

REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI PALERMO

COMUNE DI CASTRONOVO DI SICILIA

LOCALITÀ GROTTICELLI

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 15,48 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 14,42 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE H - ELABORATI PROGETTUALI SISTEMA ELETTRICO

Elaborato:

RELAZIONE DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Nome file stampa:

FV.CST01.PD.H.08.pdf

Codifica Regionale:

RS12REL0013A0_RelazioneImpattoElettromagnetico

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.CST01.PD.H.08

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 5 S.r.l.

Piazza San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647371000



E-WAY 5 S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16647371000
PEC: e-way5sr@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 5 S.r.l.

Piazza San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16647371000



CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

FV.CST01.PD.H.08

00

07/2022

A.Tizzano

A.Bottone

A.Bottone

E-WAY 5 S.r.l.

Sede legale
Piazza San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way5sr@legalmail.it tel. +39 0694414500



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	2 di 25

INDICE

1	PREMESSA.....	8
2	INTRODUZIONE	9
3	UBICAZIONE ED ACCESSI.....	10
4	OGGETTO DELLA RELAZIONE	11
5	CAMPI ELETTROMAGNETICI: GENERALITÀ E RIFERIMENTI NORMATIVI	13
5.1	Generalità.....	13
5.2	Riferimenti Normativi	13
5.3	Metodologia di Calcolo del Campo Elettromagnetico	14
5.4	Valutazioni degli Effetti dei Campi Elettromagnetici	16
6	CARATTERISTICHE DEL CAMPO AGRO-FOTOVOLTAICO.....	19
7	DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE - “D.P.A”.....	24
8	CONCLUSIONI.....	25



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	3 di 25

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1. Inquadramento Generale su IGM</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Rappresentazione cavo ARE4H5E</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3. Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Dettaglio dell'andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5. Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6. Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV.....</i>	<i>24</i>



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	5 di 25



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	6 di 25

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1. Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro ...</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 2. Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 3. Risultati calcoli Elettrici</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 4. Caratteristiche meccaniche ed elettriche del Cavo in funzione della Sezione scelta</i>	<i>20</i>



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	7 di 25

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, sito in agro di Castronovo di Sicilia (PA), località Grotticelli.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 15,48 MWp e una potenza nominale di 14,42 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agro-fotovoltaico suddiviso in 4 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza nominale pari a 550 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV;
4. Linee elettriche a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Una linea elettrica a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la Futura Stazione Elettrica (SE) 380/150/36 kV.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 5 S.R.L., avente sede legale in Piazza San Lorenzo in Lucina, 4 - 00186 Roma (RM), P.IVA 16647371000.

2 INTRODUZIONE

Oggetto del presente studio è la descrizione dei criteri di calcolo dell'impianto elettrico necessario per l'interconnessione dell'impianto Agro-Fotovoltaico alla RTN.

La Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga *collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi – Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata.*

Avendo a disposizione la sezione a 36 kV nella nuova SE, non ci sarà bisogno di una SE Utente da condividere con altri produttori per la connessione ad uno stallo AT Terna.

Per quanto detto, il suddetto studio elettromagnetico sarà focalizzato sui quadri di Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV, in quanto l'emissione elettromagnetica di stazione sarà di competenza dell'Ente Gestore di Rete.

3 UBICAZIONE ED ACCESSI

Le opere di progetto ricadono tutte nel comune di Castronovo di Sicilia (PA). L'ubicazione complessiva delle opere e della SE 380/150/36 kV, si rileva dall'allegato FV.CST01.PD.B.01 – "Inquadramento generale su IGM e Coordinate":

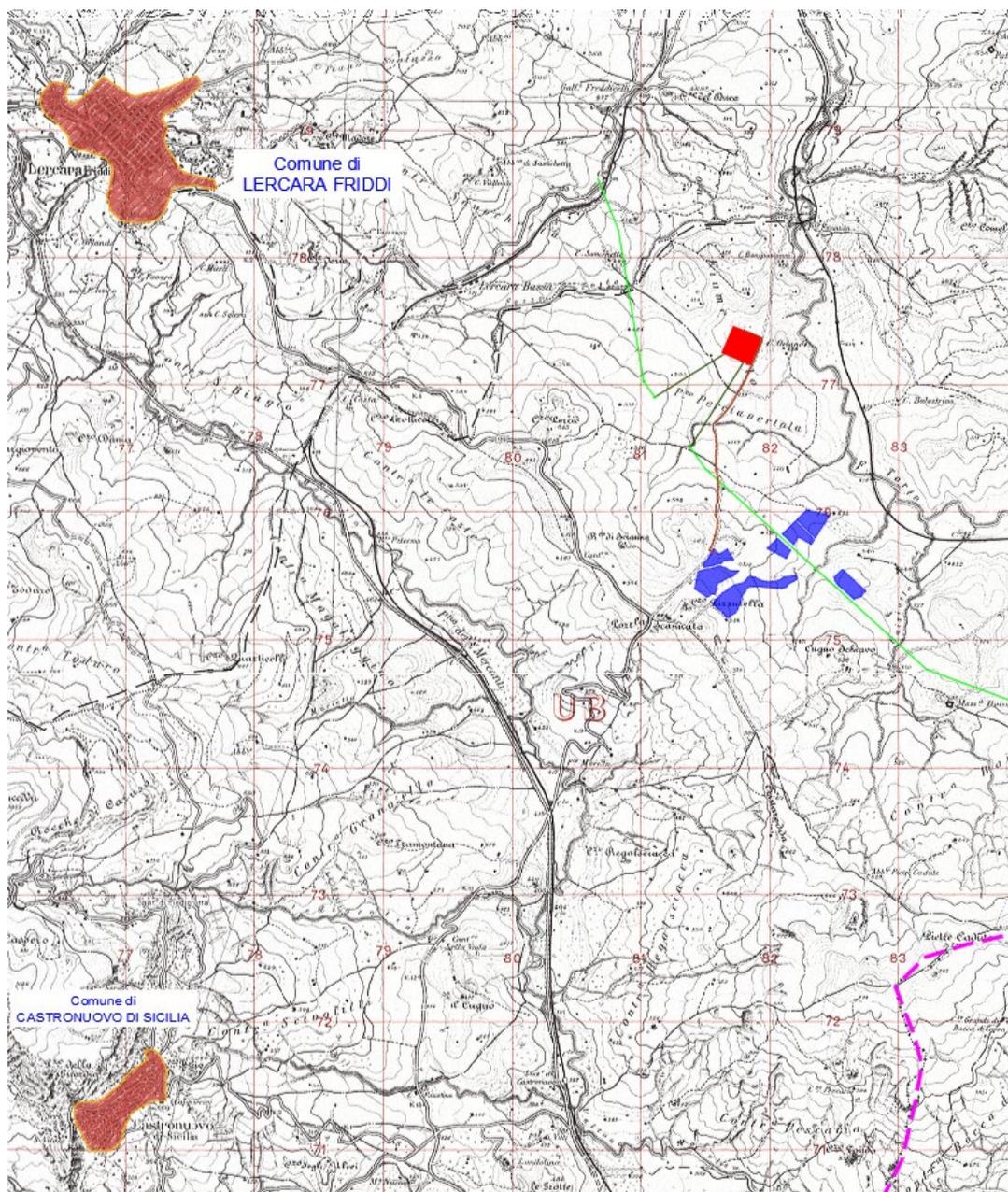


Figura 1. Inquadramento Generale su IGM

4 OGGETTO DELLA RELAZIONE

Il presente studio è stato redatto con l'obiettivo di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici che compongono l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica. In particolare, l'apparato elettrico individuato come potenziale sorgente di emissione elettromagnetica è:

- Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV;

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e interrato, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia; Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (D.P.A.).

Nel caso specifico del Campo Fotovoltaico, esso sarà costituito dall'insieme delle stringhe di moduli Fotovoltaici, dai quadri di stiva e dai rispettivi cavi elettrici in DC. Considerato che:

- tale sezione d'impianto ha un funzionamento in corrente continua;
- nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo, sono molto distanti dai confini dell'impianto;

La generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPPT da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Inoltre, nella certificazione dei *moduli fotovoltaici* alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	12 di 25

Analogamente, gli *inverter* effettuano la trasformazione della corrente continua in corrente alternata. Essi sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Il fornitore prima di immetterli sul mercato, verifica che possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa.

Alla luce delle considerazioni si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettromagnetico per l'impianto Fotovoltaico e per gli inverter delle Power Station, che quindi non saranno oggetto del presente studio.

5 CAMPI ELETTROMAGNETICI: GENERALITÀ E RIFERIMENTI NORMATIVI

5.1 Generalità

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono con la distanza. In particolare, il campo elettrico **E** generato dalle linee elettriche in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca), invece il campo magnetico **B** è invece associato alla corrente trasportata dalla linea.

Tuttavia, nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto.

5.2 Riferimenti Normativi

- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- **DPCM 8 luglio 2003** "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- **DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici);
- **CEI 11-17** "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo";
- **CEI 20-21** "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287);
- **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I";

- **CEI 211-4** “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.

5.3 Metodologia di Calcolo del Campo Elettromagnetico

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell’induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla 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-Savart per determinare l’induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l’induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, considerate simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- 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;
- 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 dettaglio, l’induzione magnetica **B** generata da N_r conduttori filiformi, numerati da 0 a $(N_r - 1)$, può essere calcolata mediante la seguente espressione:

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove:

- μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto;
- N_r è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3);
- i la corrente;
- C_k il conduttore generico;

- **d**l un suo tratto elementare;
- **r** la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Indicato con **Q** la posizione dell'osservatore, definiamo *sezione normale* il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con **P_k** il punto dove il generico conduttore **C_k** interseca la *sezione normale*, e con **i_k** la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse **z** nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i_z \vec{z} \times (\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k)}{|\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k|^2}$$

Per quanto riguarda invece il campo elettrico, non è in generale possibile, tranne che per configurazioni molto semplici, sviluppare procedure analitiche per il caso generale di strutture tridimensionali. Queste procedure sono basate sul principio delle cariche equivalenti semplificato: non si considera l'esatta distribuzione delle cariche sulle superficie dei conduttori e si suppone che esse siano concentrate al centro degli stessi, con una densità lineare di carica costante.

Per la determinazione delle cariche presenti sui diversi conduttori della linea ci si avvale del principio delle immagini, in base al quale un piano equipotenziale a potenziale nullo (quale si suppone essere il terreno) può essere simulato con una configurazione di cariche immagini, cioè di cariche di segno opposto a quelle che generano il campo e disposte specularmente rispetto al piano stesso. In particolare, il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \hat{u}_r$$

Dove:

- **λ** = densità lineare di carica sul conduttore;
- **ε₀** = permittività del vuoto;
- **d** = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo;
- **u_r** = versore unitario con direzione radiale al conduttore.

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili ai fini della presente analisi.

5.4 Valutazioni degli Effetti dei Campi Elettromagnetici

I possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici si possono distinguere tra effetti sanitari acuti, ed effetti cronici:

- *Effetti acuti (o di breve periodo)*, basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono, con margini cautelativi, la non insorgenza di tali effetti;
- *Effetti cronici (o di lungo periodo)*, privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

In Particolare, la Legge n.36/01 distingue:

Tabella 1. Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro

<i>Limiti di esposizione</i>	Valori di CEM (Campi Elettromagnetici) che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
<i>Valori di attenzione</i>	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
<i>Obiettivi di qualità</i>	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. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 che, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- *I limiti di esposizione*, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- *I limiti di esposizione*, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);

- *Le fasce di rispetto* per gli elettrodotti in AT.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in Tabella, confrontati con la normativa europea:

Tabella 2. Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE

Normativa	Limiti previsti	Intensità del campo di Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo Elettrico E (V/m)
DPCM	<i>Limite d'esposizione</i>	100	5000
	<i>Limite d'attenzione</i>	10	
	<i>Obiettivo di qualità</i>	3	
<i>Racc. 1999/512/CE</i>	<i>Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)</i>	100	5000

Il valore di attenzione di 10 μT si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3 μT si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μT per lunghe esposizioni e di 1000 μT per brevi esposizioni. Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA (*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente*), ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.CST01.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	18 di 25

alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: *"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio"* (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

6 CARATTERISTICHE DEL CAMPO AGRO-FOTOVOLTAICO

Il Campo Fotovoltaico è suddiviso come segue:

Tabella 3. Sintesi Impianto Agro-Fotovoltaico

	Sottocampo A	Sottocampo B	Sottocampo C	Sottocampo D
<i>Tipologia di Pannelli</i>	Hi-MO5m LR5 72HBD 550M			
<i>N° Pannelli x Stringa</i>	28			
<i>Applicazione</i>	Agro FV			
<i>N° Tracker/Stringhe</i>	132	307	279	287
<i>Totale Tracker/Stringhe</i>	1005			
<i>N° Pannelli</i>	3696	8596	7812	8036
<i>Totale Pannelli</i>	28140			
<i>N° QdS</i>	11	26	24	24
<i>Totale QdS</i>	85			
<i>Potenza [kWp]</i>	2032,8	4727,8	4296,6	4419,8
<i>Potenza Totale [MWp]</i>	15,48			
<i>Tipologia Inverter</i>	1800TL B690	1400TL B578	1400TL B690	1400TL B690
<i>N° Inverter x PS</i>	1	3	3	3
<i>N° Power Station (PS)</i>	4			
<i>Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 0,95$.</i>	1703,35	4727,8	4296,6	4419,8
<i>Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 0,95$</i>	119%	118%	107%	111%
<i>Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 0,95$</i>	13,70			
<i>Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 1$</i>	1793	4209	4209	4209
<i>Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 1$</i>	113%	112%	102%	105%
<i>Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 1$</i>	14,42			

Ogni Power Station effettua una trasformazione dalla corrente continua in corrente alternata in BT e successivamente, con l'ausilio di trasformatori elevatori si avrà un innalzamento di tensione a 36 kV.

Le Power Station presentano una configurazione "entra - esce" in modo tale da poter collegare diversi sottocampi dislocati geograficamente. Il collegamento fisico tra i cavi in MT interrati, in uscita dalle Power Station e la Stazione elettrica RTN, nella quale si ha la trasformazione 36/150 kV, è effettuato tramite una Cabina di Raccolta e Misura.

Per interconnettere le Power Station alla Cabina e successivamente per la connessione alla Stazione Elettrica RTN, verranno usati cavi del tipo **ARE4H5E - 20,8/36 kV** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttori interni ed esterni in mescola estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

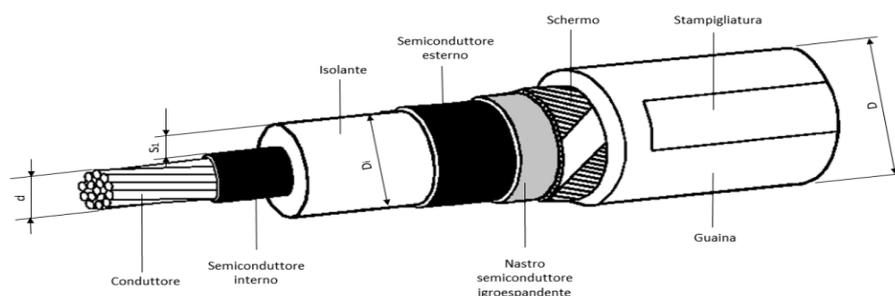


Figura 2. Rappresentazione cavo ARE4H5E

Le sezioni previste sono riportate di seguito:

Tabella 3. Risultati calcoli Elettrici

Tratta	A-B	B-CR	D-C	C-CR	Cavidotto
Sezione Cavo [mm ²]	185	185	185	185	185
Cavi in Parallelo	1	1	1	1	1
Portata Cavo I ₀ [A] ¹	321,00	321,00	321,00	321,00	321,00
Portata effettiva I _z [A]	279,98	279,98	279,98	279,98	279,98

In funzione del cavo scelto, si riporta nella tabella successiva le caratteristiche meccaniche ed elettriche:

Tabella 4. Caratteristiche meccaniche ed elettriche del Cavo in funzione della Sezione scelta

Sezione [mm²]	Diametro Conduttore d [mm]	Diametro sull'isolante Di [mm]	Diametro esterno nominale D [mm]	Massa indicativa del cavo [kg/km]	Resistenza a trifoglio @ 90 °C [Ω/ km]	Reattanza a trifoglio @ 50 Hz [Ω/ km]
185	16	32,6	40,7	1450	0,333	0,130

¹ Trifoglio, direttamente interrato, a $\rho = 1 \text{ K m / W}$

Di seguito una tabella riepilogativa con le perdite ricavate a partire dalle caratteristiche del cavo e dalla configurazione d'impianto:

Tabella 6. Perdite d'impianto

Tratta	A-B	B-CR	D-C	C-CR	Cavidotto
<i>Caduta di</i>	9,28 V	31,05 V	7,92 V	15,84 V	149,20 V
<i>Tensione</i>	0,03 %	0,09 %	0,02 %	0,04 %	0,41 %
<i>Potenza</i>	0,40 kW	4,46 kW	0,80 kW	3,19 kW	51,44 kW
<i>Dissipata</i>	0,02 %	0,07 %	0,02 %	0,04 %	0,36 %

Il calcolo dei campi elettrici e magnetici per le sbarre a 36 kV della Cabina di Raccolta è stato effettuato considerando i seguenti parametri geometrici:

- altezza delle sbarre: 1.6 m;
- distanza tra le sbarre: 0.37 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 300 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 20'784 V;

Al fine di ottenere una stima conservativa dell'esposizione ai campi elettromagnetici originati dall'impianto, si è considerato il valore di corrente al limite termico dei conduttori in luogo della corrente nominale di esercizio.

Nelle seguenti figure è riportato il valore del campo di induzione magnetica ed il campo elettrico in funzione delle distanze dei conduttori MT di cabina; i risultati ottenuti, tenendo conto delle fasce di rispetto di 3 μ T e di 5 kV/m, consentono di tracciare le DPA nell'intorno dei conduttori sopracitati.

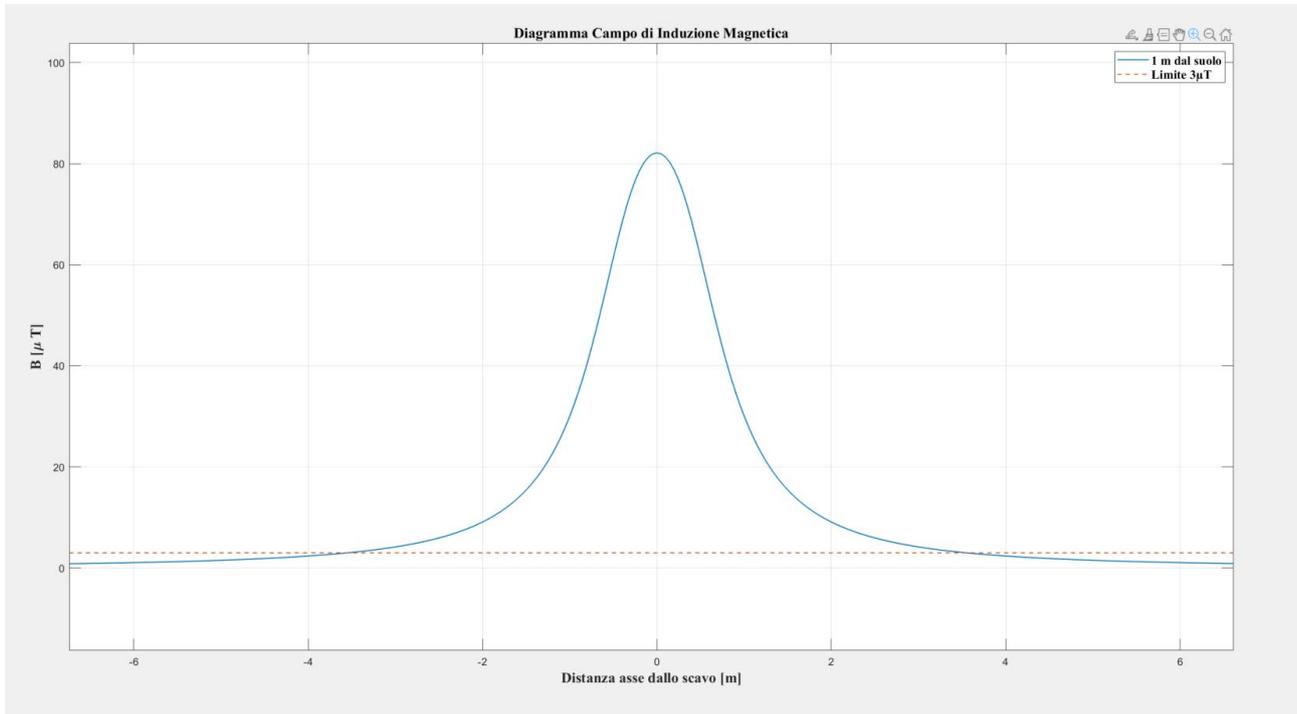


Figura 3. Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura

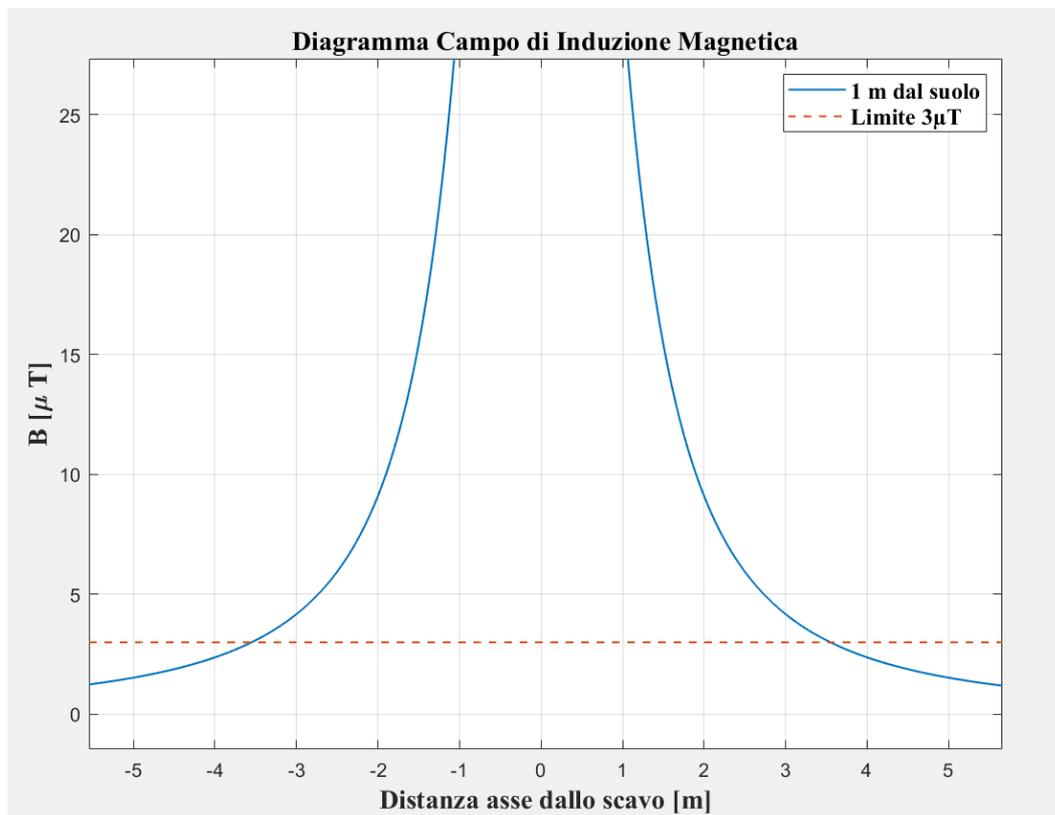


Figura 4. Dettaglio dell'andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura

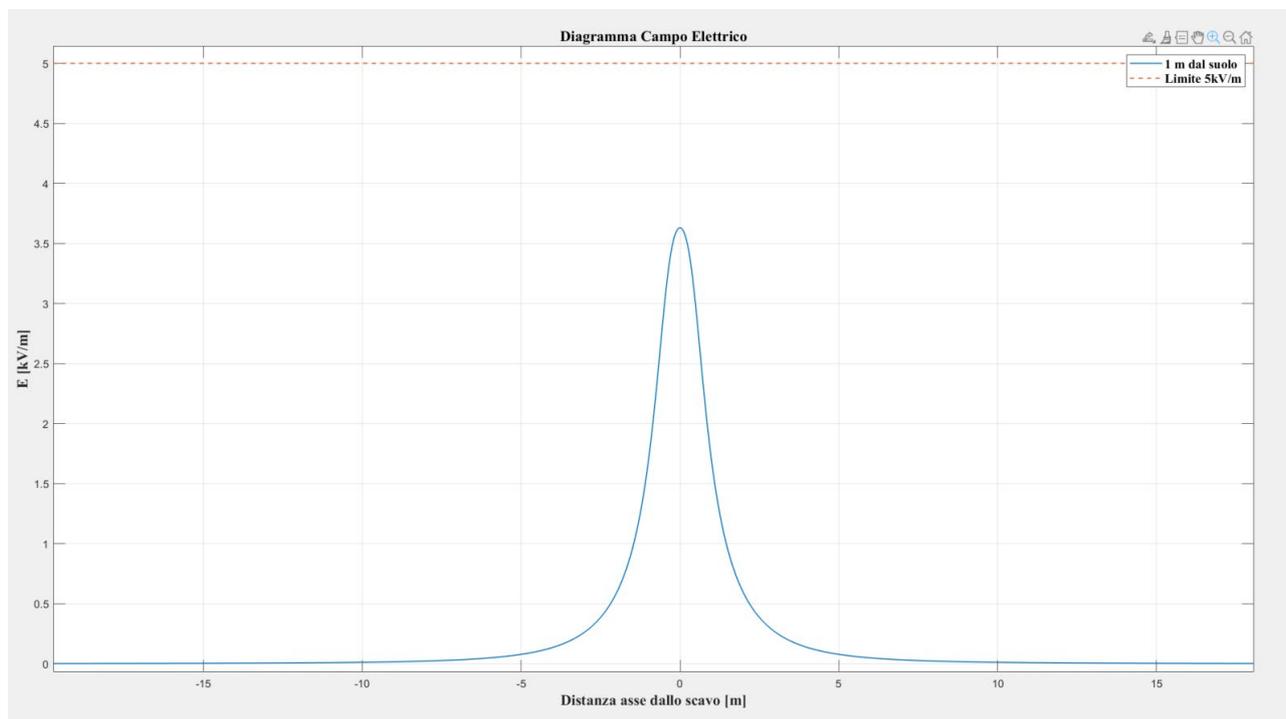


Figura 5. Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre a 36 kV - Cabina di Raccolta e Misura

come si evince dai diagrammi, per il campo elettrico a 36 kV in Cabina di raccolta si è sufficientemente al di sotto del limite di 5 kV/m. Mentre per il campo di induzione magnetica si stabilisce una distanza di prima approssimazione di 4 m, all'interno della quale si supera lo standard qualitativo indicato di 3 μ T.

7 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE - "D.P.A."

Nella seguente figura si riportano le DPA relativa alla Cabina di Raccolta e Misura:

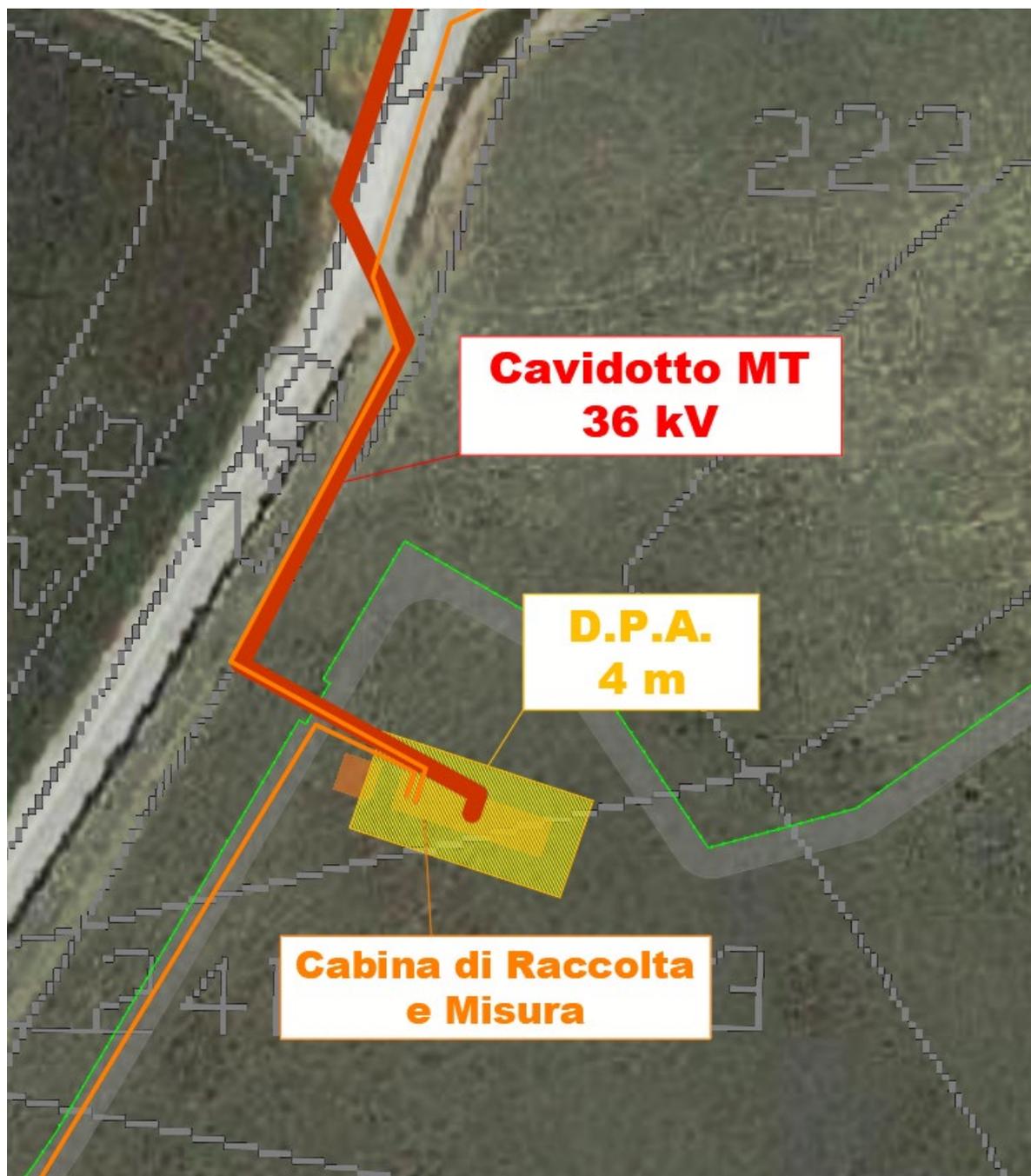


Figura 6. Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV

8 CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che tutte le aree caratterizzate da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di quantità sono asservite all'impianto agro-fotovoltaico o ricadono in aree utilizzate per l'esercizio dall'impianto medesimo. All'interno di tali aree remote non si riscontra la presenza di sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche previste dal presente progetto non costituiscono incrementano dei fattori di rischio per la salute pubblica rispetto alla situazione vigente.