

Comune di  
Foggia



REGIONE PUGLIA



Comune di  
Manfredonia (FG)



Proponente:

**PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL**

Via Vittor Pisani, 20 - 20124 MILANO

P.Iva 11389800969

Pec: [parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com](mailto:parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com)

Titolo del Progetto:

Progetto definitivo per la realizzazione di un Parco Fotovoltaico della potenza di picco pari a 77,052 MWp e potenza ai fini della connessione pari a 63 MW

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**24**

ID PROGETTO:

XK1J275

FORMATO:

A4

Elaborato:

Studio di impatto elettromagnetico

FOGLIO:

1

SCALA:

/

Nome file:

XK1J275\_24.Studio di impatto elettromagnetico

**Coordinamento Progetto:**



Via Santa Croce, 66  
Erchie (BR) 72020  
P.Iva 02415290747  
Pec: [ekoteksrl@pec.it](mailto:ekoteksrl@pec.it)

**Tecnici:**

Arch. Alfredo Masillo  
Ing. Antonio Mezzina  
Ing. Dino Distinto  
Geol. Giuseppe Masillo  
Arch. Giuseppe Manfredi



**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**

MEZZINA dott. ing. Antonio  
Via T. Solis 128 | 71016 San Severo (FG)  
Tel. 0882.228072 | Fax 0882.243681  
e-mail: [info@studiomezzina.net](mailto:info@studiomezzina.net)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Giugno 2021	PRIMA EMISSIONE	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
01	Agosto 2021	Incremento potenza	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
02	Ottobre 2021	Variazione elettrodotto dorsale	Ing. Merlino	Ing. Mezzina	WIRKON
03	Novembre 2023	Variazione impianto	Ing. M. Pompilio	Ing. Mezzina	WIRKON



PROPONENTE:

**PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL**

Sede Legale: Via Vittor Pisani, 20 - 20124 MILANO

PEC: [parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com](mailto:parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com)

C.F. e P.IVA 11389800969

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 77,052 MWp E POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 63 MW SITO NEL COMUNE DI MANFREDONIA, ALLA LOCALITÀ "MONACHELLE" NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.

## RELAZIONE TECNICA

### VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codice Progetto Regionale: XK1J275

Codice Pratica TERNA: 202000076



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA E OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEGGI, NORME E LETTERATURA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBIETTIVO E METODOLOGIA DI VERIFICA .....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>7</b>
<b>5. CASI STUDIO DI CUI CALCOLARE DPA E FASCE DI RISPETTO.....</b>	<b>11</b>
<b>6. CONCLUSIONI.....</b>	<b>31</b>



## 1. PREMESSA E OGGETTO

La presente relazione si riferisce al progetto dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla sua costruzione ed esercizio che la società **PARCO SOLARE MANFREDONIA S.R.L** intende realizzare nel Comune di **MANFREDONIA** (FG) alle località "**MONACHELLE**", e "**MACCHIA ROTONDA**". L'impianto fotovoltaico ha una potenza nominale di picco di **77,052 MW<sub>p</sub>** e potenza massima di immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di **63 MW**.

Questa relazione ha lo scopo di meglio dettagliare i dati di calcolo, i risultati ottenuti e le verifiche del rispetto dell'obiettivo di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003 così come richiesto in sede di valutazione dal Comitato Tecnico per la VIA.

## 2. LEGGI, NORME E LETTERATURA DI RIFERIMENTO

1. Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
2. 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".
3. 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";
4. DM 29 maggio 2008 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
5. DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne;
6. CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012);
7. CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni;
8. CEI 11-4;
9. CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV";



10. CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
11. 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”;
12. CEI 106 -12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT
13. CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”;
14. Rapporto CESI-ISMES A7034603 “Linee guida per l’uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0”;
15. Software della BiShielding MAGIC® – Magnetic Induction Calculation v. 1.8.5.0. Software per il calcolo dei campi magnetici generati da sorgenti di tipo elettrico, quali trasformatori, sistemi di linee elettriche, cabine MT/BT, buche giunti, blindosbarre, impianti elettrici. Strumento per l’analisi di impatto ambientale dei campi magnetici e per la determinazione delle fasce di rispetto per linee elettriche e cabine MT/BT, secondo quanto previsto dalla Legge Quadro n.36/2001 (esposizione ai campi magnetici della popolazione) e dal D.Lgs. 81/08 (valutazione dei rischi in ambiente lavorativo).
16. Rapporto CESI-ISMES A8021317 “Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie”.
17. e-distribuzione S.p.A. : Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08

### **3. OBIETTIVO E METODOLOGIA DI VERIFICA**

L’impianto fotovoltaico e le sue opere elettriche connesse, in bassa, media a alta tensione, come noto, sono sorgenti di emissione di campi elettrici e magnetici a frequenza industriale di 50 Hz (bassa frequenza: campo da 30 a 300 Hz).

Lo studio previsionale dei campi magnetici consiste essenzialmente nel determinare il valore di detto campo, attraverso la sua induzione magnetica (B: espressa in  $\mu\text{T}$ ), in prossimità delle opere elettriche dell’impianto oggetto di studio, e quindi verificare il rispetto dell’obiettivo di qualità stabilito dal D.P.C.M 8 luglio 2003, ossia verificare che il volume di detto campo, in cui l’induzione magnetica è maggiore di 3  $\mu\text{T}$ , non interessa luoghi in cui vi può essere la presenza di popolazione in maniera continuativa come ad esempio aree di gioco per l’infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici,



ambienti ospedalieri, penitenziari, centri commerciali e comunque luoghi in cui vi può essere la permanenza della popolazione per più di 4 ore al giorno (**aree sensibili**).

Per il campo elettrico è da osservare che nelle correnti applicazioni degli impianti elettrici il suo valore al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m tenendosi sempre ben al di sotto di detto valore. Per tale ragione, anche per la quale l'obiettivo di qualità è stabilito dal DPCM 8 luglio 2003 per il solo campo magnetico, esso non è solitamente considerato nelle valutazioni previsionali dei campi elettrici e magnetici.

Ai fini della verifica le norme di Legge e Tecniche si definiscono i seguenti due fondamentali parametri: La **DPA**, per le linee, è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (**Fig. 1**). Per le cabine secondarie (CS), Cabine Primarie (CP) e Sottostazioni (SSE) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della CS o dalla recinzione della CP o SSE stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

La Distanza di Prima Approssimazione (DPA) è determinata secondo i criteri del paragrafo 5.1.3 (Procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione) dell'Allegato al 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".

La **Fascia di Rispetto** è invece lo spazio circostante un 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 a **3  $\mu$ T** (obiettivo di qualità).

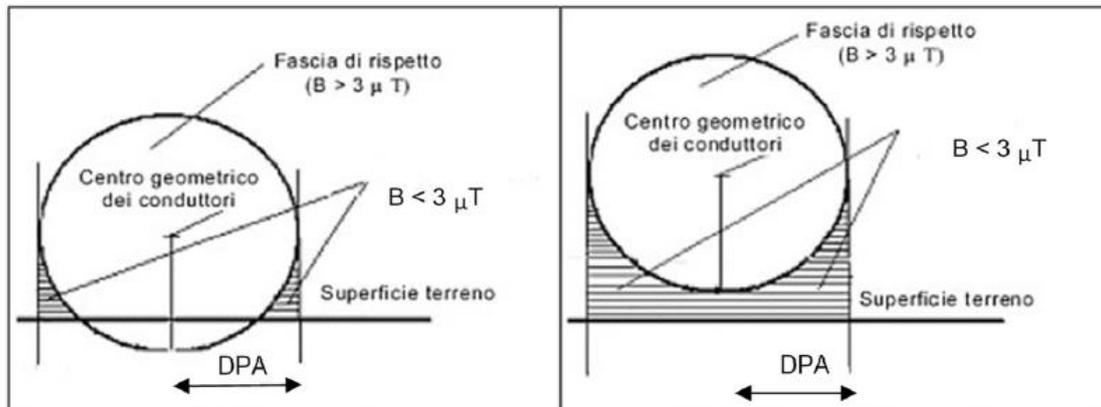


Fig. 1 Scheda di principio per la definizione della Fascia di rispetto e della DPA.

Da queste definizioni risulta evidente che:

1. la DPA è di fatto una “maggiorazione cautelativa”, ma di più semplice calcolo, della fascia di rispetto;
2. ***l’obiettivo di qualità è verificato se la DPA, o in maniera più rigorosa la fascia di rispetto, non interessa aree sensibili come sopra definite.***

Quindi la verifica del rispetto dell’obiettivo di qualità si riduce essenzialmente a determinare le DPA o, in modo più rigoroso, le fasce di rispetto degli elettrodotti, cabine secondarie, cabine primarie e sottostazioni e verificare che queste fasce non interessino aree sensibili.

[Come si analizzerà più oltre i casi studio saranno calcolati sia in riferimento alle DPA che alle fasce di rispetto.](#)

#### **Considerazione qualitativa fondamentale.**

L’impianto fotovoltaico, le sue cabine di conversione e trasformazione, l’elettrodotto MT 36 kV di collegamento alla cabina di sezionamento, la sottostazione satellite 36/380 kV della Stazione Elettrica RTN TERNA di Manfredonia, si sviluppano per la loro totalità in aperta campagna, lontano da aree sensibili come sopra definite. Pertanto, considerando le DPA o fasce di rispetto hanno, come si vedrà in seguito, estensione di pochi metri, risulta preliminarmente e qualitativamente evidente che le DPA non interessano aree sensibili.

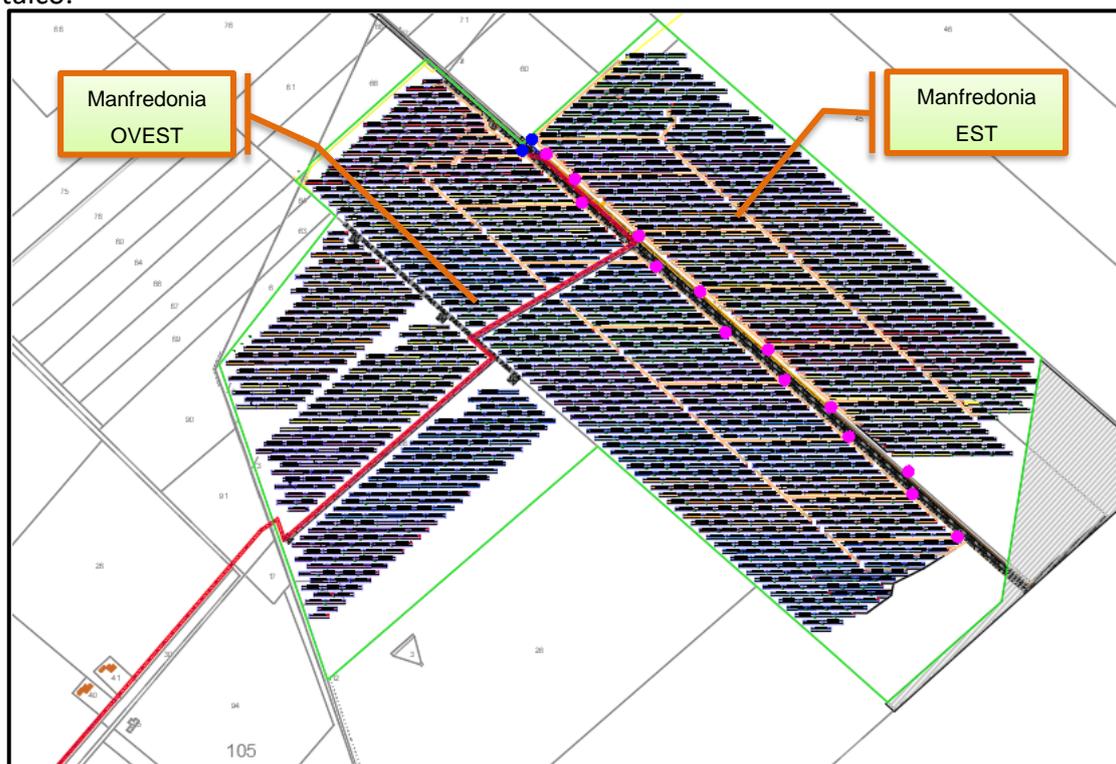
Il tracciato dell’elettrodotto dorsale di collegamento del campo fotovoltaico alla sottostazione, transita in soli 6 punti a distanza più ravvicinata ad aree ed edifici adibiti a case, abitazioni, opifici e depositi rurali. Tuttavia, anche in questi casi le DPA non interessano aree in cui vi può essere

la presenza di popolazione per più di 4 ore al giorno. Tali situazioni saranno evidenziate nel prosieguo della presente relazione.

#### 4. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO.

In questo paragrafo si riporta una descrizione generale e sintetica dell'impianto fotovoltaico e delle sue opere elettriche di connessione allo scopo di inquadrare da subito le sue caratteristiche generali e parametri ai fini del calcolo delle DPA e fasce di rispetto e quindi delle successive verifiche del rispetto dell'obiettivo di qualità.

Nel seguito di questa relazione si approfondiranno in dettaglio tutti gli aspetti tecnici dell'impianto fotovoltaico.



**Fig. 2. Layout impianto e tratto iniziale dell'elettrodotto dorsale (in rosso) su catastale.**

**Punti in magenta: cabine di conversione e trasformazione dei sottocampi rispettivamente del sotto impianto ovest ed est**

**Punti in blu: cabine di raccolta est ed ovest**

La centrale fotovoltaica si svilupperà su un'area complessiva lorda di circa **77ha 14a**, corrispondenti alla superficie dei fondi acquisiti.

La superficie effettivamente impegnata dal parco fotovoltaico, inclusa nel perimetro dei soli inseguitori ed interna alla viabilità di servizio, è invece di circa **63ha 50a** a cui corrisponde una densità di potenza pari a:



$$D = P / S = 77 / 63,50 = 1,21 \text{ MWp/Ha}$$

L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in **18** subcampi elettricamente indipendenti, raggruppati in due **Sottoimpianti** planimetricamente distinti (EST ed Ovest), e separati da una strada sterrata:

1. Il sottoimpianto EST (nel seguito **M\_E**), della potenza di circa **38,526 MWp**;
2. Il sottoimpianto OVEST (nel seguito **M\_O**), della potenza di circa **38,526 MWp**;

I vari subcampi dei due Sottoimpianti sono strutturati, mediante elettrodotti interrati in MT, in gruppi (sottocampi) collegati in serie che fanno capo alla Cabina di Raccolta di ciascun Sottoimpianto (rispettivamente **CdR\_O** e **CdR\_E**). Dalle due cabine di raccolta si diparte l'elettrodotto dorsale, costituito da 4 terne di cavi unipolari, che conferisce l'energia prodotta alla SSE.

Il sottoimpianto fotovoltaico "**M\_O**", della potenza di **38,526 MWp**, sarà a sua volta costituito da 9 subcampi fotovoltaici, direttamente afferenti alla Cabina di Raccolta CdR\_Ovest, situata nella zona nord del sottoimpianto, da cui si dipartirà un elettrodotto esterno che sarà collegato alle sbarre MT della cabina di sezionamento 36kV del produttore e da quest'ultima alla nuova SSE Satellite di Terna.

Il sottoimpianto fotovoltaico "**M\_E**", della potenza di **38,526 MWp**, sarà a sua volta costituito da 7 subcampi fotovoltaici, come identificati nell'immagine seguente mediante un identificativo alfabetico, direttamente afferenti alla Cabina di Raccolta CdR\_OVEST, situata nella zona nord del sottoimpianto, da cui si dipartirà un elettrodotto esterno che sarà collegato alle sbarre MT della cabina di sezionamento 36kV del produttore e da quest'ultima alla nuova SSE Satellite di Terna.

In definitiva l'impianto fotovoltaico, costituito dall'insieme dei due Sottoimpianti EST e OVEST, sarà caratterizzato da:

- 1) **137.592** moduli fotovoltaici della potenza di **560Wp** cadauno;
- 2) **378** quadri di stringa;
- 3) **5.292** stringhe da **26** moduli cadauna;
- 4) **18** cabine di conversione DC/AC e trasformazione bT/MT 0,690/36kV, con somma delle potenze nominali degli inverter pari a **64,400 MVA**, e somma delle potenze disponibili pari a **63,000MVA**;
- 5) **2** Cabine di Raccolta;
- 6) **18** sottocampi di potenza unitaria pari a 4.280,64 MWp per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a **77,052MWp**: l'impianto sarà regolato in modo tale che la potenza nel punto di immissione **NON SIA MAI SUPERIORE A 63,000 MVA**.



- 7) **1 elettrodotto** dorsale esterno, costituito da 4 terne MT 36kV, per la connessione alla Cabina di Sezionamento del produttore e successivamente alla nuova SSE Satellite 36/380 kV, di lunghezza pari a circa **17 km**.

Le **cabine di conversione e trasformazione** sono tutte ubicate all'interno della recinzione perimetrale dell'impianto fotovoltaico e ad una distanza da tale recinzione di alcune decine di metri. Internamente all'area recintata dell'impianto fotovoltaico, i collegamenti MT 36 kV tra le cabine di conversione e trasformazione sono realizzati con cavi interrati tripolari ad elica visibile con passo di 1m tipo ARE4H5EE di formazione 3x1x70 mm<sup>2</sup>.

Nella cabina di sezionamento e nella sottostazione satellite di trasformazione AT/MT le apparecchiature e sbarre AT 380kV sono ubicate completamente all'interno della sua recinzione. Le apparecchiature MT 36 kV e quelle BT 230/400 V sono ubicate all'interno dell'edificio della sottostazione. Nella **Fig. 3** è riportata la planimetria elettromeccanica della cabina di sezionamento 36kV del produttore e la SSE Satellite 36/380kV. La SSE Satellite 36/380kV è ubicata in prossimità della SE-RTN di TERNA alla località Macchia Rotonda del comune di Manfredonia, isolata rispetto ad aree abitate o adibite ad attività lavorative o produttive e in area isolata certamente dove non vi può essere la presenza di popolazione in modo continuativo o per più di 4 ore al giorno.



**Fig. 3.** Inquadramento su ortofoto delle opere di Rete: in blu, l'elettrodotto dorsale MT 36kV; in giallo cabina di sezionamento Produttore; in verde, l'elettrodotto 36kV per il collegamento alla nuova SE Satellite 36/380kV Terna; riquadrata in viola, la posizione della nuova SE satellite 36/380 kV.

## 5. CASI STUDIO DI CUI CALCOLARE DPA E FASCE DI RISPETTO.

Dalla dettagliata descrizione dell'impianto fotovoltaico, linea dorsale di collegamento alla cabina di sezionamento 36kV e sottostazione satellite 36/380kV medesima, sopra condotta si può facilmente desumere che ai fini della verifica dell'obiettivo di qualità le situazioni impiantistiche interessanti da analizzare sono essenzialmente:

1. linea dorsale MT 36 kV tra l'impianto fotovoltaico, cabina di sezionamento 36kV e la sottostazione satellite 36/380kV;

Ai fini della determinazione delle fasce di rispetto e delle DPA, il calcolo dell'induzione magnetica è stato effettuato in maniera analitica applicando la prima formula di Laplace, riferendosi ad un circuito generico filiforme percorso da una corrente  $i$  (Fig. 4):

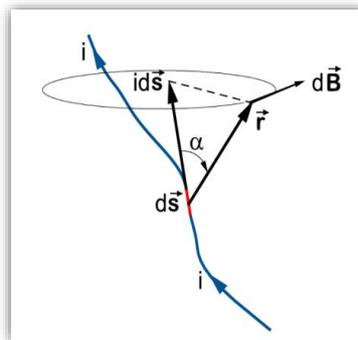


Fig. 4 Schema di campo magnetico

$$dB(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} i ds \times r \quad (1),$$

$i$  è il modulo della corrente che circola nel conduttore;

$ds$  è il vettore infinitesimo tangente al conduttore;

$r$  è il vettore posizione del punto in cui si vuole determinare il campo;

Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, valido anche per i fenomeni magnetici, si ottiene il valore del vettore  $B$  integrando lungo l'intero circuito percorso dalla corrente  $i$ :

$$B(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} i \oint_C ds \times r \quad (2)$$

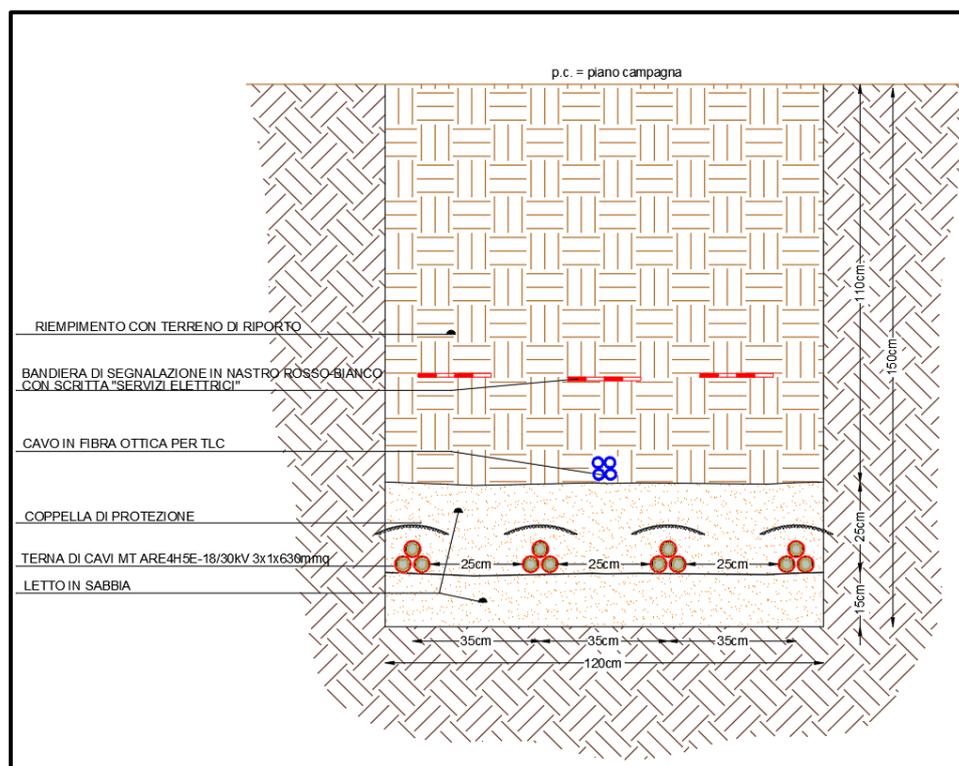
Nel caso particolare di filo rettilineo indefinito percorso da una corrente stazionaria  $i$  vale la Legge di Biot e Savart, che è un caso particolare della (1), sebbene dal punto di vista storico sia stato ricavato sperimentalmente prima della formulazione di Laplace:

$$B(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{s \times r}{r^2} i \quad (3)$$

Per il calcolo operativo ci si è avvalsi di un Software della BiShielding **MAGIC® – Magnetic Induction Calculation** **Versione 1.8.5.0**

### **DORSALE MT**

Come sopra accennato, la dorsale MT 36 kV tra l'impianto fotovoltaico e la sottostazione sarà realizzata con 4 terne di cavi interrati tipo ARE4H5E, ciascuna con formazione 3x1x630 mm<sup>2</sup>. Tali terne saranno interrate secondo lo schema riportato nella **Fig. 5**: profondità di interramento di 1,35m; distanza tra le superfici affacciate delle terne di 0,25m; disposizione dei cavi nella terna a trifoglio.



**Fig. 5 Particolare posa terne di cavi della dorsale MT.**

Le 4 terne della dorsale saranno impiegate due in parallelo per il sotto impianto ovest e due in parallelo per sotto impianto est. Nelle **Fig. 6** e **Fig. 7** sono riportate le correnti di linea su ciascuna terna rispettivamente in riferimento alla potenza massima di picco dell'impianto e alla potenza nominale massima di immissione nella RTN. Tuttavia, il calcolo della fascia di rispetto e della DPA saranno effettuati in riferimento alla portata massima di ciascuna terna secondo norma CEI 11-60 che è pari a **710A**.

SOTTOIMPIANTO						CARATTERISTICHE SETTORI				CARATTERISTICHE DEL CAVO	CADUTA DI TENSIONE max	PLOSS [kW]
	Subcampo	Denom. TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm <sup>2</sup> ]	NUMERO TERNE	Pot. Nominale [kWp]	Pot. Reale massima [kWp]	CORRENTE Reale Massima	CORRENTE Linea (max)	PORTATA		
								I <sub>SI</sub> [A]	I <sub>L</sub> [A]		I <sub>Z</sub> [A]	ΔU% (max) [%]
<b>DORSALE est</b>	CdR_EST-SSE	14300	630	2	38528	36.079	724,13	362,07	490,90	1,97%	358,5	
<b>DORSALE Ovest</b>	CdR_Ovest-SSE	14300	630	2	38528	36.079	724,13	362,07	490,90	1,97%	358,5	
					<b>Tot</b>	<b>77056</b>	<b>72.158</b>	<b>perdite totali massime</b>			<b>855,3</b>	
										<b>TOTALI max</b>	<b>2,45%</b>	<b>855,3</b>

Fig. 6 Correnti di servizio della dorsale in riferimento alla potenza massima di picco.

SOTTOIMPIANTO						CARATTERISTICHE SETTORI				CARATTERISTICHE DEL CAVO	CADUTA DI TENSIONE max	PLOSS [kW]
	Subcampo	Denom. TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm <sup>2</sup> ]	NUMERO TERNE	Pot. Reale massima [kWp]	CORRENTE Reale Massima	CORRENTE Linea (max)	PORTATA			
							I <sub>SI</sub> [A]	I <sub>L</sub> [A]		I <sub>Z</sub> [A]	ΔU% (max) [%]	
<b>DORSALE est</b>	CdR_EST-SSE	14300	630	2	31.533	632,89	316,45	490,90	1,72%	273,8		
<b>DORSALE Ovest</b>	CdR_Ovest-SSE	14300	630	2	31.533	632,89	316,45	490,90	1,72%	273,8		
					<b>Tot</b>	<b>63.066</b>	<b>perdite totali massime</b>			<b>686,0</b>		
										<b>TOTALI max</b>	<b>2,21%</b>	<b>686,0</b>

Fig. 7 Correnti di servizio della dorsale in riferimento alla potenza massima di immissione nella RTN.

Della dorsale è stato effettuato il calcolo dell'andamento dell'induzione magnetica su un piano esplorativo posto a quota piano di campagna (Fig. 8 e Fig. 9 rispettivamente per i dati di input e la curva risultante) e su un piano posto a 1,2m sopra il piano di campagna (Fig. 10 e Fig. 11 rispettivamente per i dati di input e la curva risultante) corrispondente a circa l'altezza media della statura di una persona.

Numero di linee   
 Corrente in modulo (A) e fase (Deg)  
 Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A)

**Linea2**  
 Corrente [A]   
 Fase [gradi]   
 Posizione linea Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]   
 Y [m]   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS  
 Distanza tra i conduttori d (m)

**Linea3**  
 Corrente [A]   
 Fase [gradi]   
 Posizione linea Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]   
 Y [m]   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS  
 Distanza tra i conduttori d (m)

**Linea4**  
 Corrente [A]   
 Fase [gradi]   
 Posizione linea Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]   
 Y [m]   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS  
 Distanza tra i conduttori d (m)

Induzione magnetica su un punto    Induzione magnetica su una linea    Induzione magnetica su un piano

Coordinata punto iniziale    Coordinata punto finale    Discretizzazione  
 x1     x2     Numero punti   
 y1     y2

Opzioni di visualizzazione

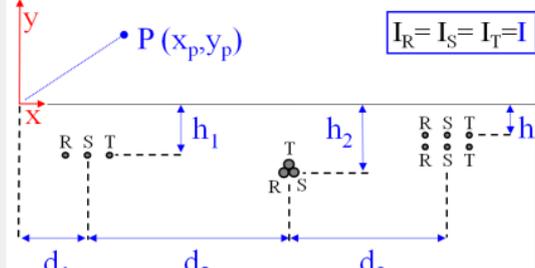

 $I_R = I_S = I_T = I$

Fig. 8. Dati di input calcolo dell'induzione magnetica su un piano posto a quota piano campagna (1,35m)

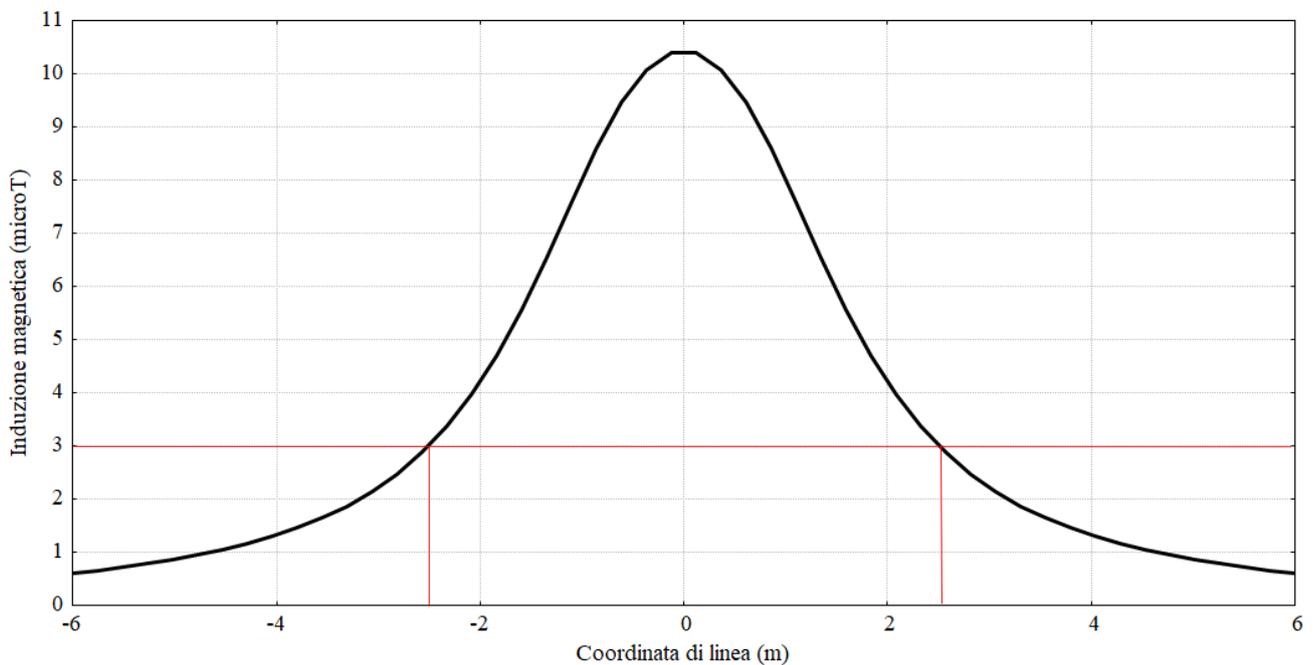


Fig. 9. Andamento dell'induzione magnetica su un piano posto a quota piano campagna

Numero di linee:   
 Corrente in modulo (A) e fase (Deg)  
 Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A)

**Linea2**  
 Corrente [A]:   
 Fase [gradi]:   
 Posizione linea: Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]:   
 Y [m]:   
 Distanza tra i conduttori d (m):   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS

**Linea3**  
 Corrente [A]:   
 Fase [gradi]:   
 Posizione linea: Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]:   
 Y [m]:   
 Distanza tra i conduttori d (m):   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS

**Linea4**  
 Corrente [A]:   
 Fase [gradi]:   
 Posizione linea: Tema\_a\_trifoglio  
 X [m]:   
 Y [m]:   
 Distanza tra i conduttori d (m):   
 RST  TSR  RTS  
 SRT  STR  TRS

**Induzione magnetica su un punto**  
 Coordinata punto iniziale: x1:  y1:   
 Coordinata punto finale: x2:  y2:   
 Discretizzazione: Numero punti:

**Induzione magnetica su una linea**

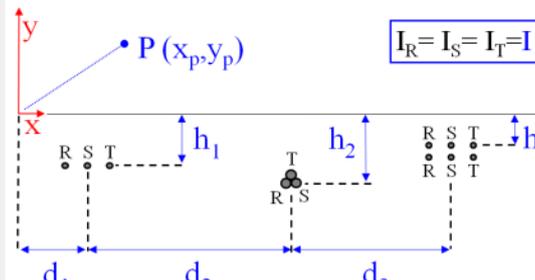
**Induzione magnetica su un piano**  


Fig. 10. Dati di input calcolo dell'induzione magnetica su un piano posto a 1,20m sopra quota piano campagna

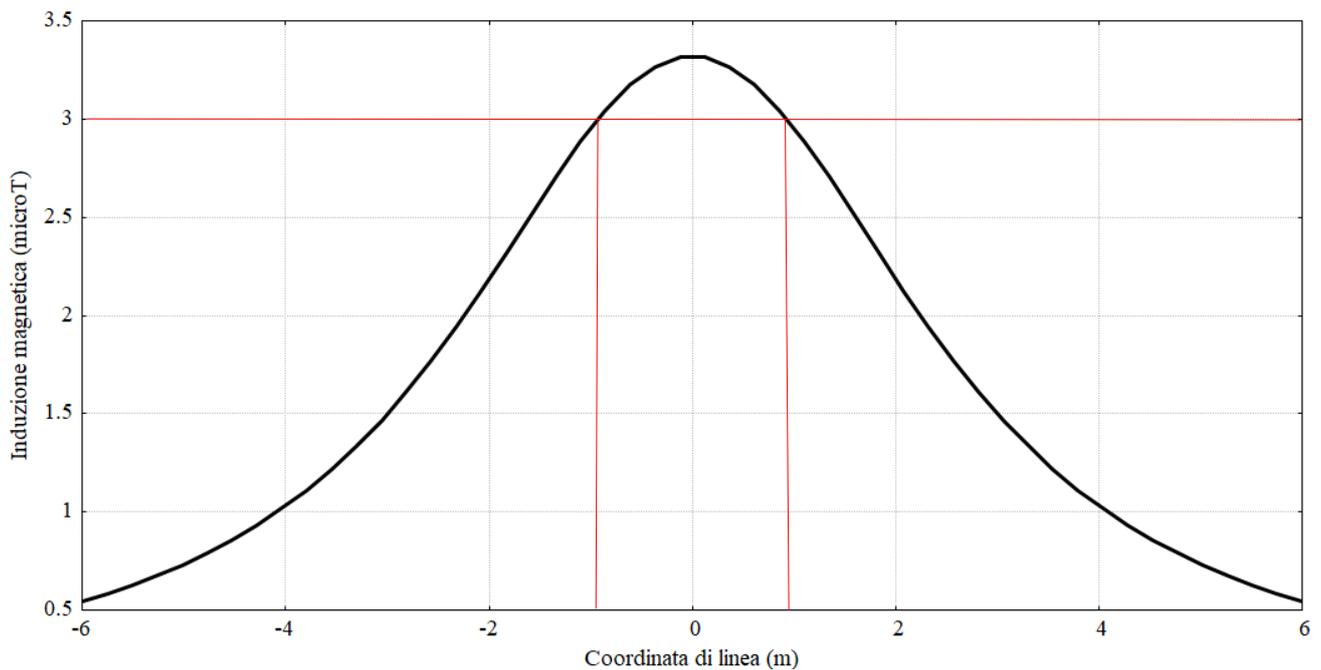


Fig. 11. Andamento dell'induzione magnetica su un piano posto a quota 1,20m da piano campagna

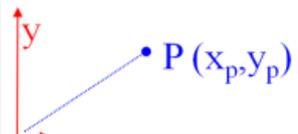
Il calcolo della DPA è stato eseguito determinando 4 punti sugli assi di riferimento X,Y a cui corrisponde una induzione di  $3\mu\text{T}$ . Tali punti sono qui di seguito esplicitati:

asse +X : 2,87 m, asse -X : -2,87m

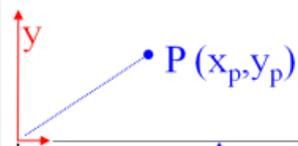
asse +Y : 2,69 m, asse -Y : -2,51m

di seguito lo screen shot con calcolo dell'induzione nei punti sopra indicati

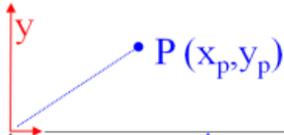
### punto +X

Numero di linee <input type="text" value="4"/> <input checked="" type="radio"/> Corrente in modulo (A) e fase (Deg) <input type="radio"/> Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A) <input type="button" value="OK"/>	<table border="1"> <tr> <td>Linea2</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="-0,183"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> <tr> <td>Linea3</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="0,183"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> <tr> <td>Linea4</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="0,549"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> </table>	Linea2	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Linea3	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Linea4	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Induzione magnetica su un punto Coordinate del punto P X (m) <input type="text" value="2,87"/> Y (m) <input type="text" value="0"/> Induzione magnetica nel punto P 3,008 $\mu\text{T}$	
Linea2	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														
Linea3	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														
Linea4	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														

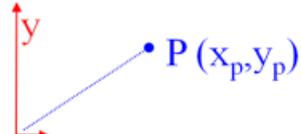
### punto -X

Numero di linee <input type="text" value="4"/> <input checked="" type="radio"/> Corrente in modulo (A) e fase (Deg) <input type="radio"/> Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A) <input type="button" value="OK"/>	<table border="1"> <tr> <td>Linea2</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="-0,183"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> <tr> <td>Linea3</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="0,183"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> <tr> <td>Linea4</td> <td>           Corrente [A] <input type="text" value="710"/>            Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> </td> <td>           Posizione linea            X [m] <input type="text" value="0,549"/>            Y [m] <input type="text" value="0"/> </td> <td>           Tema_a_trifoglio  <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS  <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS         </td> <td>           Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/> </td> </tr> </table>	Linea2	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Linea3	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Linea4	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	Induzione magnetica su un punto Coordinate del punto P X (m) <input type="text" value="-2,87"/> Y (m) <input type="text" value="0"/> Induzione magnetica nel punto P 3,008 $\mu\text{T}$	
Linea2	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														
Linea3	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														
Linea4	Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/>	Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>														

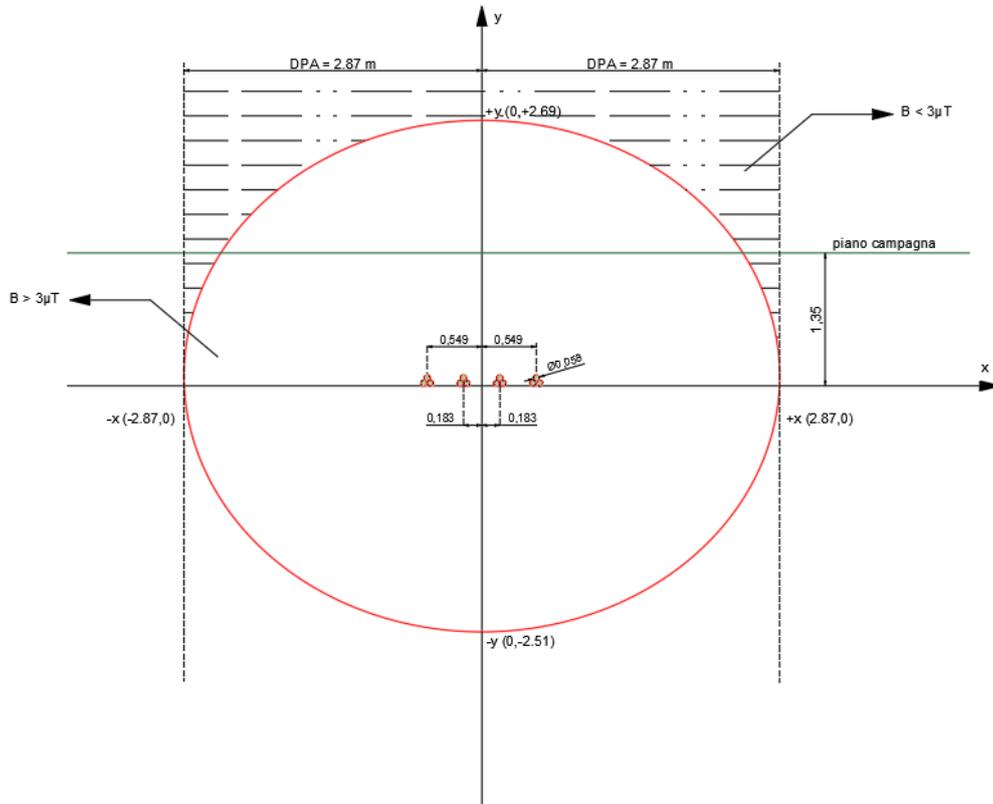
### punto +Y

Numero di linee <input type="text" value="4"/> <input checked="" type="radio"/> Corrente in modulo (A) e fase (Deg) <input type="radio"/> Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A) <input type="button" value="OK"/>	<b>Linea2</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	<b>Linea3</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	<b>Linea4</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	Induzione magnetica su un punto    Induzione magnetica su una linea    Induzione magnetica su un piano			
Coordinate del punto P X (m) <input type="text" value="0"/> Y (m) <input type="text" value="2,69"/>	Induzione magnetica nel punto P 3,003 $\mu\text{T}$			

### punto -Y

Numero di linee <input type="text" value="4"/> <input checked="" type="radio"/> Corrente in modulo (A) e fase (Deg) <input type="radio"/> Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A) <input type="button" value="OK"/>	<b>Linea2</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="-0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input checked="" type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	<b>Linea3</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,183"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input checked="" type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	<b>Linea4</b> Corrente [A] <input type="text" value="710"/> Fase [gradi] <input type="text" value="120"/> Posizione linea X [m] <input type="text" value="0,549"/> Y [m] <input type="text" value="0"/>	Tema_a_trifoglio <input checked="" type="radio"/> RST <input type="radio"/> TSR <input type="radio"/> RTS <input type="radio"/> SRT <input type="radio"/> STR <input type="radio"/> TRS	Distanza tra i conduttori d (m) <input type="text" value="0,058"/>	
	Induzione magnetica su un punto    Induzione magnetica su una linea    Induzione magnetica su un piano			
Coordinate del punto P X (m) <input type="text" value="0"/> Y (m) <input type="text" value="-2,51"/>	Induzione magnetica nel punto P 3,020 $\mu\text{T}$			

Nella seguente **Fig. 12** sono riportati i risultati del calcolo della DPA della dorsale.

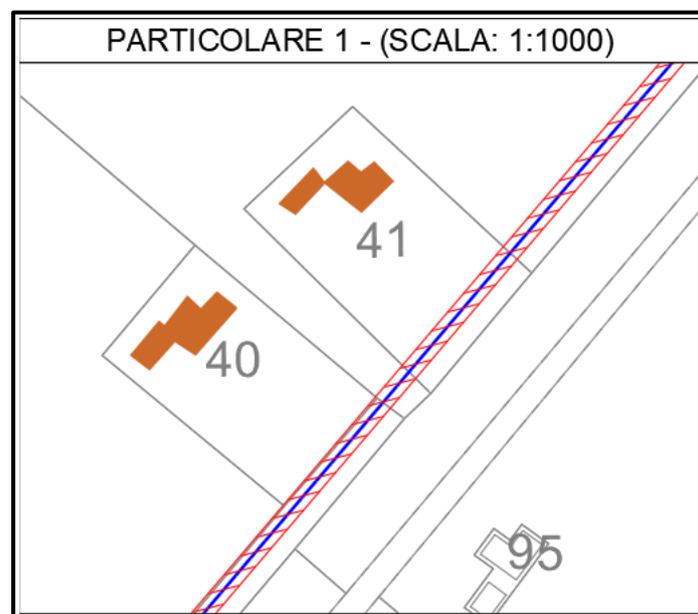


**Fig. 12.** DPA per la dorsale di collegamento tra impianto fotovoltaico e sottostazione.

## **VERIFICA INTERFERENZA DELLE DPA CON LE AREE SENSIBILI**

Come sopra accennato, il tracciato dell'elettrodoto dorsale di collegamento del campo fotovoltaico alla cabina di sezionamento 36kV e SE satellite 36/380kV , transita in soli 6 punti a distanza più ravvicinata ad aree ed edifici adibiti a case e depositi rurali. Tuttavia, anche in questi casi le DPA non interessano aree in cui vi può essere la presenza di popolazione per più di 4 ore al giorno. Tali situazioni sono qui di seguito evidenziate.

### **Situazione 1**

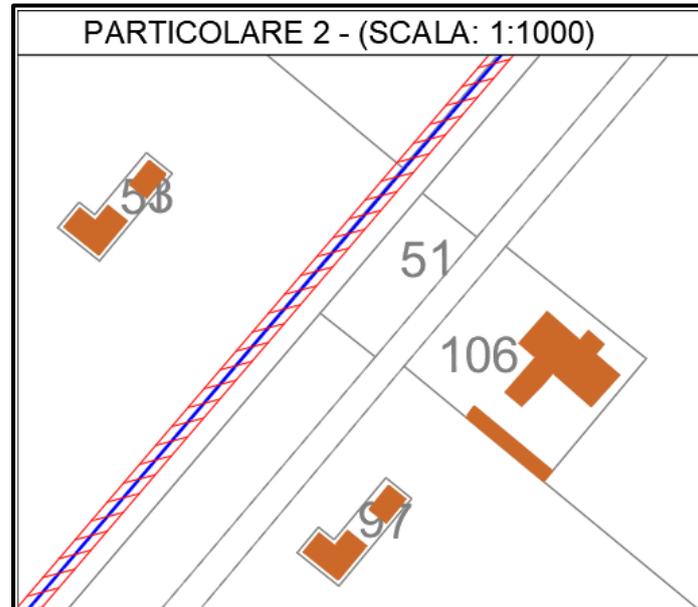


**Fig. 13.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di :

- due edifici catastalmente individuati rispettivamente al foglio 89 p.lle 40 e 41 del N.C.T. del comune di Manfredonia, entrambe di categoria "Seminativo" con graffato edificio rurale.
- un edificio individuato catastalmente al foglio 105 p.lle 95 del N.C.T. del comune di Manfredonia con categoria "F02" (unità collabenti).

Si noti che la DPA non interessa i già menzionati edifici e che gli stessi essendo di tipo rurale e fatiscenti non si prevede in essi la permanenza di popolazione per più di 4 ore al giorno.

### Situazione 2

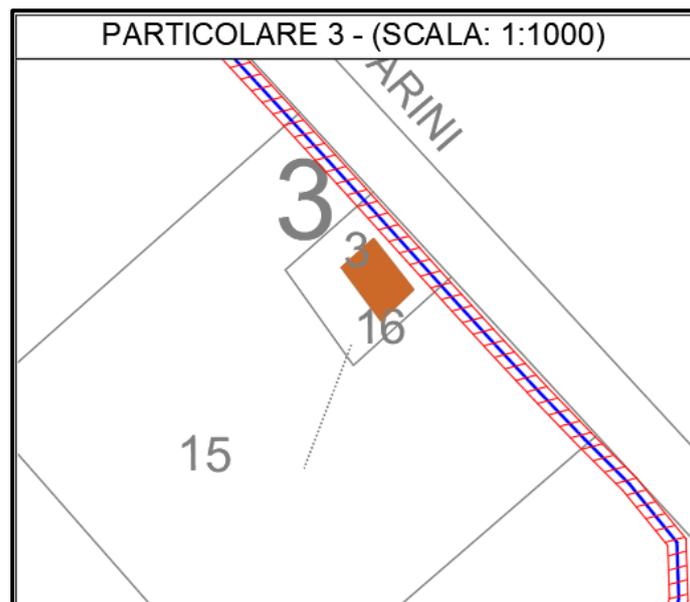


**Fig. 14.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di:

- un edificio catastalmente individuato al foglio 89 p.lle 53, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "F02" (unità collabenti).
- un edificio catastalmente individuato al foglio 105 p.lle 97 del N.C.T. del comune di Manfredonia con categoria "F02" (unità collabenti).
- un edificio catastalmente individuato al foglio 105 p.lle 106 del N.C.T. del comune di Manfredonia, rispettivamente "A04" (abitazione di tipo popolare).

Si noti che la DPA non interessa i già menzionati edifici.

### Situazione 3

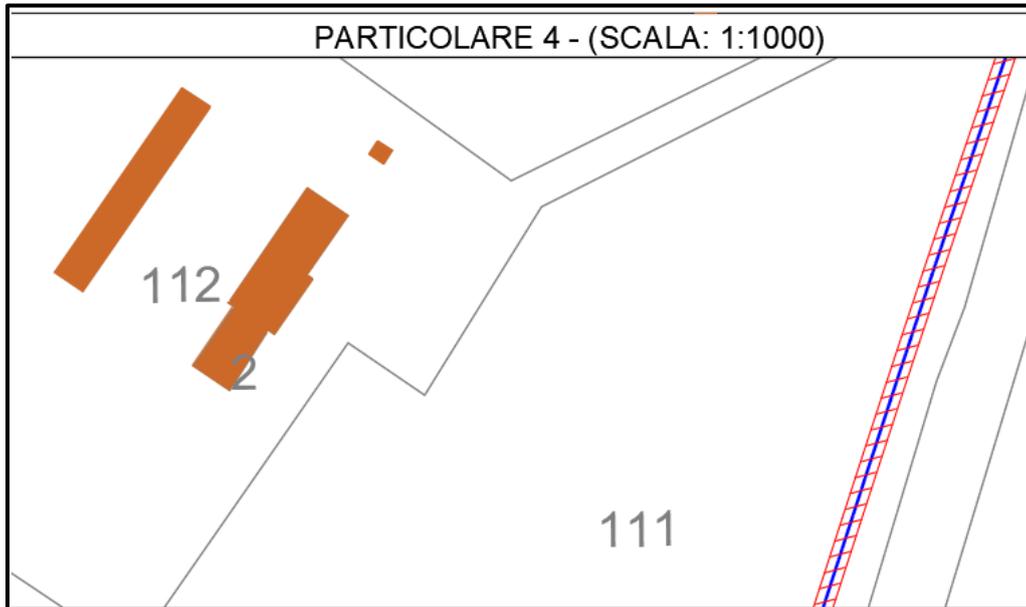


**Fig. 15.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di :

- un edificio catastalmente individuato al foglio 105 p.lle 16, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "F02" (unità collabenti).

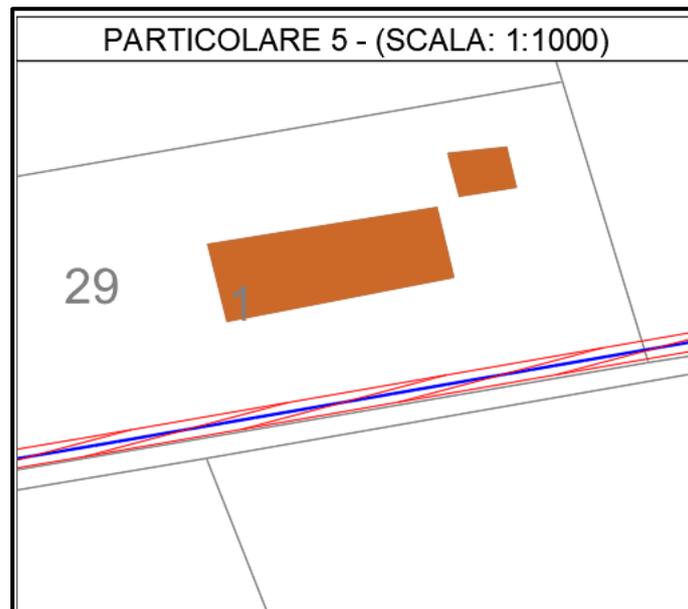
Si noti che la DPA non interessa il già menzionato edificio.

#### Situazione 4



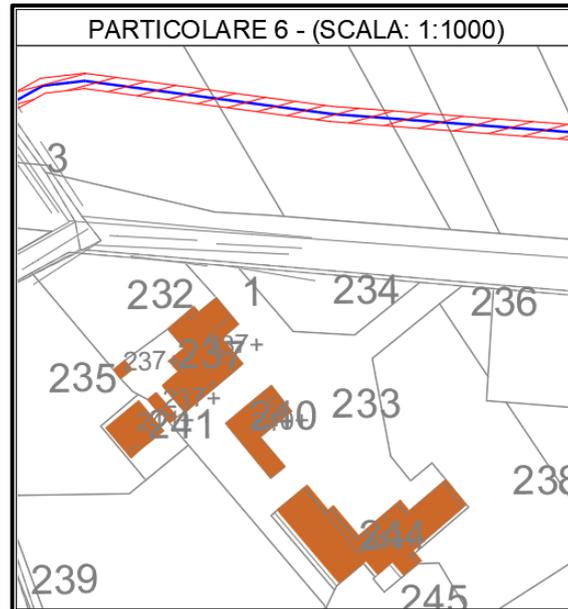
**Fig. 16.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di:  
- un edificio catastalmente individuato al foglio 124 p.lle 112, del N.C.T. del comune di Manfredonia, rispettivamente con categoria "A04" (abitazione di tipo popolare).  
Si noti che la DPA non interessa il già menzionato edificio.

#### Situazione 5



**Fig. 17.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di:  
- un edificio catastalmente individuato al foglio 125 p.lle 29, del N.C.T. del comune di Manfredonia, rispettivamente con categoria "D10" (fabbricato rurale).  
Si noti che la DPA non interessa il già menzionato edificio.

## Situazione 6



**Fig. 18.** La dorsale transita rispettivamente in prossimità di:

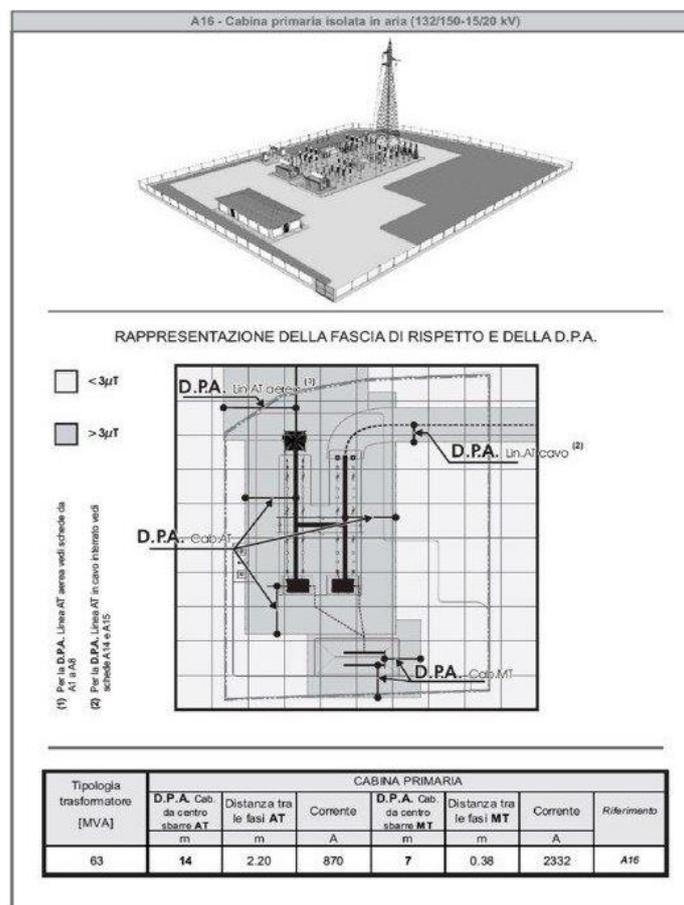
- un edificio catastalmente individuato al foglio 139 p.lle 240, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "F02" (unità collabenti)
- un edificio catastalmente individuato al foglio 139 p.lle 241, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "A04" (abitazione di tipo popolare).
- un edificio catastalmente individuato al foglio 139 p.lle 237, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "A04" (abitazione di tipo popolare).
- un edificio catastalmente individuato al foglio 139 p.lle 237, del N.C.T. del comune di Manfredonia, con categoria "A04" (abitazione di tipo popolare).

Si noti che la DPA non interessa i già menzionati edifici.

## 6. CONCLUSIONI.

Come evidente dai grafici sopra riportati, in tutti i casi indagati il campo di induzione magnetica, riferita all'elettrodotto dorsale MT, determina delle DPA e fasce di rispetto che in nessun caso interessa aree sensibili intese come parchi giochi, scuole, abitazioni, ospedali, penitenziari e comunque aree ed edifici in cui vi può essere la permanenza di popolazione per più di 4 ore al giorno.

Analoga considerazione si può fare per l'intero campo fotovoltaico, e la sottostazione di trasformazione MT/AT 36/380 kV. Per quest'ultima, senza entrare nello specifico di calcoli complessi e laboriosi, dalla letteratura tecnica si evince che le DPA riferite alla parte AT sono dell'ordine di 14m mentre quelle riferite alla parte MT sono dell'ordine di 7m (Vedi **Fig. 19**).



**Fig. 19. Cabina primaria MT/AT**

Con queste estensioni, le DPA restano quasi totalmente confinate all'interno della recinzione perimetrale della sottostazione o al massimo sono ad essa esterne di pochi metri. Anche nella peggiore delle ipotesi in cui tali fasce fossero totalmente esterne alla recinzione perimetrale, si avrebbe una DPA esterna massima di una quindicina di metri. In tal caso la DPA finisce comunque con il NON INTERESSARE, aree sensibili come sopra definite.



**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**  
MEZZINA dott. ing. Antonio  
Via T. Solis, 128 - 71016 San Severo (FG)  
P. IVA 02037220718  
☎ 0882-228072 / ☎ 0882-243651  
✉: [info@studiomezzina.net](mailto:info@studiomezzina.net)



**Per tutto quanto sopra analizzato, possiamo concludere che per tutte le parti dell'impianto fotovoltaico analizzato sono rispettati *gli obiettivi di qualità* di cui al D.P.C.M. 8 luglio 2003.**

San Severo, Luglio 2023

**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**

Ing. MEZZINA Antonio

