

PROPONENTE:

# AMBRA SOLARE 5 S.R.L.

ROMA (RM) VIA VENTI SETTEMBRE 1 CAP 00187 ambrasolare5srl@legalmail.it


## REGIONE MOLISE PROVINCIA DI CAMPOBASSO

**COMUNE DI URURI (CB)- SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)- ROTELLO (CB)**

**Oggetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO CON POTENZA DI PICCO PARI A 61.8 MWp e POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 50 MW, UBICATO NEI COMUNI DI URURI (CB), SAN MARTINO IN PENSILIS (CB) E OPERE CONNESSE RICADENTI NEL COMUNE DI ROTELLO (CB)**

**ELABORATO: RELAZIONE TECNICO ELETTRODOTTO MT**

**PROGETTAZIONE: I-PROJECT S.R.L.**

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
| <b>ELABORATO:</b><br><b>E-6</b> | <b>Elaborato da:</b><br>Ing. Andrea Dovidio  | <b>Approvato da:</b><br>Arch. Antonio Manco<br> |
| <b>SCALA:</b>                   | <b>Verificato da:</b><br>Ing. Andrea Dovidio |  |
| <b>DATA:</b><br>Settembre 2021  |  |  |

|                            |                |                |
|----------------------------|----------------|----------------|
| <b>Prot. int. n°:</b> 0101 | <b>Rev.:</b> 0 | <b>Mod.:</b> 0 |
| Pratica: Ururi             | Archivio File: |                |

SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO



Consulenza, Progettazione e Sviluppo Impianti ad Energia Rinnovabile

Sede Legale: Via Del Vecchio Politecnico, 9 - 20121 Milano (MI) - P.IVA 11092870960-PEC: [i-project@legalmail.it](mailto:i-project@legalmail.it)

Sede Operativa: Via Bisceglie n° 17 - 84044 Albanella (SA) -mail:a.manco@iprojectsrl.com- Cell: 3384117245

## INDICE

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | PREMESSA .....                                  | 2  |
| 2   | RIFERIMENTI NORMATIVI .....                     | 3  |
| 3   | CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA .....                | 4  |
| 3.1 | Caratteristiche delle UtENZE.....               | 4  |
| 3.2 | Caratteristiche della Rete di Connessione ..... | 4  |
| 4   | INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....                | 6  |
| 5   | QUADRO NORMATIVO NAZIONALE .....                | 8  |
| 6   | IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....                      | 10 |
| 7   | ANALISI IMPIANTO .....                          | 11 |
| 8   | CONCLUSIONI .....                               | 15 |

## 1 PREMESSA

La presente relazione fa riferimento alla realizzazione di una nuova connessione a servizio di un impianto fotovoltaico da circa 61,8 MW da realizzare nel comune di Ururi e San Martino in Pensilis (CB) e relativa connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) presso la Sotto Stazione Elettrica (SSE) "Rotello" sita nel Comune di Rotello (CE).

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione 150kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Rotello, previo ampliamento della stessa, come riportato sul preventivo di connessione emesso da TERNA con oggetto: *Codice Pratica: 202002420 – Comune di Ururi (CB) – Preventivo di connessione.*

Lo stesso sarà realizzato lungo il percorso riportata nell'elaborato "B-12 - PLANIMETRIA DEI TRACCIATI PRINCIPALI ELETTRODOTTO INTERRATO MT E AT".

La connessione sarà realizzata mediante tre linee MT completamente interrate per il collegamento delle "6 Aree" in cui è suddiviso l'impianto alla Sottostazione Utente MT/AT da realizzare nel comune di Rotello (CB). Dalla Sottostazione Utente MT/AT alla Sottostazione Terna la connessione avverrà mediante elettrodotto in antenna a 150 kV (AT).

La lunghezza totale delle tre linee MT interrate è di circa 40 Km, mentre l'elettrodotto in antenna ha una lunghezza di circa della 300 m.

Le opere previste nel presente progetto sono di pubblica utilità, urgenti ed indifferibili e costituiscono opere di urbanizzazione primaria.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti ed i singoli componenti saranno realizzati a regola d'arte (Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37). Le caratteristiche degli impianti e dei relativi componenti devono corrispondere alla normativa ed alla legislazione vigente alla data del contratto; tale conformità si intende riferita alle norme tecniche emanate dal C.E.I., dall'U.N.I., nonché nel rispetto della legislazione attualmente in vigore.

Per quanto riguarda l'aspetto tecnico, le linee elettriche devono essere progettate, costruite ed esercite secondo le norme elaborate dal Comitato Tecnico 11 del Comitato Elettrotecnico Italiano le quali costituiscono disposizioni di legge. I riferimenti legislativi sono:

- Norma CEI 11-17 luglio 1997: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - linee interrate";
- Norme del Ministero dell'Interno per quanto attiene le disposizioni di sicurezza antincendio;
- Decreto Legislativo 22 febbraio 2001, n. 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- Norma CEI 11-8 dicembre 1989: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – impianti di terra e successive varianti";
- Norma CEI 103-6 dicembre 1997: "Protezione delle linee di telecomunicazioni dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto".
- Norma CEI 0-16 luglio 2007: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica".
- Specifica tecnica E-DISTRIBUZIONE DG2092 ed. 3

## **3 CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA**

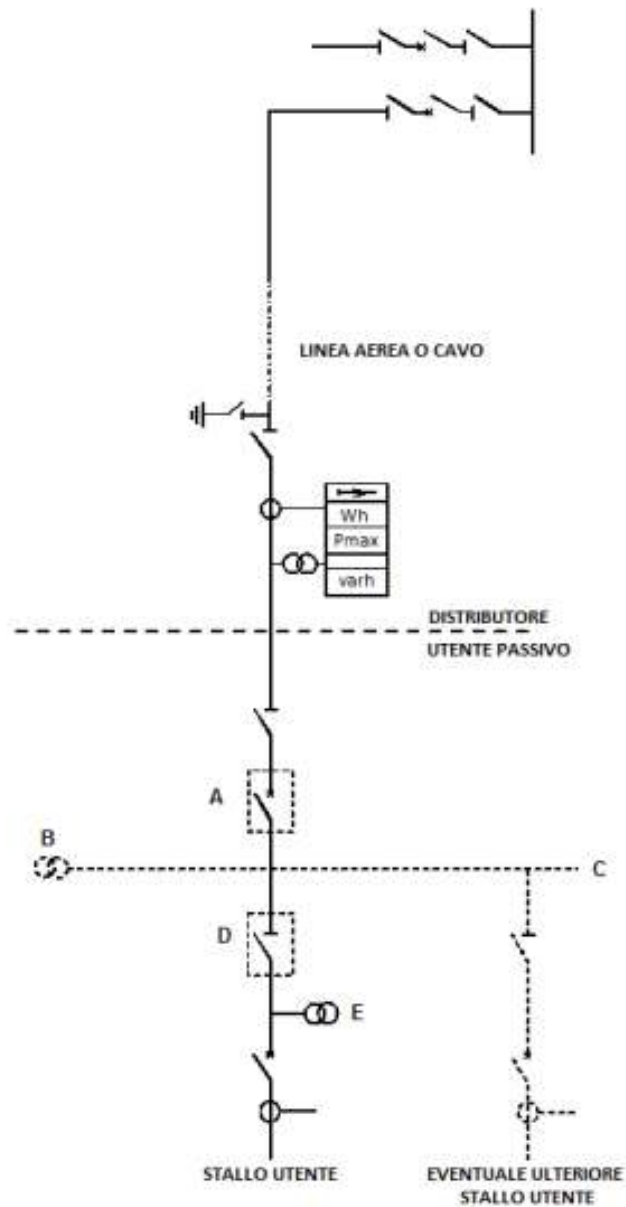
### **3.1 Caratteristiche delle UtENZE**

Ai sensi della Norma CEI 0-16 l'utenza è classificabile come Utente Attivo, trattandosi di N° 1 Impianto di Produzione da fonte fotovoltaica avente le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 61,8 MW  $\pm$  5%;
- Presenza di inverter CC/CA con possibilità di generare i seguenti disturbi:
  - Armoniche con THD < 3 %;
  - Frequenze spurie
  - Radioemissioni;
- Sottostazione Utente MT/AT con connessione attraverso rete in cavo MT tipo ARE4H5EX di sezione 400 mm<sup>2</sup> 18/30kV con conduttore in alluminio

### **3.2 Caratteristiche della Rete di Connessione**

Lo schema di inserimento per la connessione in oggetto è della tipologia riportata nel paragrafo 7.4.1 della norma CEI 0-16, cioè in inserimento in antenna:



NOTE - 1) IN ASSENZA DISPOSITIVO GENERALE (DG), SONO AMMESSI FINO A TRE STALLI ED E' AMMESSA UNA SOLA TERNA DI TV SULLA SBARRA UTENTE.  
 2) IN ASSENZA DI DG, SULL'INTERRUTTORE DI OGNI MONTANTE AGISCE LA PROTEZIONE TIPICA DEL DG.

**Figura 2 – Inserimento in antenna (schema ISx) per Utenti passivi**

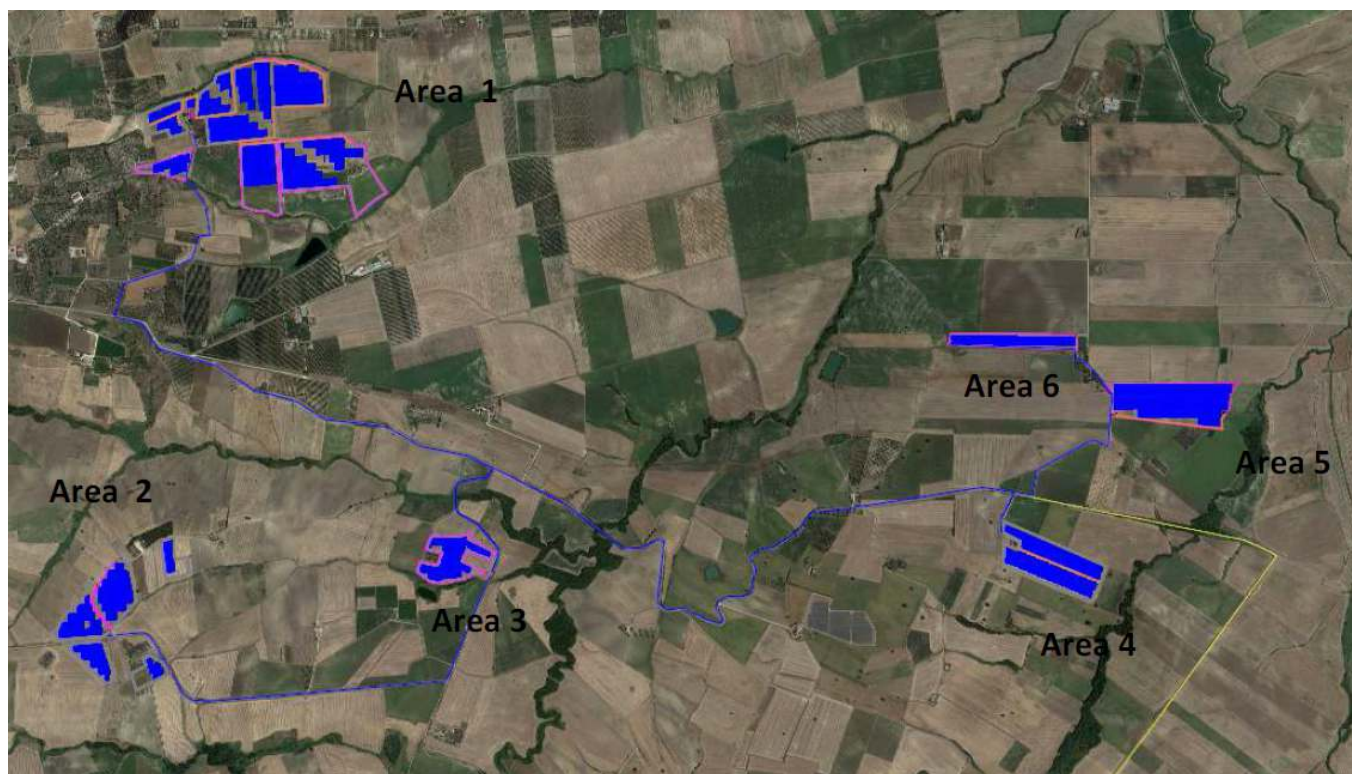
**Figura 1 – Schema di connessione**

## 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato nei comuni di Ururi e San Martino in Pensilis (CB) ed è diviso in 6 aree la cui estensione è di circa 96,61 ettari così suddivise:

- Area 1: 50,48 ettari circa;
- Area 2: 15,76 ettari circa;
- Area 3: 6,45 ettari circa;
- Area 4: 6,09 ettari circa;
- Area 5: 13,00 ettari circa;
- Area 6: 4,83 circa

di cui si riporta di seguito una vista aerea



Sul terreno non sono presenti vincoli che impediscono la realizzazione dell'impianto. La zona circostante le varie Aree è occupata da campi agricoli e nelle vicinanze vi è la presenza di altri impianti fotovoltaici. Le aree interessate sono raggiungibili percorrendo i tratturi collegati alla strada provinciale 167 SP.

Il terreno non presenta vincoli paesaggistici, si è comunque progettato l'impianto in modo da ridurre il più possibile l'impatto visivo, utilizzando strutture di sostegno a bassa visibilità ed idonea fascia di piantumazione perimetrale.

Le 6 aree interessate all'installazione dei pannelli fotovoltaici presentano una morfologia collinare con pendenze ridotte e i terreni sono prevalentemente coltivati a seminativo non irriguo.



## 5 QUADRO NORMATIVO NAZIONALE

La legge 22/2/01 n° 36 è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 08/07/2003. Nel DPCM 08/07/2003 *"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"*, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

La legge agli articoli 3 e 4 fissa le soglie per l'induzione magnetica:

- 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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/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  $\mu$ 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 µT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”.

[art. 4]

Da quanto sopra si evince che l'intensità del campo magnetico in un elettrodotto di nuova progettazione non deve superare i 3 µT come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Per un impianto fotovoltaico si considera come normale esercizio la fase in cui l'impianto genera la potenza massima, nel caso in esame 61,8 MW.

Il DPCM 08/07/2003 art 3 invece fissa i limiti di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz:

| Intervallo di frequenza [MHz] | Valore efficace di intensità di campo elettrico [V/m] | Valore efficace di intensità di campo magnetico [A/m] | Densità di potenza dell'onda piana equivalente [W/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------------|---|---|--|
| 0,1 ≤ F ≤ 3                   | 60  | 0,2   | -  |
| 3 < F ≤ 3.000                 | 20  | 0,05  | 1  |
| 3.000 < F ≤ 300.000           | 40  | 0,01  | 4  |

Il DPCM fissa anche i valori di attenuazione all'interno di edifici con permanenza non inferiore a 4 ore e in aree intensamente frequentate:

| Intervallo di frequenza [MHz] | Valore efficace di intensità di campo elettrico [V/m] | Valore efficace di intensità di campo magnetico [A/m] | Densità di potenza dell'onda piana equivalente [W/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------------|---|---|--|
| 0,1 ≤ F ≤ 300.000             | 6   | 0,016   | 0,10 (3 MHz – 300GHz)  |

---

## 6 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Tenuto conto della superficie disponibile e della tecnologia ad oggi disponibile sul mercato, si stima una potenza installabile di circa 61,8 MWp. Questa è tuttavia una potenza indicativa, ottenibile con la tecnologia ad oggi disponibile, tecnologia in continua e rapida evoluzione.

I moduli saranno organizzati in stringhe al fine di ottimizzare sia la disposizione dei moduli, sia la struttura metallica di sostegno degli stessi. A gruppi le stringhe convoglieranno in quadri di parallelo stringhe (string box). Le uscite delle string box dislocate sul campo saranno poi canalizzate negli inverter di cabina.

Data l'estensione dell'impianto, le cabine di campo saranno in tutto 14 dislocate nelle 6 aree in cui è diviso l'impianto. In ogni cabina saranno un trasformatore in resina MT/bt 0,8/30 kV di potenza 6.000 kVA. A valle del trasformatore sarà installato un Quadro MT con relè di protezione elettronico con protezioni implementate 50, 51 e 51N dal quale partirà la linea MT che si attesterà nella cabina di campo successiva. In ogni area le 3 cabine sono collegate tra loro ad anello in una cabina di smistamento da cui partirà per ogni area la linea MT che si attesterà direttamente in sottostazione o nella cabina di smistamento successiva.

Per ulteriori dettagli e per una visione generale del sistema elettrico si rimanda allo schema unifilare generale.

## 7 ANALISI IMPIANTO

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è considerato il limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a  $3 \mu\text{T}$ .

I cavidotti presenti in impianto prevederanno l'utilizzo di soli cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17: la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ , anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza ( $50\div 80 \text{ cm}$ ) dall'asse del cavo stesso.

Ai fini del calcolo si assume che la linea viene schematizzata come un insieme di conduttori fra loro paralleli di lunghezza infinita e disposti parallelamente al terreno (schematizzato come un piano di estensione infinita).

Il calcolo dell'induzione magnetica generata da una linea elettrica ha come punto di partenza la legge di Biot-Savart che consente di calcolare in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica prodotta da un conduttore rettilineo percorso dalla corrente I:

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} \vec{u} \otimes \vec{r}$$

Dove

$$\mu = \mu_0 = 4\pi * 10 \text{ (permeabilità magnetica del vuoto)}$$

d è la distanza tra il conduttore e il punto di calcolo

$\vec{u} \otimes \vec{r}$  sono i versori della corrente e la relativa normale e ne indica il prodotto vettoriale

Il calcolo del campo elettrico di basa sulla seguente formula:

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

Dove:

$\lambda$  è la densità di carica sul conduttore assunta costante

$\varepsilon_0 = 8,85 * 10^{-12}$  è la permeabilità nel vuoto

$d$  è la distanza tra il conduttore e il calcolo

$\vec{u}$  è il versore unitario con direzione radiale rispetto al conduttore

I dati assunti per la simulazione sono i seguenti:

- I conduttori attivi sono 3 e rappresentano un sistema trifase a media tensione; la differenza di potenziale tra le fasi è di 30 kV e sono percorsi da una corrente di 1191 A. Lo sfasamento tra le fasi R, S e T è da considerarsi pari a 120° derivante dal trasformatore posto a monte dell'elettrodotto interrato.
- I conduttori sono direttamente interrati ad una profondità di 1,2 m e posizionati a trifoglio
- I calcoli sono stati eseguiti su diverse sezioni orizzontali, da -1,20 m (quota di posa dei conduttori) fino alla quota di calpestio (quota campagna).
- Il passo di scansione del calcolo è stato scelto pari ad 20 cm sia in direzione orizzontale che verticale.

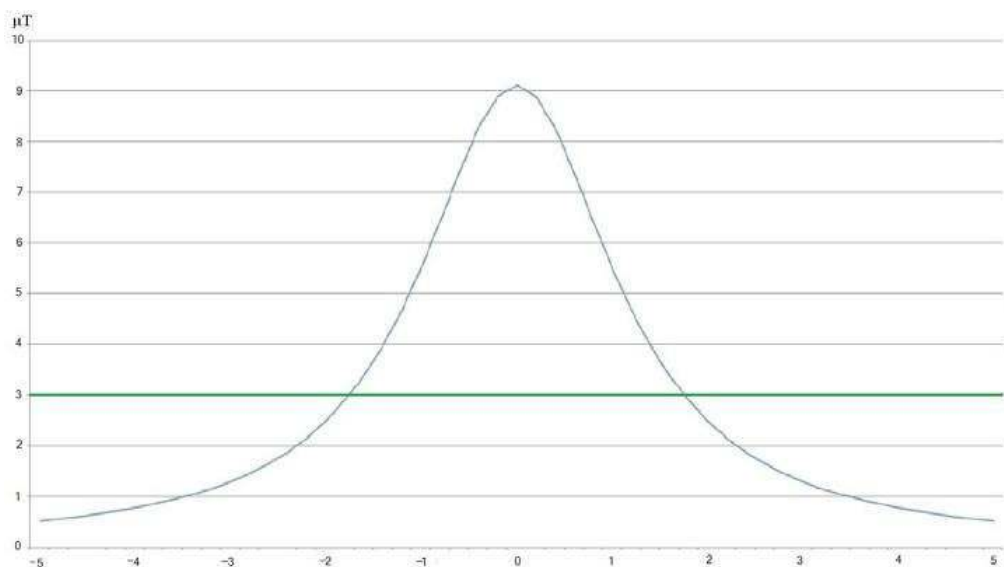
Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. L'unica situazione significativa è quella relativa al tratto di posa del cavo che porta la potenza generata dall'impianto fotovoltaico in oggetto alla cabina di connessione situata nella sezione già in esercizio.

Di seguito si riporta una vista del cavidotto MT in questione. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola *PLANIMETRIA DEI TRACCIATI PRINCIPALI ELETTRODOTTO INTERRATO MT E AT*.

Nel progetto in questione si tratta di linee interrate, quindi il valore del CAMPO ELETTRICO a quota campagna è praticamente inesistente. Questo è dovuto al fatto che il campo elettrico risente fortemente della schermatura prodotta dal terreno e dalla guaina dei conduttori.

Verranno pertanto trattati i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Il diagramma successivo mostra i valori dell'induzione magnetica calcolata al piano campagna.



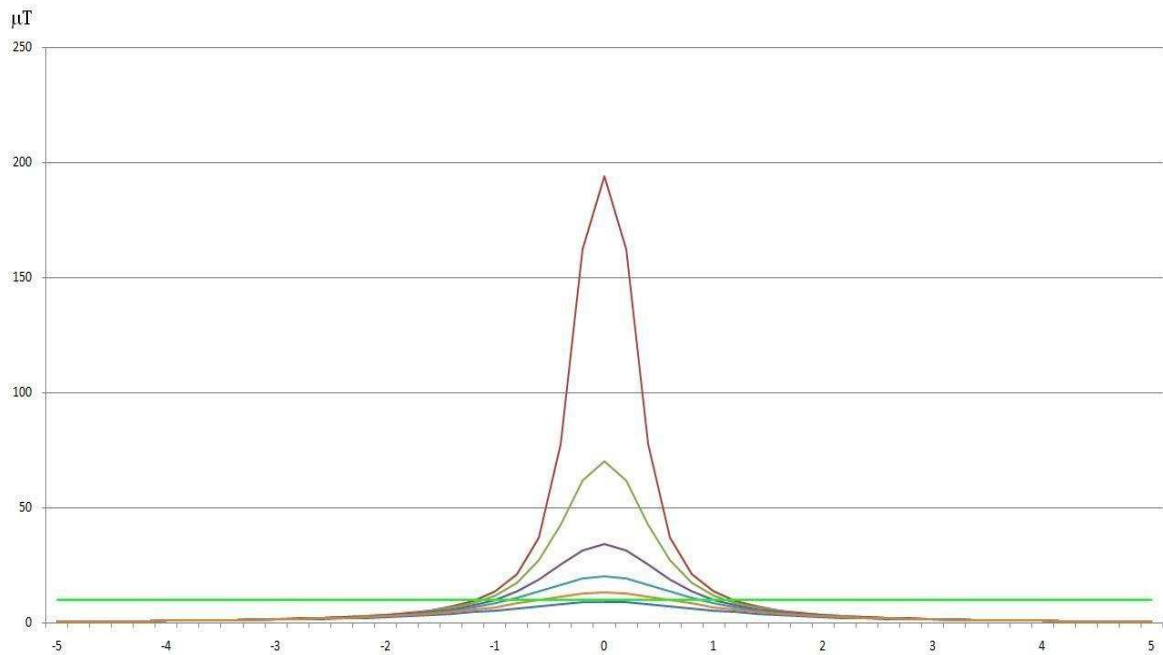
**Figure 1 – Induzione magnetica rispetto all’asse del cavidotto**

Il grafico mostra l’andamento della induzione magnetica al piano campagna rispetto alla distanza dall’asse del cavidotto interrato posto nel punto 0.

Si nota immediatamente che il massimo valore dell’induzione magnetica al piano di calpestio si ha in corrispondenza della posizione dei conduttori ed è inferiore a 10 µT.

La riga in verde indica l’obiettivo di qualità di cui all’art. 4 del D.P.C.M. 08/07/2003 e pari a 3 µT. La fascia di rispetto dall’elettrodotto è pertanto di circa 2 m.

Il diagramma successivo mostra invece come varia il valore dell’induzione magnetica al variare della profondità della misura che potremmo intendere al variare della profondità di posa dei conduttori rispetto al piano campagna.



**Figure 2 – Induzione magnetica al variare della profondità di posa**

Le curve rappresentano l'andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse del cavidotto al variare della profondità di posa. Rispettivamente le curve sono calcolate a 20 cm dal piano campagna, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm. Mentre la linea orizzontale in verde rappresenta il limite di 10 μT.

Dal grafico possiamo notare che i conduttori devono essere interrati almeno ad una profondità di 1,2 metri dal piano campagna, in modo tale da non superare il valore di induzione magnetica consentito di 10 μT.

---

## 8 CONCLUSIONI

Dalle analisi condotte si evince che i punti in cui si può riscontrare un valore di induzione magnetica superiore a  $3 \mu\text{T}$ , sono soltanto quelli in prossimità del cavidotto in una fascia larga 2 m rispetto all'asse. Si può pertanto escludere la presenza di ricettori sensibili in una fascia così ristretta. Gli obiettivi di qualità fissati dal DPCM 08/07/2003 si possono quindi ritenere soddisfatti posando i cavidotti almeno a 1,2 m dal piano di calpestio e lasciando una fascia di rispetto di 2 m dall'asse del cavidotto all'interno della quale non è consentito edificare edifici.