione impianto, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto e gestito l'impianto;**
- 6) **Cavidotti media tensione interni per il trasporto dell'energia elettrica dalle cabine di trasformazione dai vari sottocampi alla Cabina di Raccolta;**
- 7) **Cavidotto media tensione esterno, per il trasporto dell'energia dalla Cabina di Raccolta sino all'impianto di accumulo elettrochimico e quindi alla SE Terna.**
- 8) **Impianti ausiliari (illuminazione, monitoraggio e controllo, sistema di allarme anti-intrusione e videosorveglianza, sistemi di allarme antincendio).**
- 9) **Impianto di accumulo elettrochimico della Potenza di 10 MW e capacità 20 MWh. L'impianto verrà realizzato all'interno dell'area dell'impianto di generazione.**

L'impianto per la connessione alla rete elettrica nazionale è costituito da:

una stazione elettrica antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto".

Per le opere su elencate saranno necessarie una serie di opere civili, oltre a quelle elettriche, descritte nei paragrafi successivi.

1. LO STUDIO DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Le opere di progetto sono finalizzate a consentire la produzione di energia elettrica da sorgente fotovoltaica, nel rispetto delle condizioni per la sicurezza delle apparecchiature e delle persone. Lo studio di impatto elettromagnetico si rende necessario al fine di una valutazione del campo elettrico e magnetico nei riguardi della popolazione. In particolare "la fascia di rispetto" di cui al DM 29/05/2008 viene calcolata tenendo conto dell'elettrodotto interrato e della Stazione Elettrica MT/AT.

Al calcolo della fascia di rispetto segue la verifica dell'assenza di ricettori sensibili all'interno di tale fascia, se presenti.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi per la stesura del presente documento sono i seguenti:

- *D.M. del 29 maggio 2008;*
- *Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato A al DM 29.05.08;*



- Norma CEI 106-11 (Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (art.6));
- D.P.C.M. del 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Legge n.36 del 22 febbraio 2001;
- Decreto Interministeriale del 21 marzo 1988 n.449;
- Norme CEI:
 - CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”;
 - CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
 - CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.

Per il calcolo dell’induzione magnetica e la determinazione delle fasce si terrà conto delle indicazioni tecniche previste nel decreto del 29 maggio 2008 e nelle Norme CEI 106-11 e CEI 106-12 nelle quali viene ripreso il modello di calcolo normalizzato della Norma CEI 211-4 e vengono proposte, in aggiunta, delle formule analitiche approssimate che permettono il calcolo immediato dell’induzione magnetica ad una data di stanza dal centro geometrico della linea elettrica.

2.1. Valori Limite Esposizione Umana

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all’esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci (art.3 comma 1);
- a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l’esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l’induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (art.3 comma 2);
- Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità



di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (Art.4 comma 1);

- Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ($B=3\mu\text{T}$) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica;

Alla luce delle soprarichiamate disposizioni, nei paragrafi successivi sarà condotta la verifica ed il calcolo delle fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di $3 \mu\text{T}$.

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

Tabella 1 – Valori limite di esposizione di cui all'art. 3 del D.P.C.M. 8 luglio 2003

Con il Decreto del 29 maggio 2008 (G.U. n. 153 del 2 Luglio 2008 e Supplemento Ordinario n. 160 alla G.U. 5 Luglio n. 156) "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica", si stabilivano le metodologie di misura dell'induzione magnetica secondo la norma CEI 211-6 del 2001-01 e s.m.i., in particolare prevedendo che "Nel caso di campo magnetico uniforme nello spazio, tipicamente quello generato da linee elettriche aeree, per una accurata caratterizzazione possono essere sufficienti rilievi ad un'altezza compresa tra 100 e 150cm dal piano di calpestio; nel caso di campo fortemente non omogeneo, tipicamente quello generato dalle cabine elettriche, dovrà essere eseguita una serie di rilievi anche a quote differenti".

In particolare, per quanto riguarda il calcolo dell'induzione magnetica e la determinazione delle fasce di rispetto si è tenuto conto delle indicazioni tecniche previste nel decreto del 29 maggio



2008 e nelle Norme CEI 106-11 e CEI 106-12, nelle quali viene ripreso il modello di calcolo normalizzato della Norma CEI 211-4 e vengono proposte, in aggiunta, delle formule analitiche approssimate che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data di stanza dal centro geometrico della linea elettrica.

3. GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica (dinamo, cavi elettrici, elettrodomestici, etc.) è caratterizzata da un campo elettromagnetico.

Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è definito da due vettori:

- il campo elettrico
- l'induzione magnetica.

Il campo elettrico, misurato in V/m, dipende dall'intensità e dal voltaggio della corrente, mentre l'induzione magnetica, che si misura in μT , dipende dalla permeabilità magnetica del mezzo. Il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il campo magnetico.

3.1. Campo Magnetico

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili, introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni osservabili indotti senza contatto diretto tra sorgente ed oggetto del fenomeno, vale a dire fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio. Esso è composto in generale da tre campi vettoriali:

- il campo elettrico,
- il campo magnetico,
- la "sorgente".

Questi vettori che caratterizzano il campo elettromagnetico hanno ciascuno un valore definito in ciascun punto del tempo e dello spazio.

I vettori utilizzati per modellare le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

- E = campo elettrico
- B = campo di induzione magnetica
- D = spostamento elettrico o induzione dielettrica
- H = campo magnetico.

L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.



Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione tra ambiente e i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno elettromagnetico è descritto dall'insieme di equazioni note come equazioni di Maxwell.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo i "campi elettromagnetici quasi statici" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Nel caso dei campi elettromagnetici quasi statici, si ragiona separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e si impongono separatamente i limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica. Il modello quasi statico è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50 Hz.

In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50 Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici.

Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo 30-300 Hz.

DENOMINAZIONE	SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA	
FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE	ELF	0 - 3kHz	> 100Km	
FREQUENZE BASSISSIME	VLF	3 - 30kHz	100 - 10Km	
RADIOFREQUENZE	FREQUENZE BASSE (ONDE LUNGHE)	LF	30 - 300kHz	10 - 1Km
	MEDIE FREQUENZE (ONDE MEDIE)	MF	300kHz - 3MHz	1Km - 100m
	ALTE FREQUENZE	HF	3 - 30MHz	100 - 10m
	FREQUENZE ALTISSIME (ONDE METRICHE)	VHF	30 - 300MHz	10 - 1m
MICROONDE	ONDE DECIMETRICHE	UHF	300MHz - 3GHz	1m - 10cm
	ONDE CENTIMETRICHE	SHF	3 - 30GHz	10 - 1cm
	ONDE MILLIMETRICHE	EHF	30 - 300GHz	1cm - 1mm
INFRAROSSO	IR	0,3 - 385THz	1000 - 0,78mm	
LUCE VISIBILE		385 - 750THz	780 - 400nm	
ULTRAVIOLETTA	UV	750 - 3000THz	400 - 100nm	
RADIAZIONI IONIZZANTI	X	> 3000THz	< 100nm	

Tabella 2 - Spettro elettromagnetico

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- **Distanza dalle sorgenti (conduttori);**
- **Intensità delle sorgenti (correnti di linea);**
- **Disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase);**
- **Presenza di sorgenti compensatrici;**



- **Suddivisione delle sorgenti (terne multiple).**

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

*I valori di campo magnetico risultano notevolmente abbattuti mediante **interramento** degli elettrodotti. Questi saranno posti a circa 1,20 m di profondità e generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), però l'intensità del campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza. Tra gli svantaggi sono da considerare i problemi di perdita dell'energia legati alla potenza reattiva vista anche la lunghezza del cavo di collegamento tra il parco fotovoltaico e la Sottostazione Utente.*

Confrontando il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si rileva che per i cavi interrati l'intensità massima del campo magnetico è più elevata, ma presenta un'attenuazione più pronunciata.

3.2. Campo Elettrico

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua allontanandosi da un elettrodotto seguendo l'inverso della distanza dai conduttori.

I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano; l'intensità del campo elettrico può considerarsi quindi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico e, in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per le linee elettriche aeree, l'intensità maggiore del campo elettrico si misura generalmente al centro della campata, ossia nel punto in cui i cavi si trovano alla minore distanza dal suolo. L'andamento e il valore massimo delle intensità dei campi dipendono anche dalla disposizione e dalle distanze tra i conduttori della linea.

Tutti i cavi interrati sono schermati nei riguardi del campo elettrico, che pertanto risulta pressoché nullo in ogni punto circostante all'impianto; pertanto, non verranno effettuate specifiche valutazioni.



4. METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Nel calcolo dell'induzione magnetica non è necessario calcolare il valore delle cariche lineari indotte sui conduttori, in quanto i valori di induzione dipendono direttamente dalle correnti.

Inoltre, il terreno viene considerato come un piano avente permeabilità relativa pari ad 1. Pertanto, nel calcolo si trascurano i contributi delle correnti immagini.

Per il calcolo dell'induzione magnetica si ricorre alla Legge di Biot-Savart, la quale, esprime in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I attraverso la formula:

$$B = \mu_0 / (2\pi) * I / d * u_i \times u_r$$

Dove

μ_0 = permeabilità magnetica del vuoto

I = fasore della corrente circolante nel conduttore

d = distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo

u_i = versore della corrente

u_r = versore normale al versore della corrente, diretto verso il punto di calcolo

\times = prodotto vettoriale

L'induzione magnetica complessiva, generata da un insieme di conduttori, si ottiene applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, ricavando le componenti secondo l'asse x (B_x) e secondo l'asse y (B_y) dell'induzione magnetica risultante.

Il modulo e la fase dei fasori " I " delle correnti circolanti, unitamente alla posizione del punto di calcolo rispetto alla posizione dei conduttori, conseguentemente, determineranno la sommatoria in fase o meno delle B_x e B_y prodotte da ogni singolo conduttore.

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

La necessità della valutazione della DPA (Distanza di Prima Approssimazione), secondo quanto richiesto dal decreto 29/05/2008, in cui è stata approvata la metodologia di calcolo per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica generata da elettrodotti nel rispetto dei principi della Legge Quadro 36/01 e del D.P.C.M. 8 Luglio 2003, richiede spesso di tener conto della complessità delle sorgenti di campo magnetico in esame, della loro tridimensionalità e dell'effetto prodotto dalla combinazione delle stesse. Per la valutazione del campo magnetico indotto dai cavidotti MT verrà utilizzato il sw BE CALC (il sw utilizza un metodo semplificato per la valutazione dei cavi avvolti ad elica); mentre per quanto riguarda i trasformatori nell'impianto di accumulo elettrochimico si fa riferimento alla formulazione riportata nel relativo paragrafo.



5. FONTI DI EMISSIONE ANALIZZATE

Facendo riferimento a quanto descritto nei paragrafi precedenti, si è proceduto ad individuare le sezioni maggiormente critiche, ovvero quelle in cui le correnti complessive di esercizio possono ritenersi massime, per condurvi un'analisi previsionale del campo magnetico indotto.

Le apparecchiature elettriche previste nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

L'analisi è stata compiuta sugli elettrodotti interrati che costituiscono la linea interna al Parco e la linea dorsale, che, per la loro posizione lungo strade esistenti e al di sotto di terreni agricoli potenzialmente frequentati dalla popolazione, costituiscono fattore di potenziale rischio.

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

- **Gli Elettrodotti:**
 - **La rete di cavidotti interni in MT di collegamento dei sotto-campi alla Cabina di Raccolta:** collegamento in MT a 36 kV tra le cabine di trasformazione e la cabina di raccolta;
 - **La linea MT in cavo interrato,** per il trasporto dell'energia dalla Cabina di Raccolta/impianto di accumulo elettrochimico sino alla Sottostazione Elettrica Utente (SSE) 36/380 kV.
- **La cabine di trasformazione BT/MT presenti nell'area di generazione;**
- **La Sottostazione Elettrica Utente:**
 - *Trasformatore di tensione (36/380 kV)*
 - *Stazione con Sbarre AT di raccolta.*



6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI

6.1. Caratteristiche

I cavidotti media tensione interni all'impianto di generazione verranno interrati ad una profondità di circa 1,20 m. Essi sono raggruppati nello stesso scavo che conterrà più terne di cavi. Ciascuna cabina di trasformazione sarà collegata all'impianto di accumulo elettrochimico ed al locale utente dal quale partirà il cavo di consegna alla relativa cabina Enel.

I cavi unipolari impiegati saranno di tipo RG7H1R – Umax 36 kV; Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei singoli conduttori:

ID	Potenza [kW]	Tensione [kV]	Corrente - Ib [A]	Lunghezza linea [m]	Sezione cavo [mmq]	Portata cavo interrato [A]	Reattanza di fase a 50 Hz [omega/km]	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [omega/km]	Ktot	Portata ridotta - Iz [A]	VERIFICA Ib<Iz
TR.01 - TR.02	2117	36	35,74	147,01	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.02 - TR.03	4234	36	71,48	106,92	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.03 - TR.04	6351	36	107,21	230,49	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.04 - CABINA DI RACCOLTA	8742	36	147,58	542,75	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.05 - TR.06	2391	36	40,36	145,12	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.07 - TR.06	2391	36	40,36	158,64	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.06 - TR.09	4782	36	80,73	227,91	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.08 - TR.09	2391	36	40,36	302,28	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.09 - CABINA DI RACCOLTA	11955	36	201,82	41,66	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.10 - TR.11	2391	36	40,36	114,66	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.11 - TR.13	4782	36	80,73	148,79	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.13 - TR.14	7173	36	121,09	214,76	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.14 - TR.15	9564	36	161,46	109,53	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.15 - CABINA DI RACCOLTA	11955	36	201,82	222,32	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.16 - TR.17	2391	36	40,36	162,73	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.17 - TR.18	4782	36	80,73	141,99	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.18 - TR.12	7173	36	121,09	475,21	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
TR.12 - CABINA DI RACCOLTA	9564	36	161,46	842,11	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
STORAGE - CABINA DI RACCOLATA	10000	36	67,00	63,67	3x1x70	255	0,15	0,342	0,84	213,71	VERIFICATO
CABINA DI RACCOLATA - SE TERNA	42.213	36	690,81	7350,00	3x1x630	1070	0,15	0,0425	0,84	896,75	VERIFICATO

Tabella 6-1 Dimensionamento linee Media tensione

La portata indicata in tabella per il singolo cavo è relativa alle condizioni di posa adottate, di seguito riportate:

- temperatura del terreno stimata: 25°C;
- distanza tra i circuiti (in numero pari a 4): 0,20 m;
- profondità di posa: 1,2 m;
- condizioni di posa: terreno asciutto;



- resistività del terreno ipotizzata: 2 km/W;
- posa in tubi protettivi.

6.2. Induzione magnetica

In considerazione del tipo di struttura (cavidotto interrato) non c'è generazione di campo elettrico al di sopra del terreno. Conseguentemente, l'analisi di impatto elettromagnetico del cavidotto sarà dedicata alla sola analisi di impatto magnetico, ossia al calcolo dell'induzione magnetica generata dalla singola terna trifase, o dall'insieme di terne trifasi, presenti nel cavidotto.

In quest'opera sono presenti, come detto, cavi in configurazione elicordata. L'induzione magnetica generata da conduttori elicordati è minore di quella generata da conduttori, della stessa sezione, posti in diretto contatto in configurazione tripolare, ma senza elicordatura.

L'elicordatura introduce infatti una quantità definita "fattore di elicordatura", la quale è una quantità minore di 1, per la quale moltiplicare l'induzione magnetica generata da conduttori non elicordati al fine di ottenere l'induzione magnetica generata da conduttori elicordati.

Il fattore di elicordatura dipende da vari parametri del cavo elicordato, come dalla distanza, dall'asse della terna elicordata, del punto nel quale si effettua la valutazione dell'induzione magnetica generata.

Il fattore di elicordatura dipende anche dal passo di elicordatura, ossia dalla distanza tra due sezioni consecutive, lungo il cavo elicordato, nelle quali la disposizione spaziale dei conduttori si ripete. Il passo di elicordatura è un parametro che non viene generalmente fornito dal costruttore.

Inoltre, è da tener conto che, durante la posa, ci possono comunque essere delle piccole variazioni del passo di elicordatura. In base a quanto appena detto, in questo lavoro si faranno ipotesi cautelative per il passo di elicordatura. Esso verrà posto uguale a 2 metri, un valore maggiore di quello che generalmente si incontra in pratica, e quindi cautelativo (ricordiamo che maggiore è il passo di elicordatura, meno il cavo è "attorcigliato", minore è l'effetto di riduzione del campo magnetico causato dalla presenza dell'elicordatura stessa). Le valutazioni sono condotte con l'utilizzo del software BE CALC dell'ing. R. Sapone.

Nel seguito si fa riferimento alle configurazioni più gravose.

1- Sezione con 8 terne 3x1x70

- diametro esterno massimo conduttore: 20 mm (compreso tutti gli strati)
- passo elica 3 m;

Come visibile dalle figure seguenti l'effetto si esaurisce all'interno dello scavo; in altri termini il valore di induzione in superficie risulta inferiore a 3 μ T. In particolare le quattro terne generano al suolo (punto 0,0) un valore di induzione pari a 2.68 μ T.



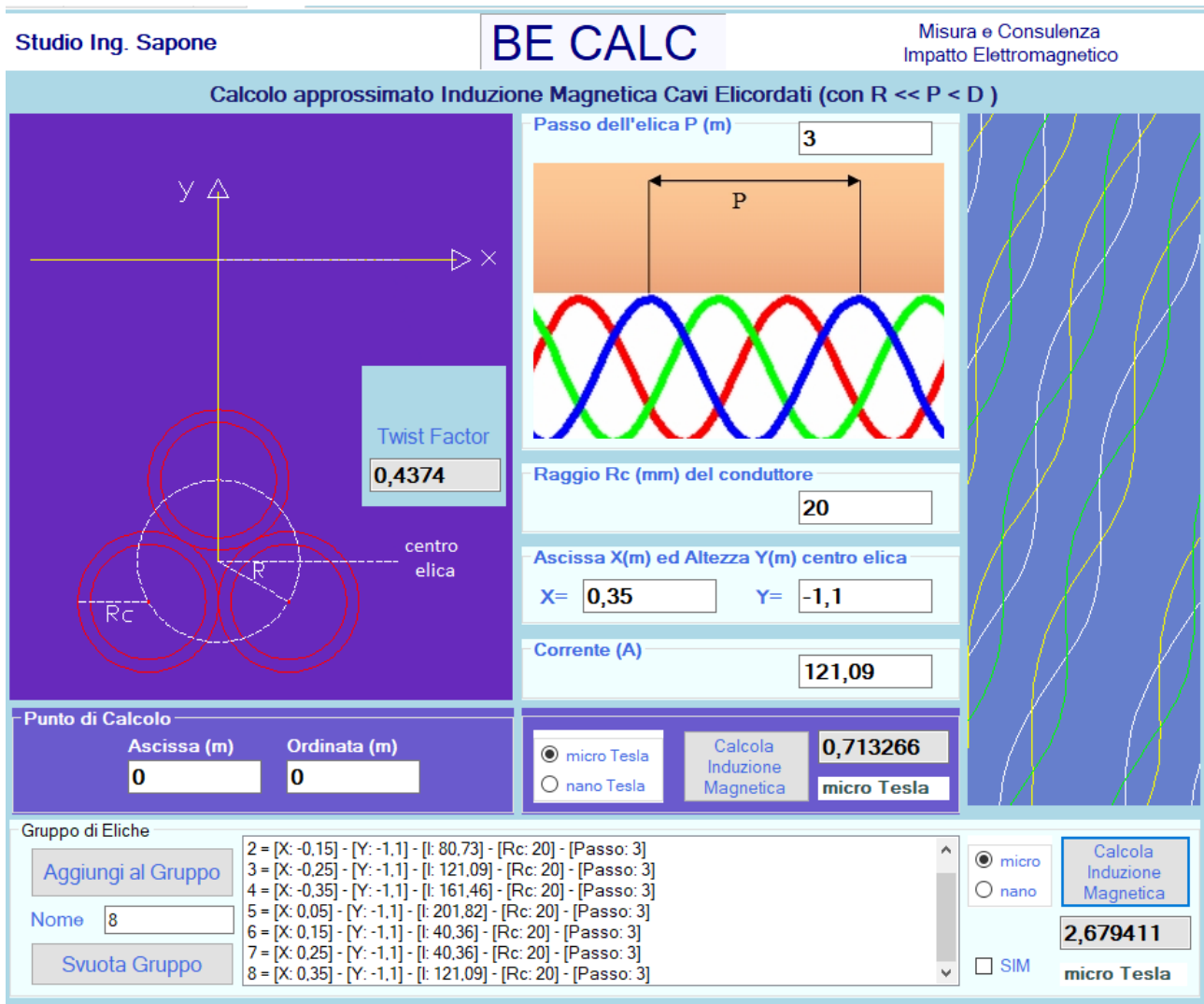


Figura 1 – Valori di induzione magnetica a suolo

2- Sezione con 1 terna 3x1x630

Si riporta di seguito le correnti di impiego

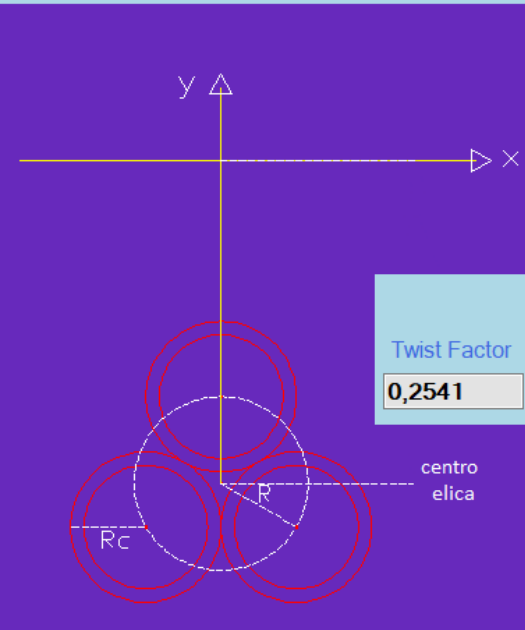
ID	Corrente - Ib [A]
CAVO DI CONSEGNA	690,81

- diametro esterno massimo conduttore: 31 mm (compreso tutti gli strati)

- passo elica 2 m;

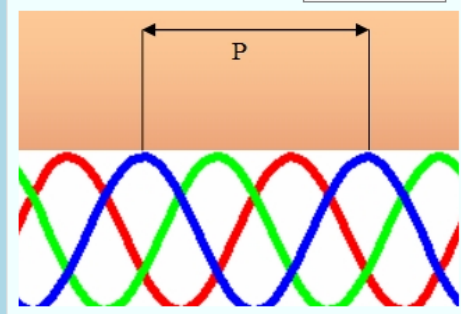
Come visibile dalle figure seguenti l'effetto si esaurisce all'interno dello scavo; in altri termini il valore di induzione in superficie risulta inferiore a $3 \mu T$. In particolare le quattro terne generano al suolo (punto 0,0) un valore di induzione pari a $2,49 \mu T$.

Calcolo approssimato Induzione Magnetica Cavi Elicordati (con $R \ll P < D$)



Twist Factor
0,2541

Passo dell'elica P (m)



Raggio Rc (mm) del conduttore

Ascissa X(m) ed Altezza Y(m) centro elica
X= Y=

Corrente (A)

Punto di Calcolo

Ascissa (m)	Ordinata (m)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

micro Tesla
 nano Tesla

2,488434
micro Tesla

Gruppo di Eliche

1 = [X: 0] - [Y: -1.1] - [I: 691] - [Rc: 35] - [Passo: 2]

Nome

micro
 nano

2,488434
micro Tesla

SIM

Figura 2 – Valori di induzione magnetica a suolo

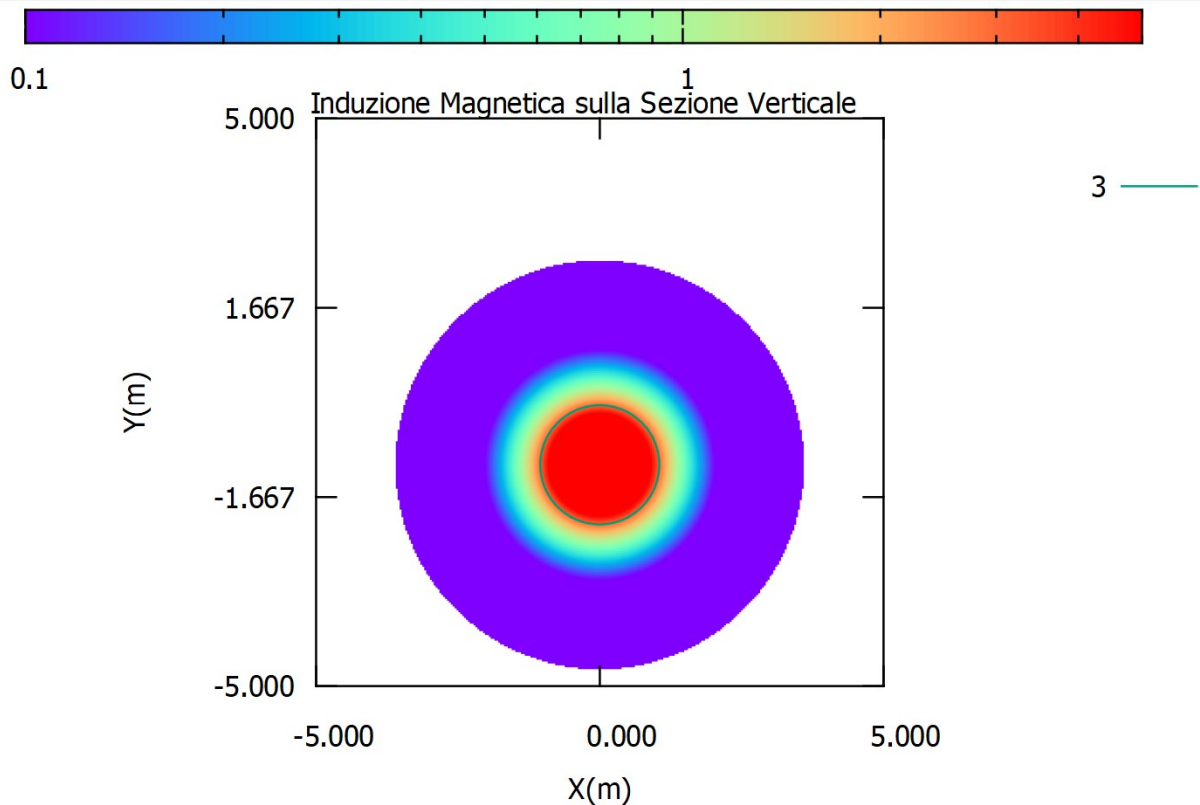


Figura 3 – Valori di induzione magnetica – mapcolor con isolina 3 μT

7. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

Riguardo i trasformatori MT/BT il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore. Per distanze comprese tra 1 m e 20 m da un trasformatore in resina si può calcolare il valore del campo magnetico con la seguente formula:

$$B = 5 \frac{u_{cc}}{6} \sqrt{\frac{S_r}{630}} \left(\frac{3}{a}\right)^{2,8}$$

Dove

- **U_{cc}** è la tensione percentuale di cortocircuito;
- **S_r** è la potenza nominale del trasformatore (kVA);
- **a** è la distanza dal trasformatore.

La figura seguente mostra i valori dell'induzione magnetica della distanza dal trasformatore di potenza 2500 kVA.

Pertanto, un valore di DPA pari a 7 m attorno al trasformatore garantisce valori di campo magnetico inferiori al limite consentito dalla legge.

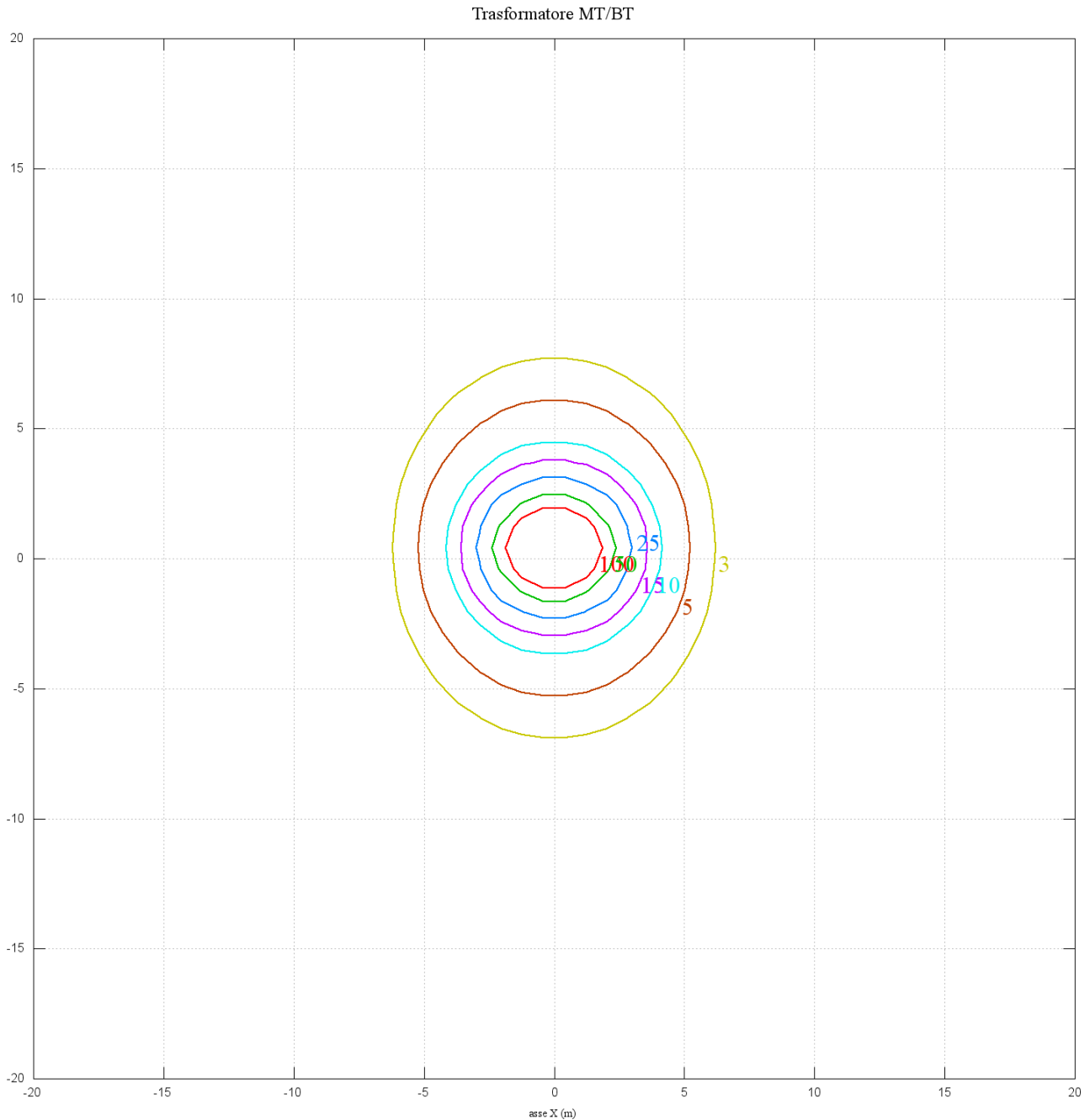


Figura 4 - valori dell'induzione magnetica

Nell'area dell'impianto di generazione sono presenti 18 cabine contenenti un trasformatore di taglia inferiore a 2500 KVA; Nell'area relativa all'accumulo elettrochimico sono presenti 8 trasformatori da 1250 KVA.

8. STAZIONE ELETTRICA TERNA

L'impianto fotovoltaico di progetto sarà connesso alla RTN per il tramite di una stazione di trasformazione che consentirà di elevare la tensione dell'impianto di produzione dalla Media (MT- 36 kV) all'Alta (AT - 380 kV) Tensione.

Nella fattispecie, l'energia proveniente dall'Impianto Fotovoltaico, raggiungerà la futura Stazione elettrica Terna alla tensione di 36 kv. L'innalzamento alla tensione di rete (380 kV) avverrà tramite trasformatore interno alla Stazione.

All'interno della stazione sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo. Il gruppo elettrogeno, invece, sarà installato in apposito alloggio esterno, con copertura in lamiera. È inoltre prevista un'area sbarre AT a 380 kV completa di apparecchiature AT per la connessione.

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

L'impatto elettromagnetico nella SSE è essenzialmente prodotto:

- dall'utilizzo dei trasformatori MT/AT;
- dalla realizzazione delle linee/sbarre di connessione tra i trafo e le apparecchiature elettromeccaniche.

L'impatto generato dalle linee/sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e, pertanto, si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle linee/sbarre AT.

8.1. Valutazione delle Fasce di Rispetto

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente sopra riportata. Si rileva che nella Stazione di Utente del rispettivo produttore, così come per la sezione in AT in condivisione, normalmente esercite in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria. A scopo cautelativo, si riporta uno studio specifico su stazione di trasformazione 380/150kV esercita, quindi, con tensioni superiori al caso in specie (AAT/AT); appare evidente che le considerazioni conclusive, afferendosi a condizioni più restrittive dello studio in progetto, potranno essere applicabili a maggior ragione alla evidentemente più contenuta, sia nelle dimensioni che nei parametri di esercizio (tensioni e correnti di impiego), Stazione di Utente Condivisa in oggetto di relazione. Le figure di seguito rappresentate (figg.1 e 3) mostrano la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/150kV ed una di trasformazione 150/36kV con elettromeccanici in isolamento in aria (AIS), all'interno delle quali sono state effettuate una serie di misure di campo elettrico e magnetico al livello zero (suolo). Le stesse figure forniscono l'indicazione delle principali distanze fase – terra e fase – fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure. Sono evidenziate, inoltre, le aree interne presso le quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi). Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa,



con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale. Nella tabella 1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D. Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile (assunte come riferimento di studio), la fig. 2 illustra, giusto per completezza espositiva, i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte esercita alla massima tensione di 380kV della medesima stazione. I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea in AAT tuttavia, in tutti i casi, i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

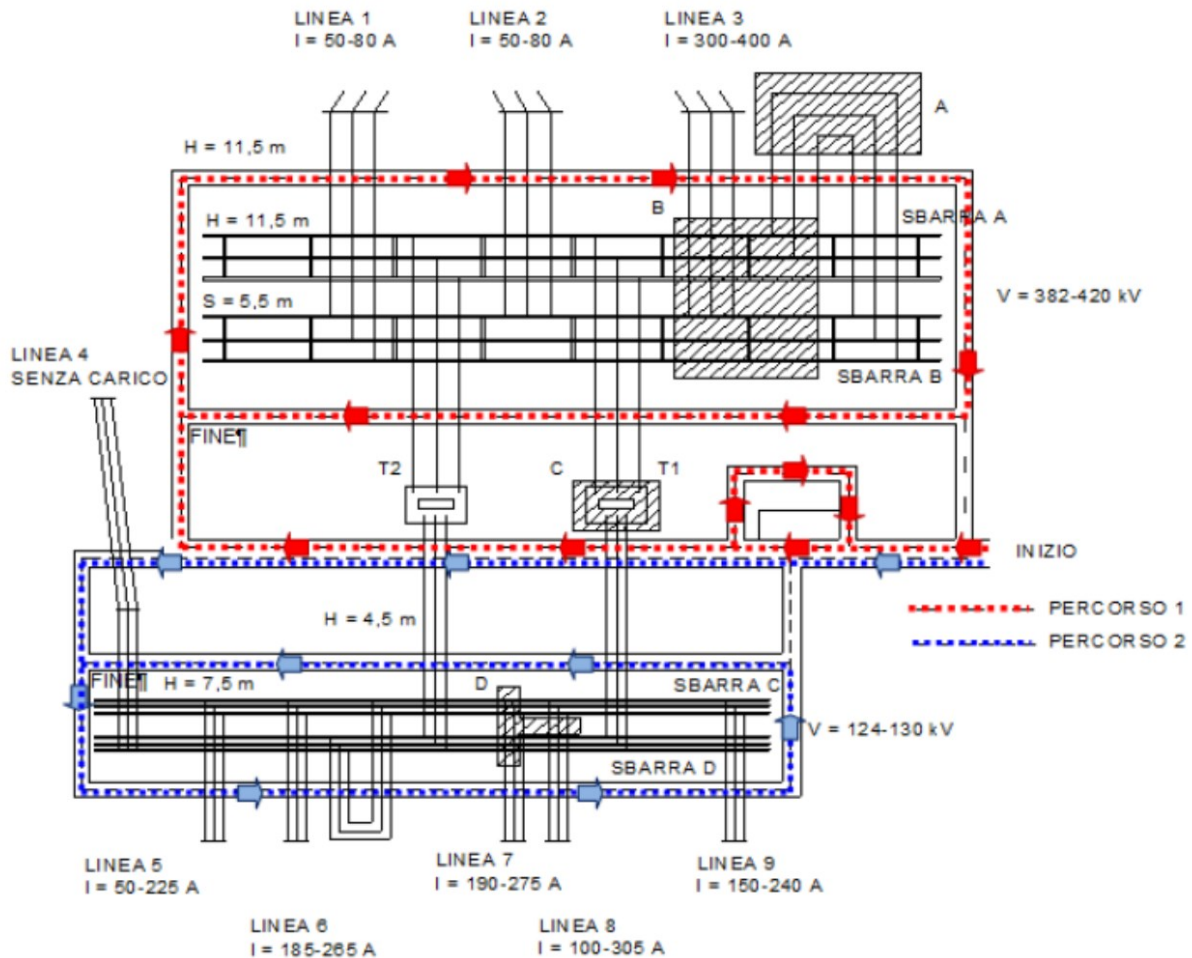


Figura 5. Pianta di una tipica stazione 380/150 kV: indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante le fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (μ T)		
		E max	E min	E medio	B min	B max	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Tabella 2. Risultati della misura del campo elettrico e dell'induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D di fig. 1a

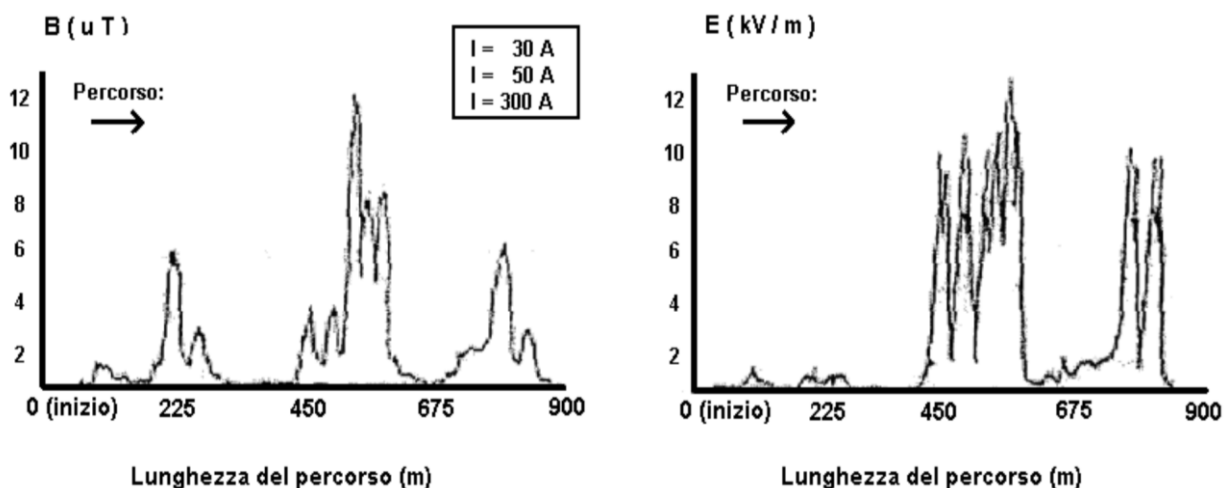


Figure 1. Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in fig. 1a

Fermo restando le elaborazioni di simulazione già descritte si riportano, in aggiunta, le deduzioni rappresentate del documento di riferimento di Enel SpA inerenti il "Rapporto CESI-ISMES A8021317"; in esso viene ancora riprodotto lo studio che afferisce alla "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per Cabine Primarie". Di seguito sono riportate le tabelle del

documento

Enel.


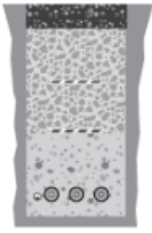
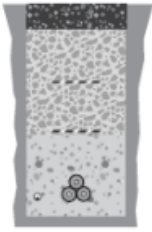

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) Scheda A13	22.8 mm 307.75 mm²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) Scheda A14	108 mm 1600 mm²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) Scheda A15	108 mm 1600 mm²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA Scheda A16	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

Figura 6 – Stralcio “Linee Guida per l’applicazione del § 5.1.3. dell’Allegato al DM 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”.

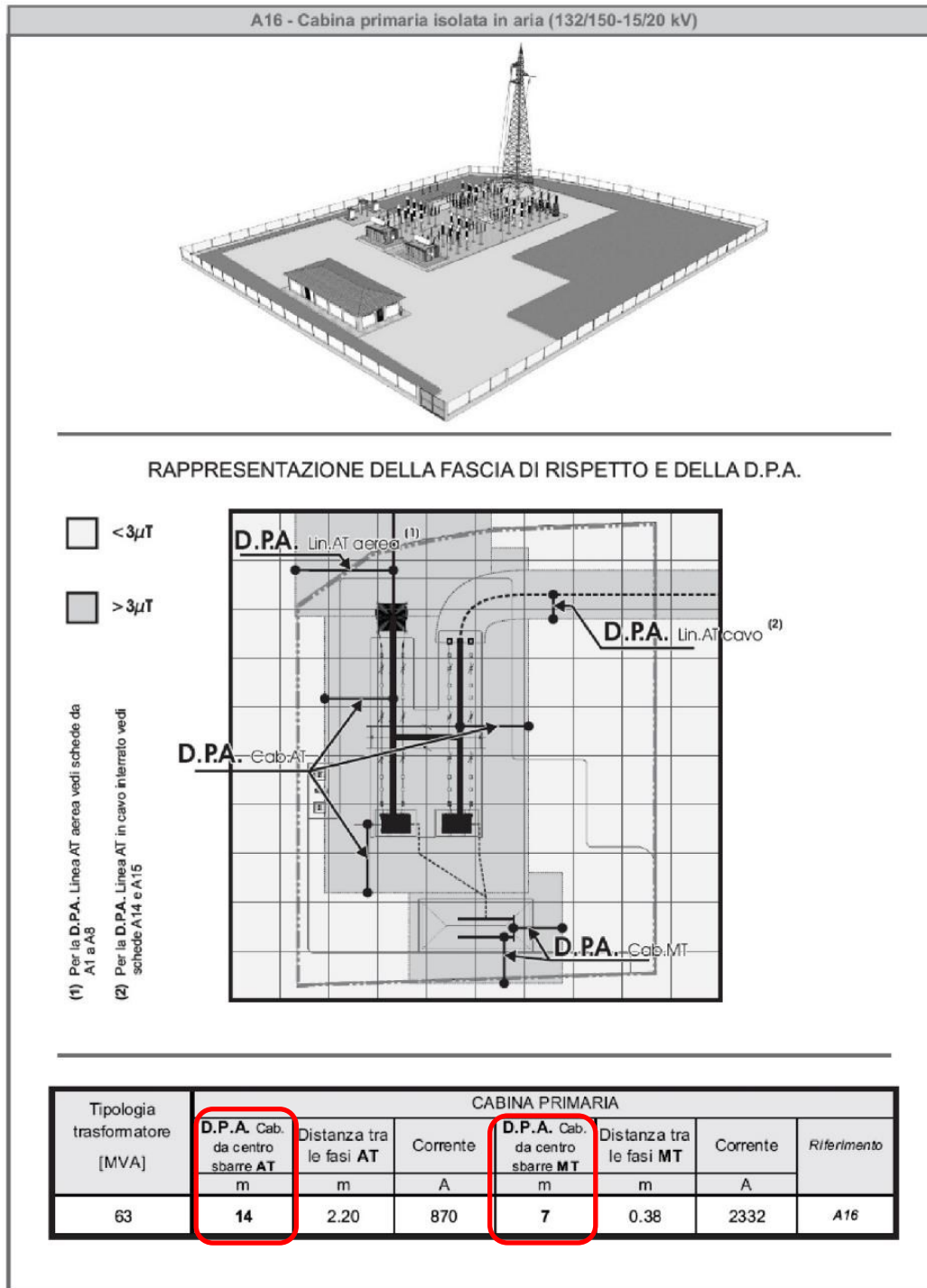


Figura 7 – Stralcio linee guida di Enel sul calcolo della DPA: sottostazioni di trasformazione in alta tensione

Anche nel caso della stazione elettrica, quindi, verifichiamo che la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto rientrano in gran parte nei confini dell'area di pertinenza della SSE in progetto, in conformità con quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008; inoltre, all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

Pertanto, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione della SE Terna, sarà trascurabile.

8.2. Raccordi aerei AT

Per eseguire il collegamento in entra-esce sulla linea RTN 380 kV "Montalto – Suvereto", verrà interrotto l'elettrodotto esistente inserendo due sostegni di transizione e realizzando due collegamenti aerei a 380 kV alla nuova SE Terna.

9.2.1 Caratteristiche

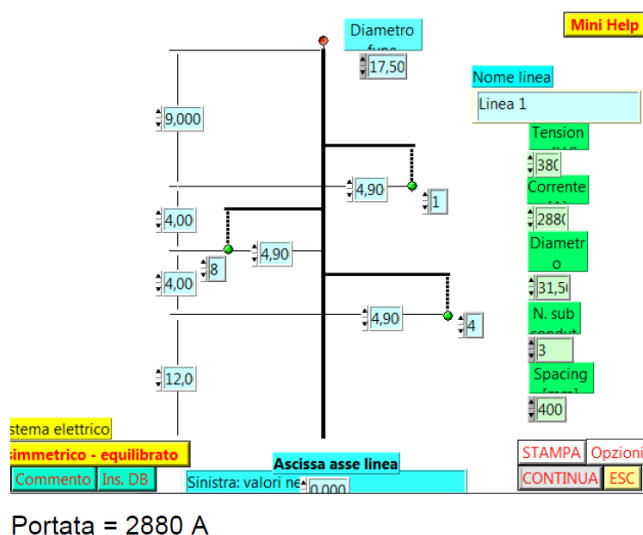
L'andamento dei campi elettromagnetici è stato calcolato in base alle seguenti ipotesi:

- elettrodotto aereo con palificata serie 380 kV
- N. 1 conduttore per fase diam. 31,5 mm;
- N. 1 fune di guardia in acciaio diam. 11,5 mm Valore nominale della tensione 380 kV;

I calcoli sono stati eseguiti ipotizzando una linea infinitamente lunga e calcolando i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

Gli andamenti dei campi, riportati nei grafici e tabelle allegati, sono riferiti all'asse linea, prevedendo una altezza minima dei conduttori rispetto al terreno pari a 12 m, e ad altezze dal suolo pari a 1 m (simulazione della zona addominale di un individuo che si trova sul piano di campagna adiacente l'elettrodotto).

Il progetto è stato sviluppato in modo da rispettare il dettato dell'art. 4 del DPCM 08 luglio 2003 di cui alla Legge n° 36 del 22/02/2001, che impone un valore limite di qualità dei campi magnetici di 3 μ T (c.d. obiettivo di qualità) da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.



9.2.2 Valutazione campi elettromagnetici

Campo elettrico

L'intensità del campo elettrico al suolo decresce rapidamente man mano che ci si allontana lateralmente dalla linea stessa ed è drasticamente schermato da qualsiasi oggetto anche leggermente conduttore.

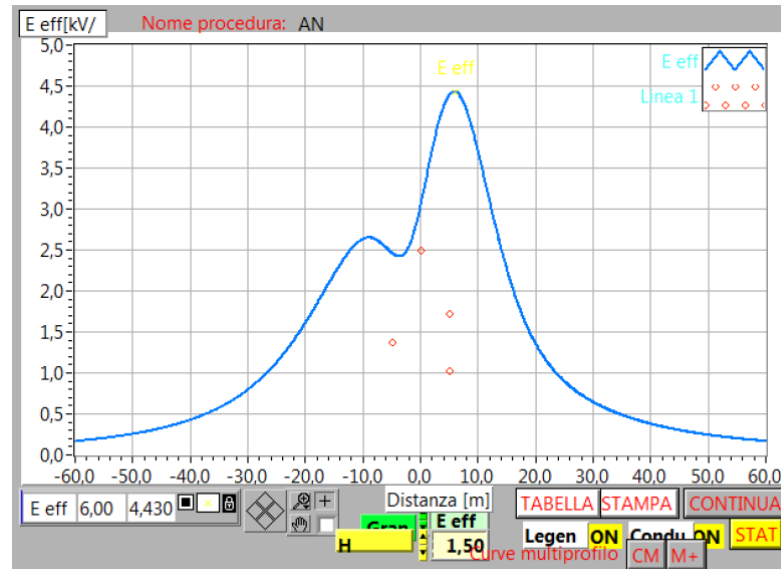
È opportuno rilevare che i valori dichiarati sono da intendersi come i massimi riscontrabili nelle condizioni ambientali e di esercizio più sfavorevoli; nella realtà, detti

valori sono sensibilmente ridotti in virtù delle seguenti considerazioni:

- *i dati si riferiscono alle condizioni di massima temperatura previste per il progetto delle linee (quindi massimo carico elettrico teorico ed elevata temperatura ambiente). In corrispondenza di queste si ha infatti il massimo allungamento per dilatazione termica dei conduttori e conseguentemente l'altezza sul suolo degli stessi risulta quella minima. Nelle normali condizioni di esercizio il franco verso terra dei conduttori è più elevato e pertanto i valori di campo sono conseguentemente minori;*
- *il campo elettrico al suolo è spesso ridotto a causa dell'effetto schermante esercitato da oggetti o strutture quali edifici, alberi, recinzioni, autoveicoli, ecc. Questi oggetti, in genere, perturbano il campo elettrico in modo da innalzarlo nelle zone sovrastanti gli oggetti stessi e da ridurlo nelle aree circostanti in prossimità del suolo;*
- *la perturbazione introdotta e, in particolare il grado della riduzione e l'area interessata dipendono dall'altezza e dalla forma dell'oggetto;*
- *gli edifici, oltre a produrre una riduzione del campo elettrico al suolo nelle loro vicinanze, schermano anche i loro ambienti interni.*

Nella figura 2, del presente fascicolo, è riportato il grafico dell'intensità del campo elettrico al suolo in funzione della distanza dall'asse della linea aerea, considerando un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 10 m. Il diagramma rappresenta il profilo laterale del campo elettrico sulla sezione trasversale dell'asse della linea aerea. Da esso si evidenzia che il massimo valore del campo elettrico, viene raggiunto in corrispondenza dei conduttori. In sintesi, come si evince dal grafico e dalla successiva tabella, il campo elettrico massimo al suolo che si può riscontrare sotto la linea in assenza di mezzi schermanti è pari a 4,50 kV/m.





Campo elettrico esterno sempre inferiore a 5 kV/m

Campo Magnetico

Con riferimento alle linee elettriche aeree, il valore massimo di induzione magnetica al suolo è variabile in funzione dell'intensità della corrente elettrica che percorre i conduttori, del tipo di sostegno e quindi della distanza fra i conduttori.

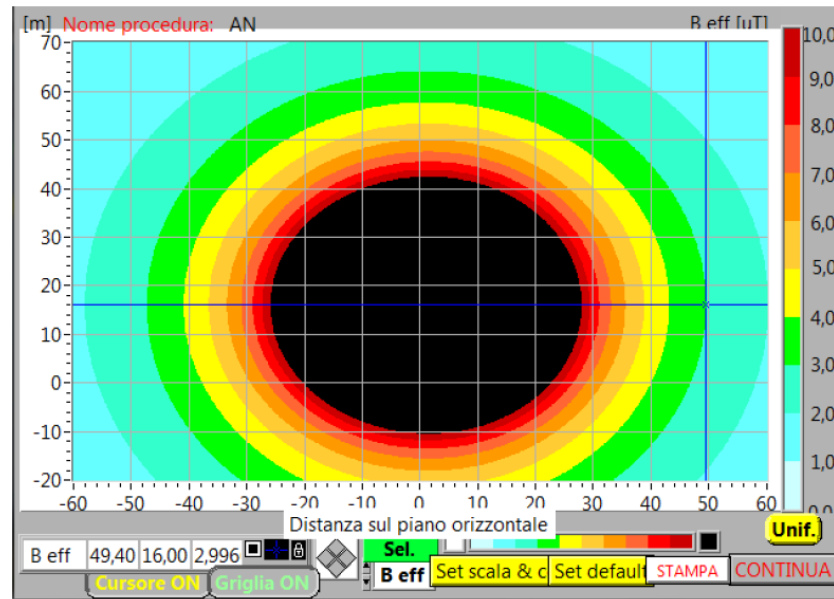
Come il campo elettrico, anche quello magnetico al suolo è correlato alla distanza dei conduttori da terra, diminuendo all'aumentare di questa, mentre varia in maniera direttamente proporzionale al valore di corrente.

Diversamente dal campo elettrico, quello magnetico viene solo in modesta misura schermato da eventuali costruzioni. I valori dell'induzione magnetica sono inoltre funzione della distanza del punto ricettivo rispetto alla linea e, pertanto, maggiore è questa distanza minore è il valore dell'induzione magnetica in quel punto.

Il grafico in figura 3, rappresenta i profili laterali del campo magnetico sulla sezione trasversale dell'asse della linea aerea. I calcoli del campo magnetico sono stati eseguiti con la corrente "a limite termico" così come previsto dalla norma CEI 11-60. Tale valore di corrente, per gli elettrodotti in esame, è pari a 2880 A. Come si evince dai suddetti grafici l'obiettivo di qualità di $3 \mu T$, valutato ad un metro da terra e con i conduttori ad un'altezza di 12 m dal piano campagna, viene rispettato ad una distanza dall'asse linea di circa 50 m (larghezza fascia di rispetto pari a 100 m).

Determinazione della fascia di rispetto

Nel caso in esame, nelle ipotesi di calcolo definite nel paragrafo 3 e con riferimento alla configurazione schematizzata in figura 1, le sezioni trasversali del cilindroide la cui superficie è caratterizzata da un valore di campo magnetico pari a $3 \mu T$ (obiettivo di qualità) risulta quella evidenziata nella figura seguente.



Larghezza semifascia $3 \mu\text{T} = 50 \text{ m}$

Larghezza totale fascia $3 \mu\text{T} = 100 \text{ m}$

Di conseguenza la DPA, valutata eventualmente cautelativamente nel caso peggiore in condizioni di sistema asimmetrico, risulta pari a circa 50 m.

9. RECETTORI

Sono stati mappati i recettori compresi in un buffer di 200 m dal perimetro dell'impianto e dalla futura SE Terna (elaborato MDC_REC.01). All'interno delle DPA calcolate non è presente nessun recettore sensibile.

10. CONCLUSIONI

Da quanto sinora esposto, si può concludere che non si riscontrano problematiche particolari. La determinazione delle fasce di rispetto è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Dalle analisi e considerazioni fatte si può desumere quanto segue:

- In sintesi, come si evince dalle analisi effettuate, il campo elettrico è sempre inferiore a 5 kV/m;
- Per i cavidotti in media tensione l'effetto si esaurisce all'interno dello scavo; a suolo l'induzione magnetica è inferiore a 3 μ T;
- Per i trasformatori di campo (BT/MT) presenti nell'area dell'impianto di generazione e nell'impianto di accumulo elettrochimico un valore di DPA pari a 7 m attorno al trasformatore garantisce valori di campo magnetico inferiori al limite consentito dalla legge. L'area presenterà una recinzione perimetrale e sarà accessibile solo agli addetti alla manutenzione dell'impianto ed al personale addetto alla conduzione delle colture agricole previste.
- I raccordi aerei AT 380 KV si trovano in prossimità dell'elettrodotto aereo esistente AT 380 kV; la DPA è pari a 50 m.

All'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Il D.Lgs del 9 aprile del 2008 n. 81, aggiornato dal D.Lgs 1° agosto 2016 n. 159, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, al Titolo VIII, capo IV, fissa i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz), come definiti dall'art 207, durante il lavoro.

All'art.207 si definiscono con il termine "campi elettromagnetici", campi elettromagnetici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz. Come detto in precedenza, gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica generano una frequenza di 50 Hz e tale valore è compreso nell'intervallo da 0 Hz a 300 GHz, stabilito dal D.Lgs 81/08.



Durante la fase di esercizio dell'impianto non è prevista la permanenza dei lavoratori all'interno dell'area d'impianto.

Nei casi in cui è prevista la presenza di lavoratori, ad esempio durante le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, i lavoratori dovranno rispettare quanto stabilito dal Documento di Valutazione dei Rischi (DVR). Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181 del D.Lgs 81/08, il datore di lavoro valuta tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori ed inoltre, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali e ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari.

Il DVR redatto ai sensi del D.Lgs 81/08 e ss. mm. ii. conterrà specifiche prescrizioni così da impedire l'esposizione dei lavoratori oltre i limiti di legge.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza complessiva pari a 42,213 MW, sito nel Comune di Montalto di Castro e delle opere connesse in comune di Manciano (GR), rispettano la normativa vigente.

