



REGIONE EMILIA ROMAGNA



PROVINCIA DI BOLOGNA



COMUNE DI SALA BOLOGNESE



COMUNE DI CALDERARA



COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

Proponente

SUNSTORE SRL

Via Matteotti 31/2, Bologna (BO), 40129



Partnered by:



Progettazione

Ing. Fabio Domenico Amico

Via Matteotti, 31/02
40129 Bologna (BO)
f.amico@green-go.net

Studio
geologico-
sismico

Dott. Geol. Giulia Gardosi

Corso Esperanto 3/h
40065 Pianoro (BO)
giulia.gardosi@libero.it

Studio
agronomico

**Studio Tecnico Agronomico
Associato "ForAgriConsulting"**

Dott. Agr. Gianfranco Falvo

C/da Chiusa Principe – snc –
Feroletto Antico (CZ)
foragriconsulting@gmail.com

Studi
specialistici
ambientali

Dott. Agr. Andrea Di Paolo

Via Schio, 85
41125 Modena
info@studioandreadipaolo.it

Studio
archeologico
preventivo
VPIA

Dott.ssa Laura Belemmi

TECNE – Archeologia e Beni Culturali
Via Corrado Masetti, 7
40127 Bologna (BO)
direzione@tecne-archeo.com

Studio
acustico

Dott. Marco Taverna

Sinteco S.a.S.
Via Pietro Caligiuri 19
88046 Lamezia Terme (CZ)
marcotaverna@sintecosas.com

Opera


Progetto di realizzazione di un Impianto agrivoltaico integrato con un sistema di accumulo e opere connesse nei Comuni di Sala Bolognese (BO), Calderara di Reno (BO) e San Giovanni in Persiceto (BO) denominato "Pratello"

Oggetto

Codice elaborato:
PRAPD0R05-02

Titolo elaborato:
Relazione impatto elettromagnetico


02	18/03/2026	Integrazione progettuale	Ing. Giacomo Bonafè	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
01	17/09/2025	Integrazione progettuale	Ing. Simone Pontesilli	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
00	12/02/2025	Emissione per progetto definitivo	Ing. Giacomo Bonafè	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 1

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	2
2.	NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	4
3.	CENNI TEORICI SUL MODELLO UTILIZZATO	7
4.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	8
5.	ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO.....	11
5.1.	MODULI FOTOVOLTAICI	11
5.2.	INVERTER DI STRINGA	12
5.3.	TRANSFORMATION UNITS.....	12
5.4.	CABINE DI RACCOLTA	18
6.	ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEL SISTEMA DI ACCUMOLO23	
6.1.	INVERTER BIDIREZIONALI E BATTERIE	23
6.2.	TRASFORMATORI BT/MT - <i>SMART TRANSFORMER STATION</i>	23
6.3.	CABINE DI RACCOLTA BESS	27
7.	ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI	28
7.1.	CAVI ELETTRICI BT	29
7.2.	CAVI ELETTRICI MT	30
7.2.1.	Posa cavidotto società SUNSTORE Srl	33
7.2.2.	Posa cavidotto congiunta: società SUNSTORE SRL ed ISIRE SRL	36
7.2.3.	Interferenza puntuale cavo di Alta tensione e cavo di media tensione.	39
8.	FASCE DI RISPETTO E DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE.....	44
8.1.	CAVI MT	44
8.2.	MANUFATTI ELETTRICI	45
9.	APPROFONDIMENTO: Impatto EM della Sottostazione elettrica, con un nucleo abitato (Frazione Biancolina).....	46
10.	CONCLUSIONI.....	49

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 2

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato ha in oggetto la relazione di studio di impatto elettromagnetico relativo di un impianto agrivoltaico avanzato integrato con sistema di accumulo e delle relative opere di connessione alla rete denominato “Pratello”.

Trattasi di un impianto a terra provvisto di inseguitori mono-assiali che sarà caratterizzato da una potenza di picco pari a **21,03 MWp** e potenza di immissione in rete pari a 19 MW accoppiato ad un sistema di accumulo (Battery Energy Storage System) caratterizzato da potenza in immissione e prelievo pari a 23 MW.

L'impianto agrivoltaico sarà ubicato all'interno del Comune di Sala Bolognese (BO) e Calderara di Reno (BO) nella Provincia di Bologna, mentre la sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/132 kV ed il sistema di accumulo, così come le opere propedeutiche alla connessione alla RTN, saranno ubicate presso il Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) nella Provincia di Bologna. L'opera in progetto può essere identificata attraverso le seguenti coordinate geografiche:

- Impianto agrivoltaico avanzato: Latitudine 44.605483°; Longitudine 11.275186°.
- Sistema di accumulo e Sottostazione elettrica utente trasformazione 30/132 kV: Latitudine 44.651390°; Longitudine 11.221432°.

La società proponente è la **Sunstore S.r.l.**, con sede a Bologna, in via Matteotti 31/2.

L'impianto agrivoltaico avanzato integrato con BESS sarà quindi connesso alla rete AT in virtù della Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) proposta da e-distribuzione S.p.A. (Codice rintracciabilità 387057971), nella titolarità della società proponente, impegnando una potenza in immissione pari a 42 MW.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

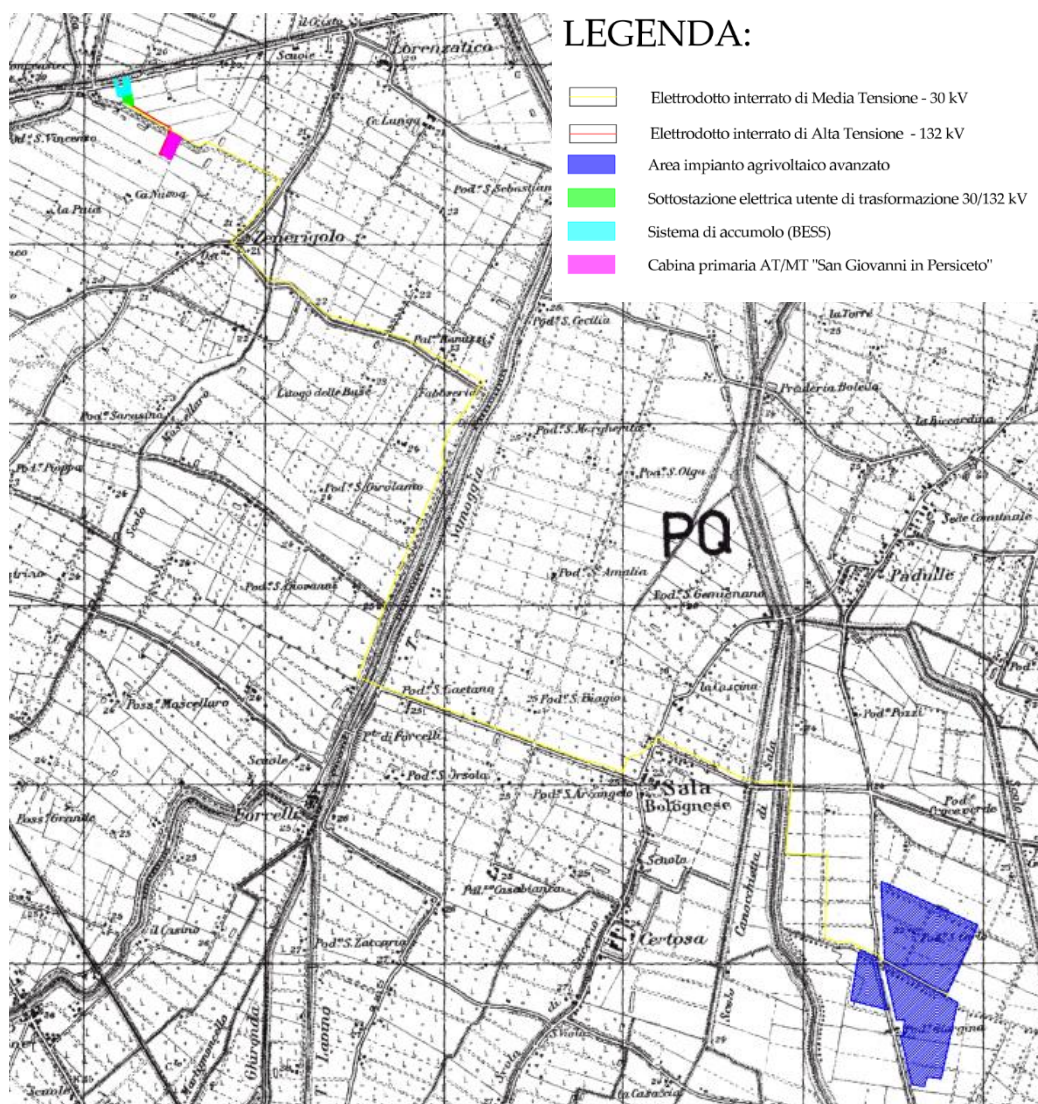


Figura 1: Inquadramento IGM – opere in progetto

Attualmente lo schema di allacciamento alla rete di e-distribuzione prevede la realizzazione di una Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV di nuova realizzazione collegata in antenna su un nuovo stallo della cabina primaria S. GIOVANNI PERSICETO. Per suddetta connessione è prevista la realizzazione dell'intervento 350-P del Piano di Sviluppo Terna.


La Società ha accettato il preventivo e ha deciso di non avvalersi della facoltà di realizzare in proprio l'impianto di connessione, in base all'art. 30 del TICA.

La Cabina Primaria "SAN GIOVANNI IN PERSICETO" in cui sorgerà il nuovo stallo AT in progetto, è ubicata nel Comune di San Giovanni in Persiceto (BO).

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 4

Lo studio in oggetto ha l'obiettivo di valutare il campo elettrico e magnetico di bassa frequenza generati dalla messa in opera del parco in esame, dei suoi effetti sulla popolazione esposta, e definire una "fascia di rispetto" nel rispetto delle Norme Vigenti.

Quest'ultima, secondo il DM 29/05/2008, è definita come lo spazio circostante un elettrodotto, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzato da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

All'interno di tali aree non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico e sanitario, e quindi ad un uso che comporti una permanenza di persone per un tempo maggiore alle quattro ore. Per la verifica della sicurezza dei lavoratori presenti nelle aree interessate sarà verificato il rispetto dei limiti di esposizione al fine di evitare l'insorgenza di effetti acuti o cronici.

2. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO


La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio). In particolare, con l'approvazione della Legge 22 febbraio 2001, n.36 "Legge quadro sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", il legislatore ha previsto la determinazione di tre decreti attuativi per la determinazione di:

- Limiti esposizioni a campi elettromagnetici ad una frequenza di 50 Hz per la popolazione;
- Limiti delle esposizioni a campi con frequenze comprese tra i 100 kHz e i 3 GHz per la popolazione;
- Limiti per i lavoratori.

Da qui, sono stati definiti sia i limiti massimi di intensità di campo da non superare in alcun caso, ovvero i *limiti di esposizione*, così come i *valori di attenzione* e *obiettivi di qualità*, di cui si riporta una definizione:

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione ai fini della tutela dagli effetti acuti, ovvero inteso come valore efficace istantaneo.
Valori di attenzione	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. Questo valore è inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 5

protezione da possibili effetti di lungo periodo. Questo valore fa riferimento ai nuovi impianti ed è inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore.

Tabella A1: Definizioni valori di attenzione e obiettivi di qualità

La normativa di riferimento in Italia attualmente vigente per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.8.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, 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, ai valori di attenzione e agli 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 seguito, confrontati con la normativa europea:

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μ T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Race. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Tabella A2: Valori di riferimento e limiti di induzione magnetica e campo elettrico

Il valore di attenzione di 10 μ T (*Limite di attenzione*) 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

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 6

al giorno. Tale valore è da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3 μ T si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopracitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti e edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore medio 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.

Oltre alle norme legislative esistono dei rapporti informativi dell'Istituto superiore della sanità (ISTISAN 95/29 ed ISTISAN 96/28) che approfondiscono la problematica e mirano alla determinazione del principio cautelativo: questi rapporti definiscono la cosiddetta Soglia di Attenzione Epidemiologia (SAE) per l'induzione magnetica, posta ad un valore pari a 0.2 μ T (microTesla), valore limite cautelativo al di sotto del quale è dimostrata la non insorgenza di patologie.

In merito alla tutela della salute dei lavoratori che opereranno sull'impianto si fa riferimento al D.Lgs. n. 159 del 1° agosto 2016 "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE" il quale apporta modifiche al già esistente D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

In particolare, nel suddetto D.Lgs. 159/2016 vengono indicati, nelle tabelle B1 e B2, i valori di azione (VA) per esposizione rispettivamente ai campi elettrici e ai campi magnetici.


Intervallo di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)	VA (E) superiori per l'intensità del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5 / f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5 / f$	$1,0 \times 10^6 / f$
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5 / f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Tabella B1: VA per i campi elettrici ambientali

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μ T] (valori RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5 / f^2$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Tabella B2: VA per i campi magnetici ambientali

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 7

Nel caso degli impianti a frequenza industriale (50 Hz) i valori da rispettare per il campo elettrico risultano:

- $5 \times 10^5 / 50 = 1\,000 \text{ V/m}$;

mentre per il campo magnetico:

- $1 \times 10^3 = 1\,000 \mu\text{T}$.

I valori di azione (VA), consentono una valutazione semplificata delle conformità ai pertinenti VLE (valori limite di esposizione). In particolare, il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE, mentre il superamento dei VA medesimi corrisponde all'obbligo di adottare le pertinenti misure di prevenzione e protezione di cui all'articolo 210.

Infine, in questa sede, si richiamano le principali Norme CEI di riferimento:

- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana";
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/bT".

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


3. CENNI TEORICI SUL MODELLO UTILIZZATO

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica (dinamo, cavi elettrici, elettrodomestici, etc.) è caratterizzata da un *campo elettromagnetico*. Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è definito da due vettori: il *campo elettrico* e l'*induzione magnetica*.

Il campo elettrico è prodotto dalle cariche elettriche statiche e la sua intensità viene misurata in Volt al metro (V/m). I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente: fisicamente descritta come flusso ordinato di elettroni o particelle/molecole cariche elettricamente. L'intensità dei campi magnetici intensità è misurata in Ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in Tesla (T), milliTesla (mT) o microTesla (μT).

L'intensità di entrambi i campi è massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza; inoltre, la diffusione del CEM può essere alterata anche dalla presenza di un altro campo elettromagnetico posto nelle sue immediate vicinanze.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 8

Tuttavia, mentre la maggior parte dei materiali di uso comune riesce a schermare efficacemente il campo elettrico generato, il campo magnetico li attraversa facilmente.

La diffusione del campo elettromagnetico nello spazio avviene nello stesso modo in tutte le direzioni allorquando non esista la presenza di ostacoli che, a seconda della loro natura, inducono sul campo elettromagnetico riflessioni, rifrazioni, diffusioni, assorbimento, ecc.

In generale le correlazioni tra campo elettrico e campo magnetico sono assai complesse, dipendono dalle caratteristiche della sorgente, dal mezzo di propagazione, dalla presenza di ostacoli nella propagazione, dalle caratteristiche del suolo e dalle frequenze in gioco.

Nel presente documento verranno esaminate le apparecchiature e le infrastrutture necessarie alla realizzazione dell'impianto proposto, con particolare riguardo a quelle che potrebbero essere una fonte di campi elettromagnetici a bassa frequenza.

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico avanzato denominato "Pratello", del tipo "grid-connected", sarà dotato di inseguitori mono-assiali su cui verranno collocati i moduli fotovoltaici bifacciali ad alta efficienza.

La potenza di picco, pari a **21,03** MWp sarà ottenuta mediante l'utilizzo di n° **30.044** moduli fotovoltaici di potenza unitaria pari a 700 Wp, alloggiati in strutture mono-assiali "tracker" di tipo "1P".


Collocato in un'area fertile ad alta vocazione agricola, La porzione di suolo sottesa tra le fila degli inseguitori mono-assiali e posta al di sotto di essi sarà destinata all'attività agricola così come descritta dal piano agronomico in continuità dello stato attuale dei fatti. Durante il giorno il campo fotovoltaico convertirà la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. I moduli, in stringhe da 28, vengono messi in serie per formare delle stringhe alla tensione di 1.500 V.

L'energia elettrica prodotta verrà inviata attraverso cavi solari in BT agli inverter di stringa, ubicati fisicamente in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e necessari per la conversione della corrente continua generata dai moduli FV in corrente alternata. Ogni inverter sarà dotato appositi MPPT per garantire il funzionamento ottimale del sistema fotovoltaico. Da ciascun inverter di stringa partirà una coppia (positiva e negativa) di cavi in bassa tensione in direzione del trasformatore elevatore BT/MT ubicato fisicamente all'interno della "Transformation Unit": manufatto elettrico in cui saranno integrate tutte le apparecchiature necessarie per la conversione della corrente alternata a bassa tensione in corrente alternata in media tensione. Al fine di ottimizzare il collegamento elettrico di impianto, le T.U saranno collegate tra loro in configurazione "entra-esci".

Nell'impianto si prevedono n°9 "Transformation Units".

In uscita da ciascuna T.U. partirà il cavo MT a 30 kV in direzione di adiacenti TU o verso la cabina di raccolta dove confluiranno i cavi MT in uscita dalle T.U. e partirà il cavo MT di distribuzione verso altre cabine di

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 9

raccolta o la Sottostazione elettrica utente di trasformazione. La cabina di raccolta sarà comprensiva di tutte le apparecchiature elettriche necessarie al controllo e all'esercizio in sicurezza dell'impianto agrivoltaico avanzato.

Nell'impianto si prevedono n°3 cabine di raccolta.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico verrà trasportata mediante cavi in media tensione a 30 kV presso la Sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT di nuova realizzazione. La sottostazione utente in esame sarà provvista di unico stallo di trasformazione MT/AT e sarà posizionata in un'area agricola pianeggiante, con accesso diretto sulla strada comunale esistente. La sottostazione di trasformazione utente sarà così costituita:


- Sbarra di connessione con opportuni set di isolatori.
- Adeguati set di TA/TV per le protezioni e misure di montante.
- N° 1 stalli con interruttori di trasformatore e n° 1 stallo con interruttore di linea, entrambi con relativi organi di sezionamento.
- N° 1 trasformatori AT/MT da 50 MVA.
- N° 1 partenze con scaricatori per connessione AT in cavo.
- N° 2 Partenze in cavo MT dal secondario dei trasformatori AT/MT verso i rispettivi quadri di MT (in direzione del sistema di accumulo e dell'impianto di produzione a fonte solare).

Nell'area adiacente alla sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/132 kV sarà realizzato un sistema di accumulo di energia elettrica di tipo bidirezionale connesso sia all'impianto agrivoltaico avanzato che alla rete elettrica di distribuzione. I vantaggi dell'introduzione di un sistema BESS integrato all'impianto agrivoltaico sono molteplici:

- Stoccaggio dell'energia elettrica prodotta dall'impianto agrivoltaico, ritardando l'immissione dell'energia in rete in una fascia oraria di maggior richiesta;
- Riduzione della aleatorietà della fonte FER ad esso connesso;
- Livellazione e bilanciamento della potenza attiva e reattiva della rete;
- Spostamento del picco;
- Regolazione di frequenza e Tensione;

Per il dimensionamento e la progettazione del sistema di accumulo integrato all'impianto agrivoltaico avanzato si è fatto riferimento al prodotto Huawei "Smart String Energy Storage Solution" attualmente disponibile in commercio prevedendo un'oversizing capacitivo ad inizio vita dell'impianto per far fronte alle perdite elettriche durante l'esercizio dell'impianto. La potenza complessiva di immissione in rete del BESS sarà pari a 23 MW e garantirà un quantitativo di energia elettrica pari a 102,86 MWh nominali su un intero ciclo di carica-scarica al POC (Point Of Connection) con un tempo di scarica delle batterie di **4 ore**. L'energia elettrica è stoccata in rack di batterie elettrochimiche innovative ubicate all'interno di container modulari

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 10

ognuno dei quali connesso a 6 *Power Control System* (PCS): inverter bidirezionali la cui funzione principale è quella convertire la potenza DC generata dal sistema di batterie in potenza AC e alimentarla alla rete (e viceversa).

Per l'impianto di Pratello si prevede l'utilizzo di 23 BESS container di batterie e n° 138 PCS.

Da ciascun inverter bidirezionale partirà una coppia (positiva e negativa) di cavi in bassa tensione in direzione del *Smart Transformer Station* (STS): Unità di trasformazione BT/MT in cui saranno integrate tutte le apparecchiature necessarie per la conversione della corrente alternata a bassa tensione in corrente alternata in media tensione.

Nell'impianto si prevedono n°4 *Smart Transformer Station* (STS)

In uscita da ciascuna T.U. partirà il cavo MT a 30 kV in direzione della cabina di raccolta da dove confluiranno i cavi MT in uscita dalle STS e partirà il cavo MT a 30 kV verso la Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/132 kV.

Nell'impianto si prevedono n°1 cabine di raccolta BESS.

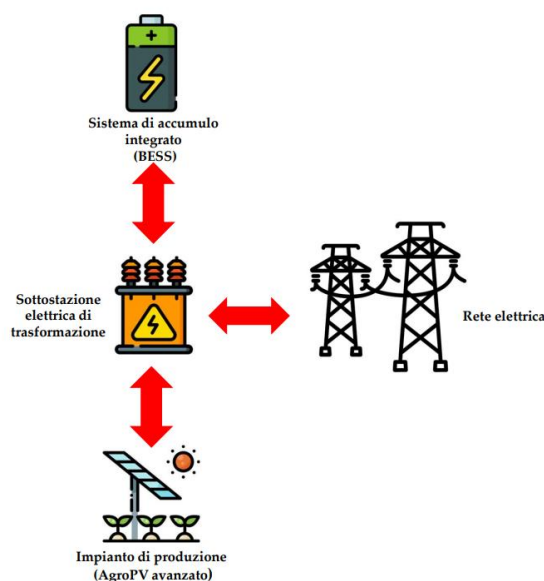



Figura 2: Rappresentazione schematica dell'iniziativa "Pratello"

Nell'esercizio degli impianti fotovoltaici in Italia, i campi elettromagnetici che vengono indotti si manifestano ad una frequenza di 50 Hz: a così basse frequenze corrispondono lunghezze d'onda in aria molto ampie (6000 km a 50 Hz e 5000 km a 60 Hz). Le componenti dell'impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettromagnetico relativi al progetto "Pratello" sono:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 11

Impianto agrivoltaico avanzato:

- Moduli fotovoltaici;
- Inverter di stringa;
- N°9 Transformation Units (trasformatore elevatore MT/BT);
- Cavi elettrici di collegamento in media e bassa tensione;
- N°3 Cabine di raccolta;

Sistema di accumulo - BESS:

- N° 23 container batterie LUNA2000-4.5MWH-2H1;
- N° 138 Smart Power Conversion System (PCS) LUNA2000-213KTL-H0;
- N° 3 Smart Transformer Station (STS) JUPITER-9000K-H0 dotati di corrispettivi UPS;
- N° 1 Smart Transformer Station (STS) STS-6000K-H1 dotati di corrispettivi UPS;
- N°1 cabina di raccolta BESS;

Le opere elettriche propedeutiche alla connessione dell'impianto alla RTN e ricadenti in campo di applicazione delle norme per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici; quali:

- Il cavidotto di Alta Tensione a 132 kV;
- Apparecchiature elettriche in progetto all'interno della Cabina Primaria "SAN GIOVANNI IN PERSICETO";
- Apparecchiature elettriche in progetto all'interno della Sottostazione elettrica di trasformazione 30/132 kV;


sono state già oggetto del progetto definitivo sottoposto a e-distribuzione S.p.A., per cui sono già stati valutati gli effetti dei campi elettromagnetici indotti da suddette opere. Tali opere saranno escluse da suddetta relazione tecnica e si rimanda all'elaborato: "PRAPD0T25-00 - Elaborati opere di connessione alla rete" per la consultazione.

5. ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO

5.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue (DC) e non in corrente alternata: per cui la generazione di CEM variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione/ spegnimento del sistema) e risultano comunque di brevissima durata.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 12

Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché questi sono considerati assolutamente irrilevanti come fonte di campi elettromagnetici a bassa frequenza.

5.2. INVERTER DI STRINGA

La corrente elettrica prodotta dai pannelli viaggia tramite i cavi collettori in bassa tensione e arriva ad un inverter per essere trasformata in corrente alternata (AC) a 50 Hz, in modo da poter essere immessa in rete o assorbita dalle utenze elettriche. Ciascun inverter è provvisto di un trasformatore ad alta frequenza, impiegato al fine di ridurre al minimo le perdite di conversione AC/DC.

Essendo pertanto costituiti da componenti elettronici operanti ad alte frequenze, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni atte a garantire sia l'immunità dell'inverter da disturbi elettromagnetici esterni; e a garantire ridotte emissioni di campi CEM per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

Si conclude affermando che l'impatto elettromagnetico indotto dagli inverter adottati per l'impianto agrivoltaico in progetto è insignificante ai fini di un potenziale rischio di esposizione a campi EM alla popolazione; pertanto, i soli elementi generanti un campo magnetico sono il trasformatore MT/BT ed i collegamenti elettrici in media e bassa tensione tra il trasformatore ed i quadri elettrici.

5.3. TRANSFORMATION UNITS

Il trasformatore MT / BT preliminarmente selezionato per l'impianto agrivoltaico avanzato "Pratello" sarà caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche.

Tabella C: Caratteristiche del trasformatore MT/BT preliminarmente scelto

Potenza nominale	2500 kVA
Tensione nominale	Da 0.8 kV a 30 kV
Fase	Trifase
Gruppo collegamenti	Dy11 + sk
Raffreddamento	ONAN
Perdite a vuoto	≤ 1.58 kW

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

Perdite a 75° C in carico	$\leq 18.5 \text{ kW}$
Frequenza	<i>50 Hz</i>
Olio dielettrico	<i>Minerale</i>
Peso olio	<i>820 kg</i>

Attualmente si prevede l'installazione di **n° 9 trasformatori MT/BT in olio** di potenza nominale massima pari a **2500 kVA**. Ciascun trasformatore sarà dotato di un apposito quadro elettrico di media e bassa tensione e di tutte le protezioni necessarie. Ciascun trasformatore elevatore verrà alloggiato in un manufatto elettrico di dimensioni pari a 5,2 metri x 2,2 metri x 2,6 metri, in cui sono saranno anche allocate tutte le apparecchiature elettriche necessarie al trasformatore e ai suoi rispettivi sistemi ausiliari come:

- Scomparto e quadro in MT (RMU): necessario per avere la possibilità di scollegare e disalimentare uno o più parti dell'impianto elettrico in caso di guasto o manutenzione;
- Sistema a barre per collegamento tra il trasformatore MT/BT e il QGBT;
- Cavi di collegamento in MT tra il trasformatore MT/BT e RMU;
- Scaricatori in MT;
- Eventuale trasformatore ausiliario, dimensionato in funzione dei carichi da alimentare, con il compito di alimentare i servizi generali del trasformatore MT/BT, insieme al relativo pannello elettrico BT per gli ausiliari del trasformatore.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno,
San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

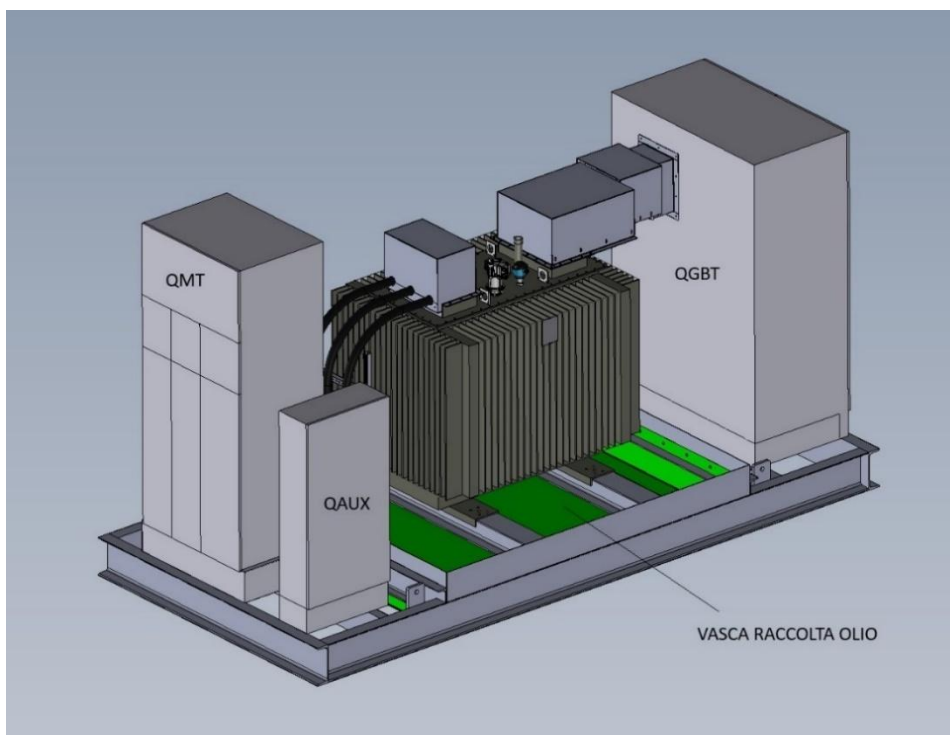


Figura 3: Schema esemplificativo Transformation Unit

All'interno delle cabine di trasformazione MT/BT, i CEM variabili significativi, sono quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti in bassa tensione che afferiscono al trasformatore MT/BT.

Nel trasformatore MT/BT il valore dell'induzione magnetica B decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.

Mediante software Magic v 1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding si è considerato il campo di induzione magnetica generato dagli elementi principali dalla Unità di Trasformazione. In

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno,
San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

particolare, si è supposto di prendere ai fini di una maggiore cautela dell'analisi dei campi EM un trasformatore di taglia pari a **3500 kVA** (molto maggiore della taglia del trasformatore di progetto).

Componenti in cabina: Trafo MT/BT1 Quadro MT1 Quadro BT1

Dati trasformatore

Potenza nominale [kVA]: 3500 Fattore di carico %: 100,0 Corrente [A]: 5051,96 Fase (deg): 0 ☒ A secco ☐ In olio (unif. ENEL)

Uscita cavi BT

☐ Cavi BT verso l'alto ☒ Cavi BT verso il basso ☐ Non considerare l'effetto dei cavi BT in uscita

☒ Uscite BT lato anteriore ☐ Uscite BT centrali ☐ Uscite BT lato posteriore

Lunghezza conduttori h [m]: 0.2 Distanza minore d [m]: 0.3

Distanza maggiore D [m]: 1 Quota terminali q [m]: 1.886

Entrata cavi MT

Terminali_MT_lato_posteriore_trasformatore

Posizione trasformatore in cabina

Xp [m]: 0 Yp [m]: 0 Zp [m]: 0

Piano su cui e' allineato il trasformatore

☐ XZ ☒ YZ ☐ Ruota di 180 gradi

Sequenza delle fasi

☒ RST ☐ TSR

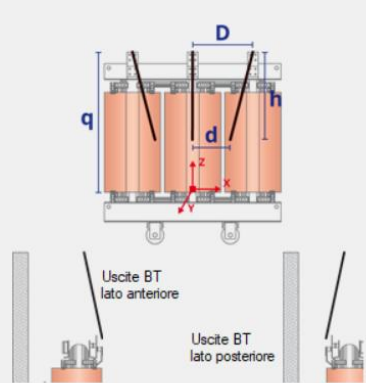
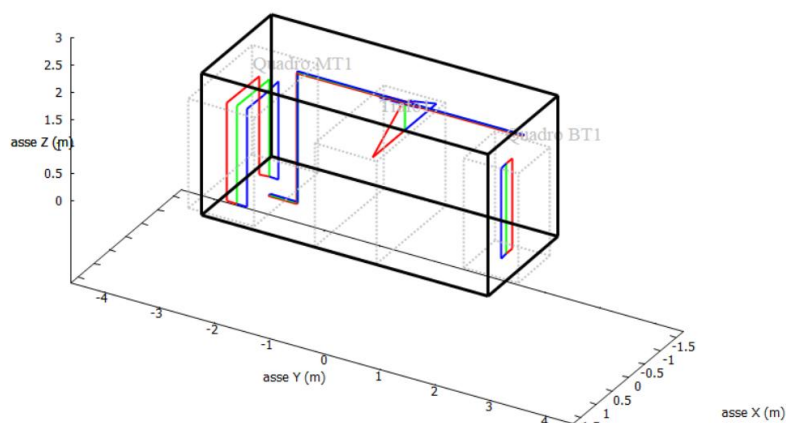


Figura 4: Input software Magic v 1.8.4.0 per il calcolo delle DPA – T.U.

Il trasformatore, supposto operante a pieno carico, è stato simulato tramite il software posizionandolo all'interno dell'apposito manufatto accanto al quadro MT e al quadro BT, come rappresentato in *figura 5*:



Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

Figura 5: Rappresentazione schematica della Transformation Unit in progetto

Si riporta nel seguito l'andamento dell'induzione magnetica risultato della simulazione su un piano (YZ) e su piano (YZ) ottenuto.

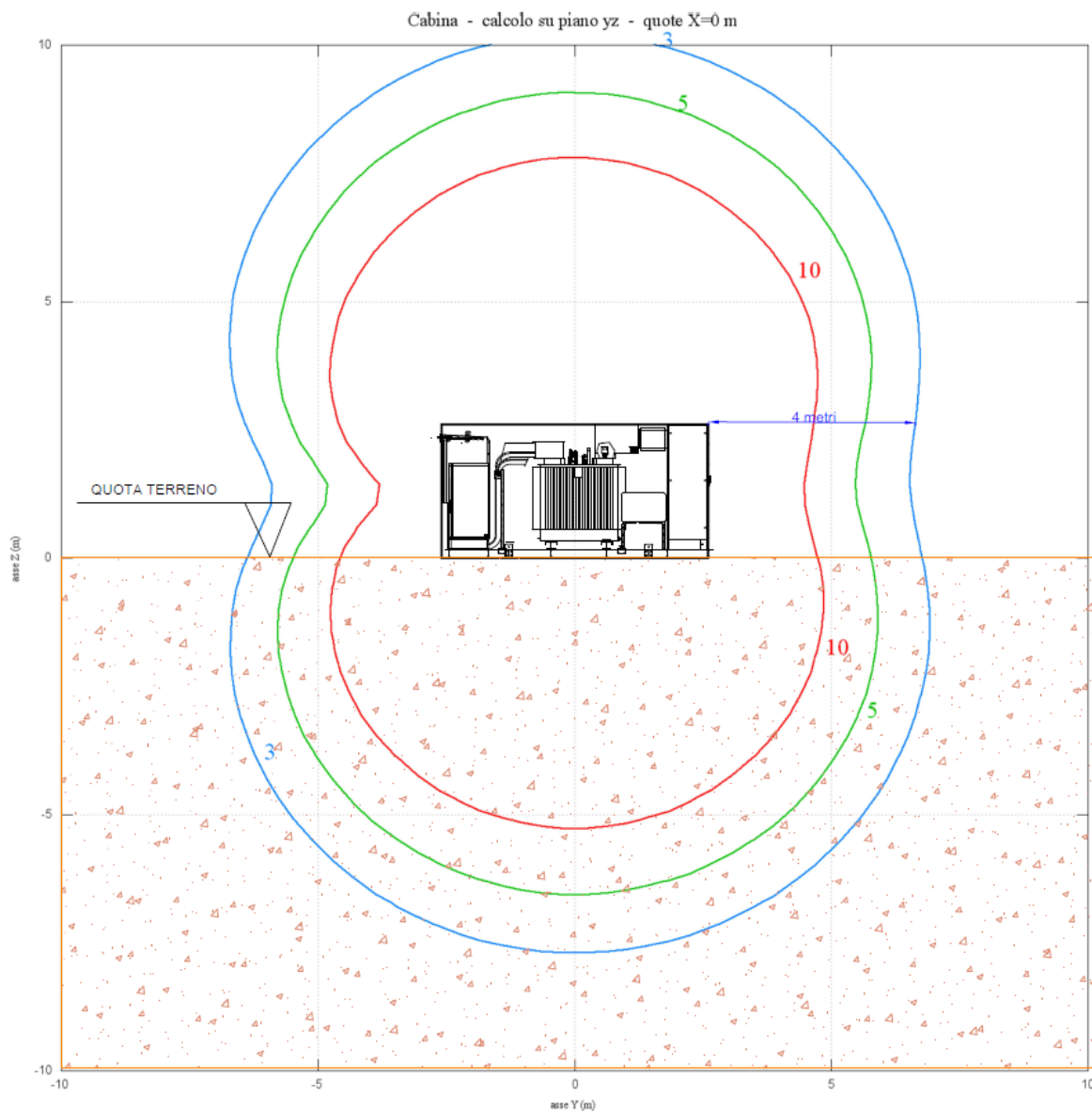


Figura 6 - Andamento del campo di induzione magnetica della Transformation Units in progetto sul piano YZ.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno,
San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

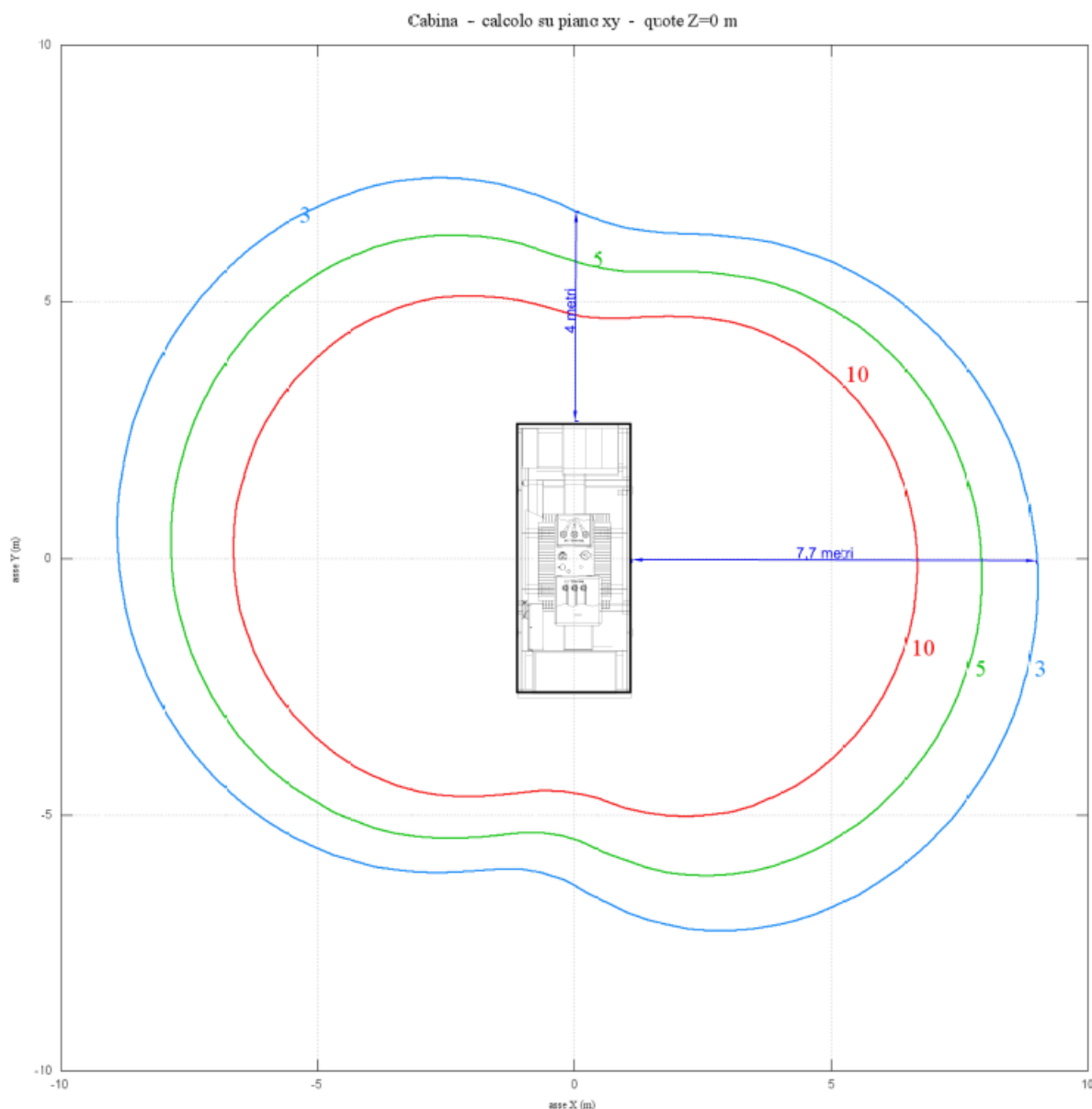


Figura 7 - Andamento del campo di induzione magnetica della Transformation Units in progetto sul piano XY.


Analizzando i valori di induzione si nota che mantenersi ad una distanza in direzione dell'asse x di circa **8 metri** ed in direzione dell'asse y di **4 metri** dalla Transformation Units è sufficiente per raggiungere un valore di induzione magnetica che garantisce il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 µT.

Come riportato nell'elaborato grafico PRAPD0T31-01 - Inquadramento Ortofoto DPA risulta evidente che non è presente alcun edificio ad uso residenziale, scolastico, sanitario, e/o con un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore entro 10 metri da ciascuna Transformation Units.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 18

Risulta infatti che gli edifici ad uso abitativo più vicini alle T.U. in progetto si trovano a circa 54 e a 55,5 metri di distanza come da foto sotto riportate.



Figura 8a e Figura 8b: Distanza da edifici vicini dalle Transformation Units più prossime ad edifici io ad uso residenziale, scolastico, sanitario, elo con un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore

5.4. CABINE DI RACCOLTA

Per il progetto in esame è prevista l'installazione di n°3 cabine di raccolta: manufatto mono-blocco in c.a.v. di dimensioni esterne (LxDxH) pari a 6,7 x2,5 x2,66 m in cui saranno alloggiate tutte le apparecchiature elettriche necessarie al controllo e all'esercizio in sicurezza dell'impianto agrivoltaico, come:

- servizi ausiliari dell'impianto (relè di protezione, motori elettrici di movimentazione dei tracker, impianto di illuminazione, etc...);
- i trasformatori servizi ausiliari corredati di quadri BT;
- strumentazioni di controllo (sistemi SCADA, TVCC, ecc.).

All'interno della cabina di raccolta I CEM variabili significativi sono quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti in bassa tensione che afferiscono al trasformatore dei servizi ausiliari, trasformatore in resina **di taglia massima pari ad 160 kVA**.

Come per le T.U. gli unici CEM variabili significativi, sono quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti in bassa tensione che afferiscono al trasformatore MT/BT nel caso in cui esso fosse realmente

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

presente. Mediante software Magic v 1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding si è considerato il campo di induzione magnetica generato dagli elementi principali della cabina di consegna. In essa sarà collocato un trasformatore in resina di taglia pari a 160 kVA, un quadro elettrico di Media Tensione e di Bassa Tensione con i rispettivi collegamenti elettrici. Segue una rappresentazione schematica del manufatto elettrico nel software Magic:

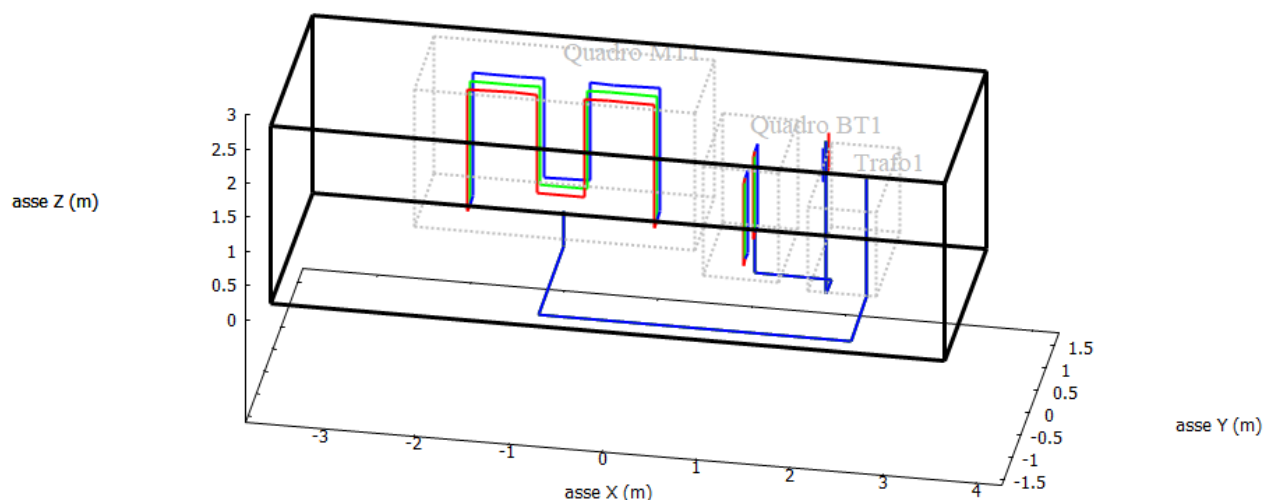


Figura 9 - Posizione nello spazio tridimensionale della cabina di raccolta

Si riporta in seguito l'andamento dell'induzione magnetica su un piano (XZ) e su piano (YZ) ottenuto mediante software Magic v 1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

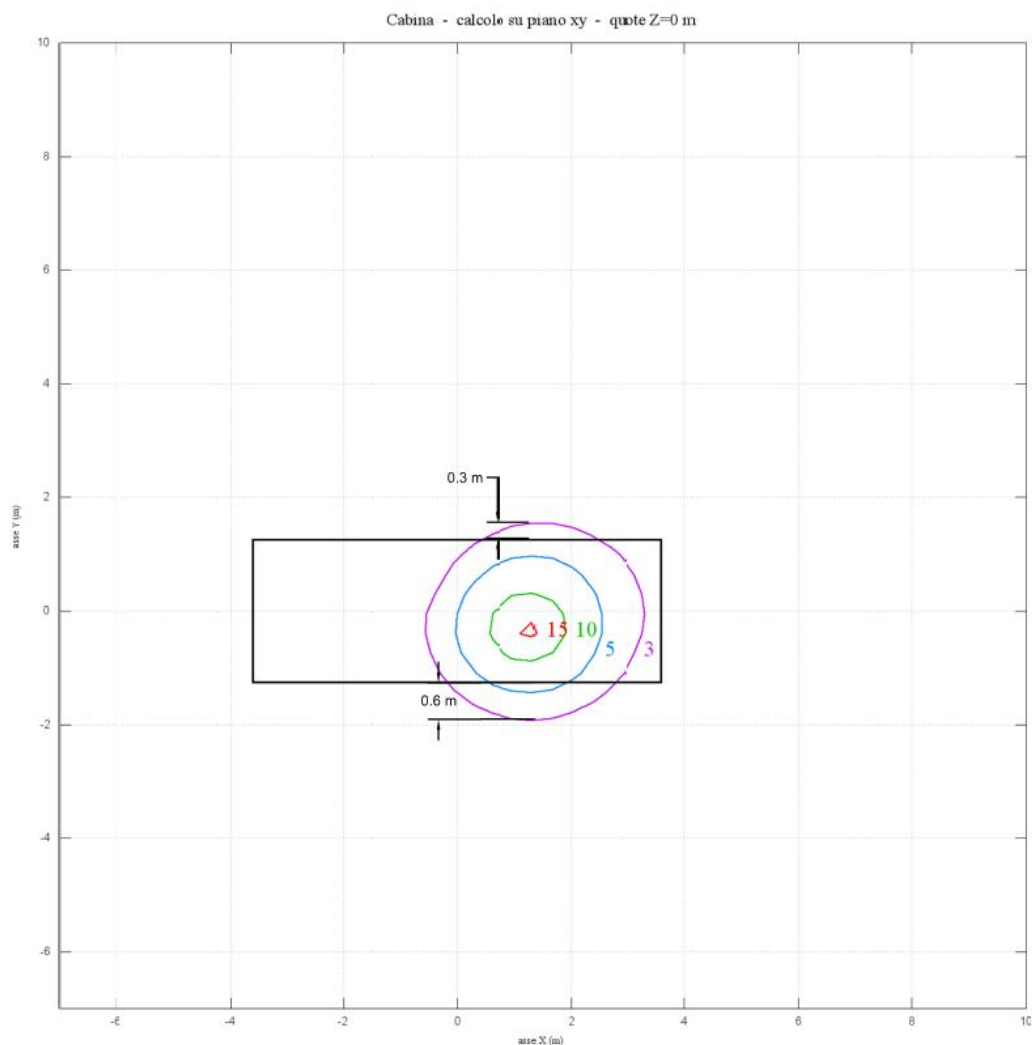


Figura 10 - Andamento del campo di induzione magnetica della cabina di raccolta sul piano XY (vista planimetrica).

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno,
San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

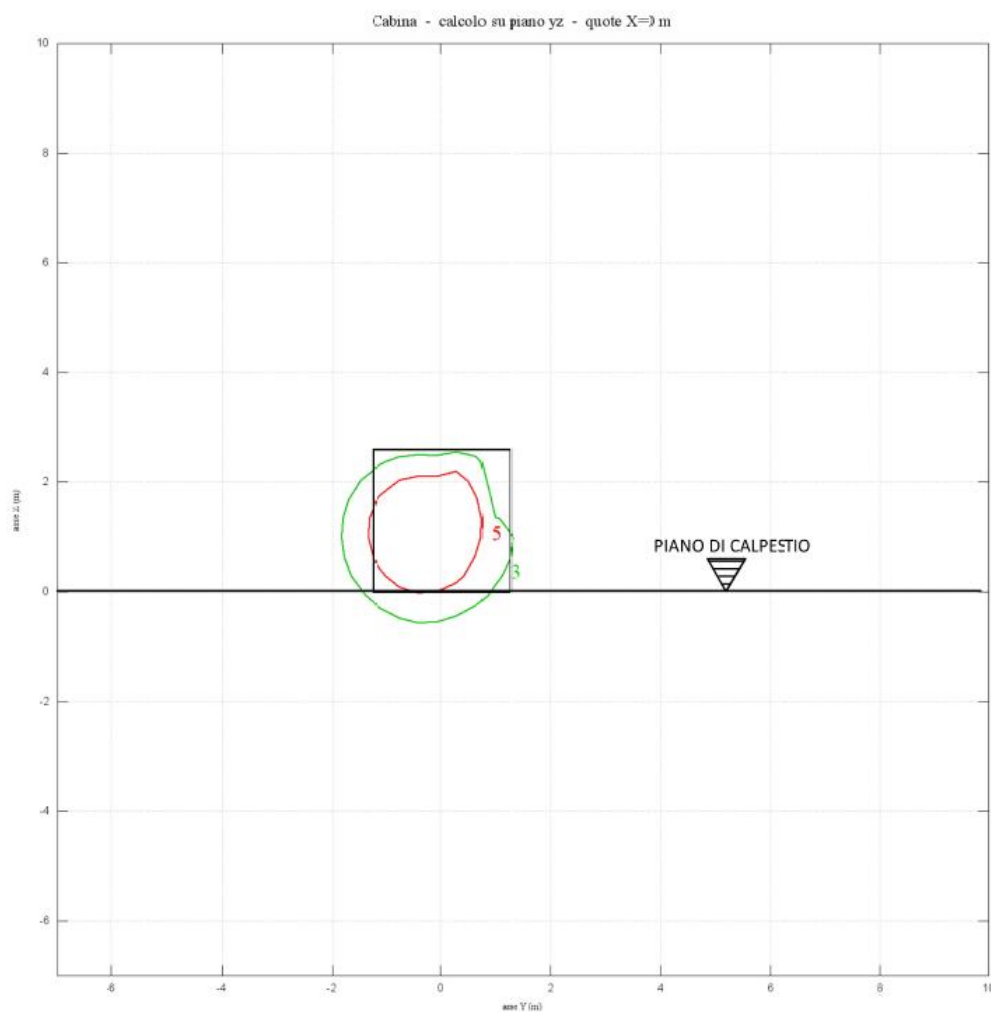


Figura 11 - Andamento del campo di induzione magnetica della cabina di raccolta sul piano YZ (Vista laterale).

Analizzando i valori di induzione magnetica precedenti sul piano XY e YZ, si nota che all'esterno del manufatto il rispetto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ risulta essere rispettato mantenendosi ad una distanza di meno di 1 metro dalle pareti esterne del manufatto. **Al fine di una maggior tutela, come valore di DPA si farà riferimento a quanto indicato dalle linee guida di e-distribuzione per le cabine di trasformazione (scheda B.10 del documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08") e sarà applicata come DPA una distanza pari a 1,5 metri (quella da osservarsi nel caso di un trasformatore MT/BT di taglia superiore a quella prevista).**

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

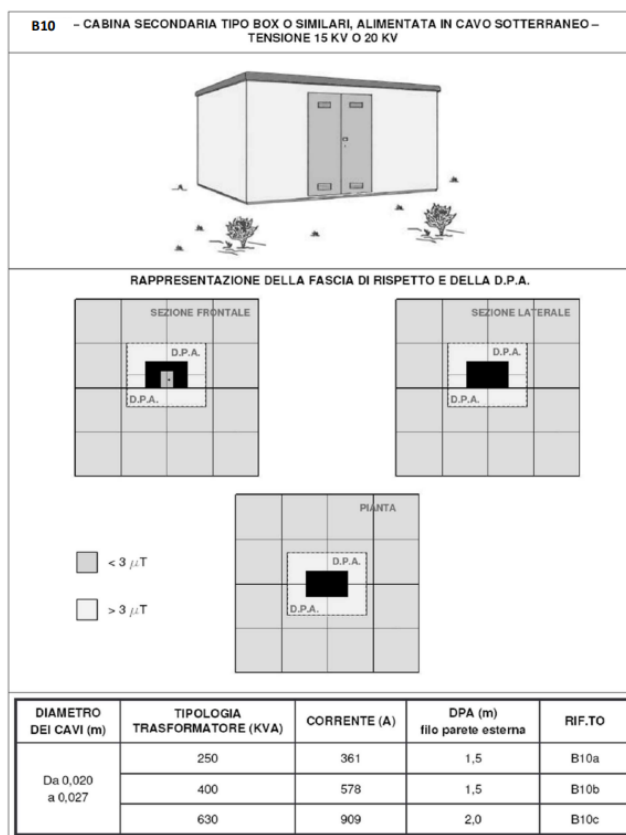



Figura 12: Scheda B.10 del documento “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08”

Come da analisi tramite software, all’interno del locale cabina, a 2 m di distanza dal trasformatore, l’induzione magnetica risulta superiore all’obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ fissato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003. **Si specifica che, l’accesso alla cabina di raccolta sarà riservato unicamente agli addetti ai lavori (tecnici specializzati) la cui permanenza in loco sarà limitata nel tempo (molto difficilmente superiore alle 4 ore). In caso di permanenze superiori alle 4 ore dovute ad attività di manutenzione straordinaria si procederà a fermo dell’impianto.** Diversamente, all’esterno del locale cabina, l’induzione magnetica risulta inferiore all’obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$. Si ricorda che tale limite si applica per la realizzazione di nuove cabine elettriche in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti, di 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 h al giorno. Si aggiunge infine che tale cabina di raccolta e le loro linee di induzione elettromagnetica superiori a $3 \mu\text{T}$ si configurino all’interno della recinzione d’impianto in un’area non accessibile a persone non autorizzate.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 23

6. ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEL SISTEMA DI ACCUMOLO

6.1. INVERTER BIDIREZIONALI E BATTERIE

La progettazione del sistema BESS è tale da garantire il rispetto degli obiettivi di qualità fissati dalla legislazione e dalle norme tecniche di riferimento vigenti in materia di campi elettromagnetici. Ogni modulo batterie risponderà ai requisiti della normativa vigente (IEC 61000) per quanto riguarda l'emissione di onde elettromagnetiche. Ogni modulo sarà equipaggiato con un set di opportuni filtri, che saranno in grado di evitare la trasmissione di disturbi a frequenze elevate attraverso i conduttori di potenza.

La messa a terra dei containers, la gestione del sistema DC isolato da terra, la presenza del trasformatore BT/AT che assicurerà un isolamento galvanico della sezione di conversione rispetto al punto di connessione AT, consentiranno di evitare i disturbi anche attraverso modalità di accoppiamento di modo comune. L'emissione irradiata sarà schermata attraverso l'installazione dei componenti in container o la realizzazione di box metallici. In sintesi, l'impatto elettromagnetico generato dai moduli batterie e dai moduli PCS (inverter bidirezionali) è nullo in quanto la Distanza di Prima Approssimazione calcolata per 3 μ T (obiettivo di qualità) ad esse associata, nell'assetto di progetto, ricadrà interamente nell'intorno delle apparecchiature.

6.2. TRASFORMATORI BT/MT - *SMART TRANSFORMER STATION*

Per il sistema di accumulo integrato all'impianto agrivoltaico in esame sono state previste 2 tipologie di *Smart Transformer Station (STS)* fornite da Huawei appositamente progettate per sistemi BESS: JUPITER-9000K-H0 e STS-6000K-H1, che supportano blocchi di potenza di 9 MVA e 6.8 MVA. Si prevedono n°3 Smart Transformer Station di tipo JUPITER-9000K-H0 e n°1 Smart Transformer Station di tipo JUPITER-6000K-H0. Si riportano in seguito le caratteristiche principali:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

Input			
STS model	JUPITER-9000K-H0	STS-6000KTL-H1	STS-3000KTL-H1
Available Inverters / PCS	SUN2000-200KTL / SUN2000-215KTL / LUNA2000-200KTL		
Maximum LV AC Inputs	44	34	17
AC capacity	9000 kVA @40°C	6800 kVA@40°C	3400 kVA@40°C
Rated input voltage	800 V AC		
Maximum input current at nominal voltage	2 * 3572 A	2 * 2637.8 A	2637.8 A
Output			
Rated output voltage	22 / 30 / 33 / 34.5 kV		
Frequency	50 Hz		
Transformer type	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer cooling type	ONAN		
Tappings	±2 x 2.5%		
Transformer oil type	Mineral oil (PCB-free)		
Transformer vector group	Dy11-y11	Dy11-y11	Dy11
Transformer Minimum PEI Efficiency	Designed according to EN 50588-1		
Transformer impedance (HV-LV1 or HV- LV2)	19% (0 ~ +10%) @4500 kVA	7.3% (0 ~ +10%) @3400 kVA	
Medium-voltage ring main unit	SF ₆ gas insulated ring main unit		
Auxiliary transformer	3 kVA, li0	5 kVA, Dyn11	
2.0 kVA UPS	Optional		

Figura 13 - Caratteristiche Smart Transformer Station in progetto.

LA STS è di fatto un sistema di trasformazione BT/MT con trasformatore in olio minerale a raffreddamento naturale (ONAN) a **doppio avvolgimento**, che sarà accoppiato a inverter di stringa bidirezionali. La configurazione prevede tensione lato bassa tensione pari a 800 V e connessione alla rete in media tensione a 30000 V mediante unità RMU isolata in SF₆.

All'interno della "Smart Transformer Station", I CEM variabili significativi, sono quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti in bassa tensione che afferiscono al trasformatore MT/BT a doppio avvolgimento che vi sarà alloggiato all'interno.

Si stima che lato BT si generino per STS-6000KTL-H1 (6.8 MVA):

$$I = \frac{6800,000}{\sqrt{3} * 800} \approx 4900 \text{ A}$$

E per JUPITER-9000K-H0 (9 MVA):

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} * 800} \approx 6500 \text{ A}$$

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

Tali valori non sono veicolati da singole linee, ma distribuiti su più circuiti in parallelo provenienti dagli inverter bidirezionali. Il collegamento tra inverter e quadro BT è generalmente realizzato mediante cavi unipolari in rame con isolamento XLPE di sezione compresa tra 50 e 70 mm², mentre il collegamento tra quadro BT e trasformatore richiede l'impiego di più cavi in parallelo di grande sezione (tipicamente 240–300 mm²) **o di una Sbarre blindate in rame (come in questo caso).**

In analogia a quanto visto per le Transformation Units, e a vantaggio della sicurezza sarà considerato ai fini delle analisi del campo di induzione magnetico generato dalla STS un manufatto elettrico caratterizzato da un **trasformatore MT/BT di taglia pari a 9000 kVA. (pari alla massima potenza dei manufatti in progetto) ipotizzando l'impiego di una sbarra blindata in rame attraversata da una corrente nominale di 6500 A**

Si riporta in seguito la rappresentazione del manufatto sul software Magic v 1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding.

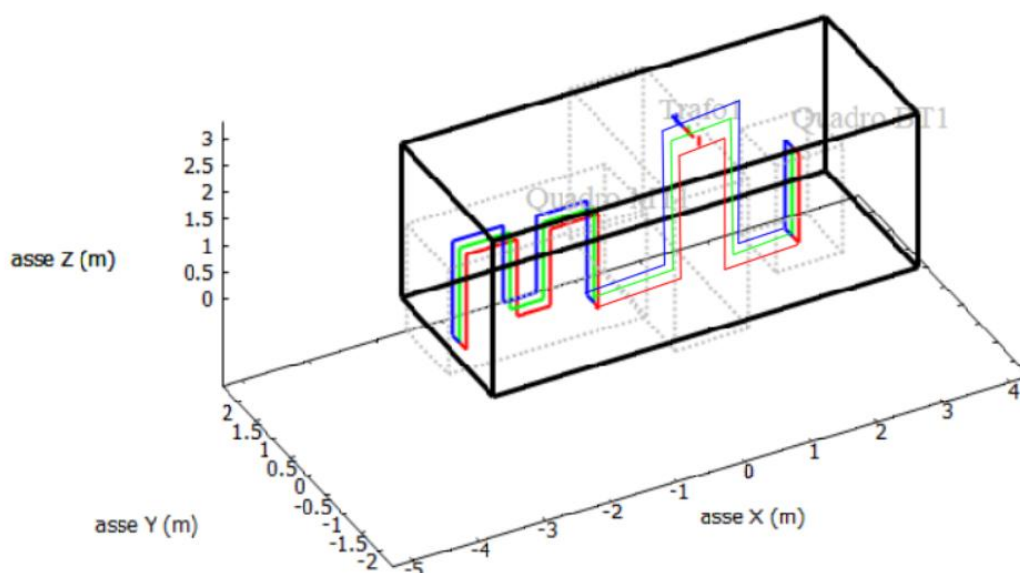


Figura 15: Rappresentazione della STS

Analizzando i valori di induzione magnetica precedenti sul piano XY e XZ (figura 12, figura 13) si nota che mantenersi ad una distanza in direzione dell'asse X di circa 9,5 m, in direzione Y di 7 metri dalle pareti esterne della *Smart Transformer Station (STS)* è sufficiente per raggiungere un valore di induzione magnetica che garantisce il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 µT.

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

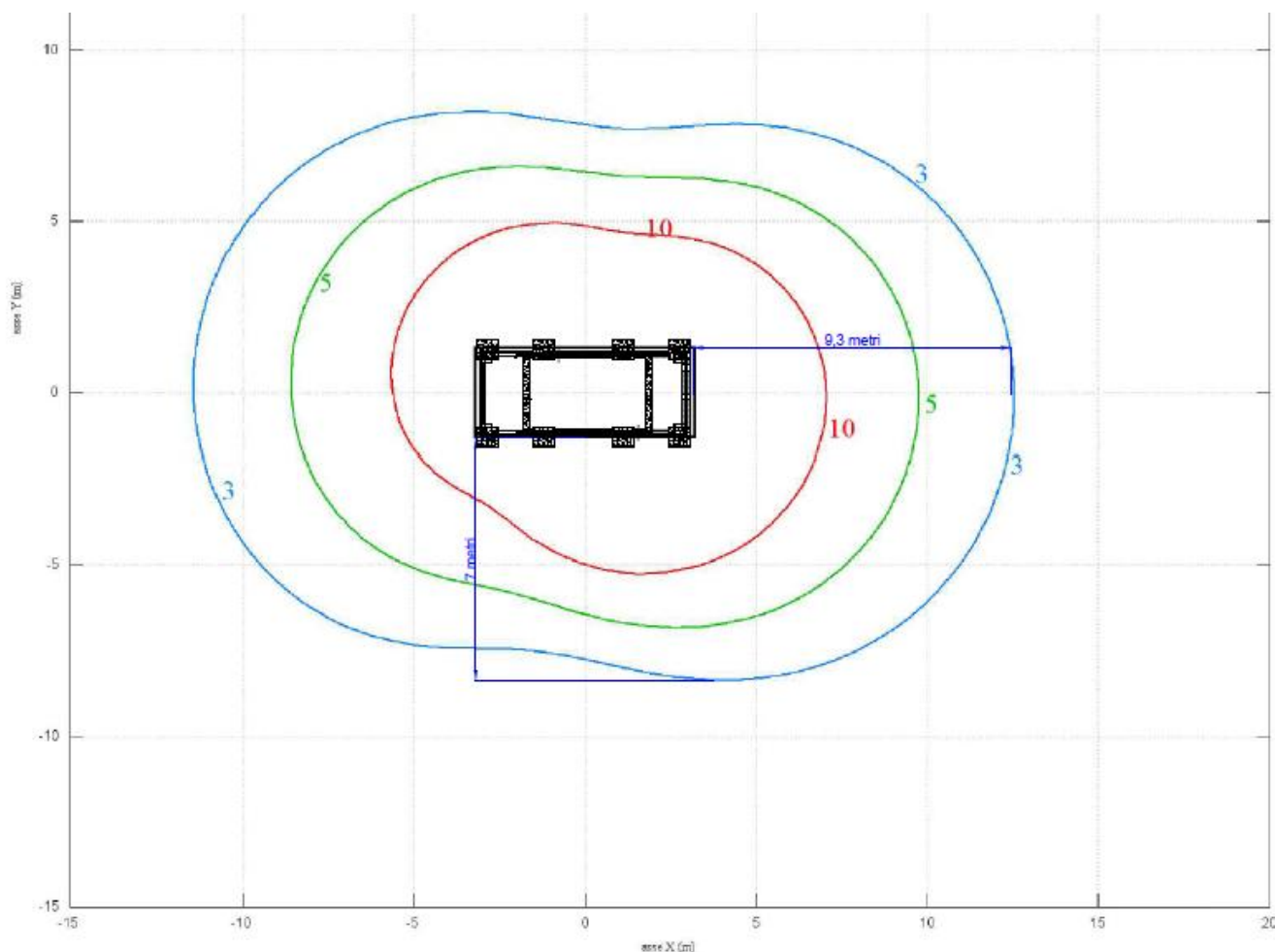


Figura 16: Andamento del campo di induzione magnetica della Smart Transformer Station in progetto sul piano XZ

Si ricorda che tale limite si applica per la realizzazione di manufatti elettrici in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti, di 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 h al giorno. Come riportato nell'elaborato grafico PRAPD0T31-01 - Inquadramento Ortofoto DPA risulta evidente che non è presente alcun edificio ad uso residenziale, scolastico, sanitario, e/o con un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore entro 10 metri da ciascuna STS.

Risulta infatti che gli edifici ad uso abitativo più vicini alle STS in progetto si trovano ad una rispettiva distanza di 29 metri; 49,5 metri e 66 metri come riportato in Figura 17

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**




Figura 17: Distanza da edifici vicini dalle STS più prossime ad edifici io ad uso residenziale, scolastico, sanitario, e/o con un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore

In definitiva, poiché gli STS si configurano tutte all'interno della recinzione del BESS e non accessibile a persone non autorizzate si può escludere pericolo per la salute pubblica.

6.3. CABINE DI RACCOLTA BESS

Per il progetto in esame è prevista l'installazione di n°1 cabina di raccolta per il sistema di accumulo: manufatto mono-blocco in c.a.v. di dimensioni esterne (LxDxH) pari a 8 x,2,5 x 2,66 m in cui saranno alloggiate tutte le apparecchiature elettriche necessarie al controllo e all'esercizio in sicurezza del sistema di

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 28

accumulo. All'interno della cabina di raccolta, I CEM variabili significativi, sono quelli prodotti dai conduttori attraversati dalle correnti in bassa tensione che afferiscono al trasformatore dei servizi ausiliari, trasformatore in resina di taglia massima pari ad 160 kVA. Essendo il medesimo manufatto adottato per l'impianto fotovoltaico e alloggiato nell'area in cui sorgerà il BESS, **per suddetta cabina di raccolta sono valide se stesse le considerazioni fatte per la cabina di raccolta dell'impianto agrivoltaico avanzato; pertanto, saranno valide tutte le considerazioni riportate al Paragrafo 5.4 della presente relazione e , come valore di DPA, si farà riferimento a quanto indicato dalle linee guida di e-distribuzione per le cabine di trasformazione (scheda B.10 del documento “Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08”) applicando come DPA una distanza pari a 1,5 metri.**

7. ANALISI DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI


Tutte le apparecchiature elettriche costituenti l'impianto di Pratello (impianto agrivoltaico e BESS) saranno collegati tra loro menti impianti elettrici realizzati a regola d'arte. I cavi previsti nell'impianto agrivoltaico avanzato integrato con BESS denominato “Pratello”, sono essenzialmente:

- **Cavi in CC**
 - Cavi di stringa: ovvero i cavi CC che collegano la stringa agli inverter di stringa;
- **Cavi in CA/BT:**
 - Cavi inverter impianto di produzione: ovvero i cavi in CA che collegano gli inverter di stringa alle unità di trasformazione (T.U);
 - Cavi inverter bidirezionali del BESS: ovvero i cavi in CA che collegano gli inverter bidirezionali del BESS (PC Inverters) alle Smart Transformer Station (STS);
- **Cavi in CA/MT:**
 - Cavi MT utilizzati nelle linee radiali interne al campo agrivoltaico e del BESS verso le cabine elettriche e l'elettrodotto MT di connessione verso la Sottostazione elettrica utente;
- **Cavi in CA/AT:**
 - l'elettrodotto AT di connessione verso la Cabina Primaria di e-distribuzione in uscita dalla Sottostazione elettrica utente;
 -

Altri cavi: quali ad esempio i cavi di alimentazione dei tracker, cavi dei sistemi di sicurezza, etc.

Il dimensionamento dei cavi eserciti in BT, MT e AT, utilizzati per il trasporto di energia è stato effettuato tenendo conto dei seguenti criteri di verifica:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 29

- Criterio termico: è stato verificato che ogni tratto di cavo abbia una sezione tale che la sua portata sia sempre superiore alla corrente di impiego ad esso associata, in modo da non avere una perdita di vita utile del cavo stesso;
- Criterio elettrico: è stato verificato che la caduta di tensione relativa al percorso più lungo sia inferiore al 2%;
- Tenuta del cavo alla corrente di corto circuito.

7.1. CAVI ELETTRICI BT

I moduli fotovoltaici di per sé stessi sono forniti già dotati di cavi e relativo connettore CC (uno per il polo negativo, uno per il polo positivo), ma di lunghezza tale da permettere il solo collegamento tra moduli fotovoltaici contigui. Verranno quindi collegati in serie tra di loro fino a comporre una stringa, che in questo progetto è composta dalla serie di 28 moduli fotovoltaici

Il collegamento elettrico in bassa tensione in corrente continua tra stringhe e gli inverter di stringa è stato effettuato mediante un cavo unipolare flessibile stagnato di tipo H1Z2Z2 – K ideato appositamente per le applicazioni solari.

il collegamento elettrico in bassa tensione in corrente alternata tra


- Cavi inverter impianto di produzione: ovvero i cavi in CA che collegano gli inverter di stringa alle unità di trasformazione (T.U);
- Cavi inverter bidirezionali del BESS: ovvero i cavi in CA che collegano gli inverter bidirezionali del BESS (PC Inverters) alle Smart Transformer Station (STS);

è stata effettuata mediante un cavo tripolare in alluminio di tipo ARG7R – ARG7OR - 0,6/1kV. La modalità di posa di tali cavi risulta essere di tipo L (ovvero direttamente interrata senza l'utilizzo di protezione meccanica), e di tipo A (ovvero in aria libera).

La corrente elettrica transitante nei collegamenti BT risulta essere in bassa tensione in corrente continua: per cui, analogamente a quanto riferito per i moduli fotovoltaici, la generazione di CEM variabili è limitata ai soli transistori di corrente e quindi tali cavi sono da considerarsi assolutamente irrilevanti come fonte di campi elettromagnetici a bassa frequenza. Una volta raggiunti gli inverter di stringa, la corrente elettrica in bassa tensione in corrente alternata viene trasportata attraverso cavi elettrici interrati fino al T.U. ove confluiscono al quadro elettrico generale di bassa tensione. **La corrente elettrica transitante nei risulta essere in bassa tensione in corrente alternata e per cui soggetta alla generazione di CEM variabili.**

Tuttavia, scelta tecnica di predisporre il cavo di bassa tensione all'interno dell'area di impianto in trincee secondo una modalità di posa interrata di tipo L fa sì che il campo elettrico da esso generato risulti

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 30

pressoché nullo nelle immediate vicinanze il cavo e sul piano di calpestio, e che quindi non costituisca un rischio rilevante per la popolazione in termini di esposizione a CEM.

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati lungo l'impianto in progetto possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

7.2. CAVI ELETTRICI MT

I cavi in media tensione (30 kV AC) in progetto vengono utilizzati per i seguenti collegamenti:

Lato impianto agrivoltaico avanzato:

- Collegamento in “entra-esce” tra Transformation Units;
- Collegamento in “entra-esce” tra Transformation Units e cabine di raccolta;
- Collegamento in “entra-esce” tra cabine di raccolta;
- Collegamento cabina di raccolta e la Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/132 kV;

Lato sistema di accumulo:

- Collegamento in “entra-esce” tra Smart Transformer Station (STS);
- Collegamento tra Smart Transformer Station (STS) e cabina di raccolta BESS;
- Collegamento cabina di raccolta BESS e Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/132 kV;

Per tali collegamenti è stato previsto l'utilizzo del cavo unipolare con conduttore in alluminio ARE4H5E COMPACT 18/30 kV




Figura 18: Cavo MT - ARE4H5E

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche, il cavo rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Le principali caratteristiche costruttive del cavo ARE4H5E COMPACT 18/30 kV risultano:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 31

- Tensione nominale U_0/U : 18/30 kV
- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio – Cl. 2(IEC 60228).
- Semiconduttore interno: Mescola semiconduttiva estrusa
- Isolante: mescola estrusa di polietilene (XLPE)
- Semiconduttivo esterno: mescola semiconduttiva estrusa – non pelabile;
- Rivestimento protettivo: Nastro semiconduttore igroespandente;
- Guaina: Polietilene colore rosso (DMP 2);
- Temperatura max. di esercizio del conduttore: 90°C;
- Temperatura max. di cortocircuito del conduttore: 250°C (max 5s);
- Temperatura max. di cortocircuito dello schermo: 150°C;
- Temperatura min. di posa: 25°C;
- Sforzo max. di trazione sul conduttore durante l'installazione: 50 N/mm²;
- Raggio min. di curvatura durante l'installazione: 14 D_{cav};

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche, il cavo rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2. Il tipo di posa considerata è di tipo **M** (ovvero direttamente interrata con tegolo o lastra di CLS/altro materiale quale protezione meccanica addizionale), con **profondità dello scavo pari ad 1,4 m**. Per tutti i tratti di cavo previsti è stata dimensionata accuratamente la sezione del conduttore del cavo in modo tale che esso sia in grado di trasportare i carichi elettrici ivi transitanti in pieno soddisfacimento del criterio termico, elettrico e di corto circuito come previsto dalla norma CEI 11-17.

Per l'impianto "Pratello" si stimano le seguenti metriche di cavo MT:

Tratto	Lunghezza [m]	S _{ac} [MVA]	N° cores	N° terne per tratto	Corrente IMPIEGO [A]	Sezione [mmq]	R[Ω/m]	X[Ω/m]	Portata singola terna [A]	Portata totale [A]	ΔU%
<u>Transformation units 1 - Cabina di raccolta 1</u>	435	2,5	3	1	48	95	0,00042	0,00013	285	285	0,05%
<u>Transformation units 3 - Transformation units 2</u>	240	2,5	3	1	48	95	0,00042	0,00013	285	285	0,03%
<u>Transformation units 2 - Cabina di raccolta 1</u>	75	5	3	1	96	95	0,00042	0,00013	285	285	0,02%
<u>Transformation units 4 - Cabina di raccolta 2</u>	10	2,5	3	1	48	95	0,00042	0,00013	285	285	0,00%
<u>Transformation units 9 - Transformation units 8</u>	95	2,5	3	1	48	95	0,00042	0,00013	285	285	0,01%
<u>Transformation units 8 - Transformation units 7</u>	95	5	3	1	96	95	0,00042	0,00013	285	285	0,02%
<u>Transformation units 7 - Transformation units 6</u>	200	7,5	3	1	144	95	0,00042	0,00013	285	285	0,07%

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

<u>Transformation units 6 - Transformation units 5</u>	150	10	3	1	192	95	0,00042	0,00013	285	285	0,07%
<u>Transformation units 5 - Cabina di raccolta 3</u>	320	12,5	3	1	241	95	0,00042	0,00013	285	285	0,18%
<u>Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2</u>	725	7,5	3	1	144	95	0,00042	0,00013	285	285	0,25%
<u>Cabina di raccolta 3 - Cabina di raccolta 2</u>	575	12,5	3	1	241	95	0,00042	0,00013	285	285	0,33%
<u>SSE -Cabina di raccolta 2</u>	9035	20	3	1	385	500	8,9E-05	0,0001	479	479	1,78%
<u>SST 1 - Cabina di Raccolta BESS</u>	80	9	3	1	173	95	0,00042	0,00013	285	285	0,03%
<u>SST 2 - Cabina di Raccolta BESS</u>	60	9	3	1	173	95	0,00042	0,00013	285	285	0,02%
<u>SST 3 - Cabina di Raccolta BESS</u>	40	9	3	1	173	95	0,00042	0,00013	285	285	0,02%
<u>SST 4 - Cabina di Raccolta BESS</u>	50	6	3	1	115	95	0,00042	0,00013	285	285	0,01%
<u>Cabina di raccolta BESS - SSE</u>	120	33	3	1	635	95	0,00042	0,00013	285	285	0,18%

Figura 19 – Caratteristiche elettriche dei tratti di cavo MT in progetto.


Le sezioni di cavi previste per il progetto sono quindi di 95 e 500 mmq. Si precisa che, per quanto concerne l'elettrodotto MT 30 kV che collega la cabina di raccolta 2 dell'impianto agrivoltaico "Pratello" alla SSE utente, per una lunghezza complessiva di circa 9 km, è stata prevista la condivisione dello scavo con l'elettrodotto MT 15 kV del vicino impianto agrivoltaico della società ISIRE S.r.l. Poiché le società ISIRE S.r.l. e SUNSTORE S.r.l. fanno riferimento ad un'unica società proprietaria di entrambe le SPV, al fine di recare il minor disturbo possibile al traffico cittadino e limitare le interferenze con gli eventuali sottoservizi rilevati lungo il tracciato, è stato definito un accordo sulla posa congiunta dei due elettrodotti nello stesso scavo, con profondità rispettivamente pari a 1,4 m per la linea della società SUNSTORE S.r.l. e 1,2 m per quella della società ISIRE S.r.l.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico ai fini della verifica del soddisfacimento dei criteri.

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

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

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 33

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente su:

- 1) Riduzione della distanza tra le fasi;
- 2) Installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo;
- 3) Utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate;
- 4) Interramento della terna di cavi;

Quest'ultima soluzione risulta essere la soluzione maggiormente impiegata per il contenimento dei CEM ai fini di un potenziale rischio di esposizione sulla popolazione: si è infatti dimostrato che i valori di campo magnetico indotti dai vari elettrici di media tensione risultano notevolmente abbattuti mediante il completo interrimento degli elettrodotti. Questi, posti ad una profondità di scavo pari a 1,4 metri nel terreno, saranno sorgenti di un campo magnetico variabile che risulta essere completamente smorzato già al livello del suolo. In aggiunta, si specifica che sarà la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di una terna di cavi in configurazione cosiddetta "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo nelle immediate prossimità dei cavi.

Per i calcoli di verifica effettuati si sono state considerate le correnti a potenza nominali, ovvero massime circolanti sull'elettrodotto in esame. Vista la natura della sorgente primaria di energia, questa potenza non verrà erogata dall'impianto continuativamente. Attraverso il software Magic v1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding, è stato possibile eseguire la simulazione relativa all'impatto elettromagnetico risultante dei seguenti cavidotti:


- 1) **n° 1 terna "a trifoglio" di cavi tipo unipolare di sezione pari a 500 mm, in materiale alluminio; POSA del cavo più gravosa per la sola società SUNSTORE S.r.l.**
- 2) **n°2 terne di cavi "a trifoglio" di tipo unipolare di sezione pari a 500 mm, in materiale alluminio, POSA CONGIUNTA società ISIRE S.r.l. e SUNSTORE S.r.l.**

in seguito di analizzerà la DPA di queste due configurazioni di cavidotto.

7.2.1. POSA CAVIDOTTO SOCIETÀ SUNSTORE SRL

In questo paragrafo verrà analizzata la DPA risultante dal cavidotto in progetto della società SUNSTORE SRL in configurazione di singola terna a trifoglio posta ad una profondità di 1,4 metri dal piano calpestio. Si esclude la condivisione all'interno dello stesso scavo con altri elettrodotti (sia di media tensione che di bassa tensione).

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 34

L'elettrodotto in esame opera alla tensione di 30 kV.

Al fine dell'analisi è stato previsto l'utilizzo del cavo unipolare **di sezione pari a 500 mm** con conduttore in alluminio ARE4H5E COMPACT 18/30 kV. Per i calcoli di verifica delle emissioni di campi EM sono state considerate le correnti a potenza nominali, ovvero massime circolanti sull'elettrodotto in esame.

Attraverso il software *Magic v1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation)* della *BEShielding*, è stato possibile eseguire la simulazione relativa all'impatto elettromagnetico risultante da una singola terna di cavi MT posti in un solo scavo. Tale tratta risulta essere stata oggetto di studio in quanto:

- 1) **Tratto di cavidotto il cui percorso interessa in parte anche la viabilità stradale esistente, frequentata assiduamente anche dalla popolazione locale;**
- 2) **Il cavo in cui circola la corrente più intensa in tutto il progetto;**
- 3) **Il cavo di sezione maggiore in esame**

Per quanto precedentemente descritto, esso costituisce quindi il caso più rappresentativo ed il più gravoso per verifica del rispetto dei valori limite indicati nel DPCM 08/07/2003 per una singola terna: infatti per l'impianto di Pratello si suppone l'impiego prevalente un cavo di ARE4H5E COMPACT 18/30 k di sezione pari a 95 mmq in configurazione di singola terna a trifoglio. Per tale tratta si è supposto l'impiego di una terna di cavi unipolari di sezione pari a 500 mm², direttamente interrata nel suolo (posa di tipo L. in ciascun cavo circolerà una corrente **pari a 479 A**).

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	830	450
70	9,7	25,6	34	870	450
95	11,4	26,5	35	950	470
120	12,9	27,4	36	1040	470
150	14,0	28,1	37	1130	490
185	15,8	29,5	38	1260	510
240	18,2	31,5	41	1480	550
300	20,8	34,7	44	1740	590
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41,0	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369
400	680	549	422
500	789	624	479
630	918	709	545

Figura 20: Dati costruttivi cavi ARE4H5E COMPACT 18/30

Il diametro esterno di ciascun cavo unipolare è pari a 0,05 metri. Si riporta di seguito la mappa 2D dell'induzione magnetica su un piano (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**²¹) ipotizzando la posizione della terna di cavi disposti a trifoglio, ad una inter-distanza pari al loro diametro, collocate nel punto (0;0) del piano XY. Il piano di calpestio si trova ad una distanza di 1,4 metri dal punto (0;0) in direzione Y.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			




Figura 21: Induzione magnetica su piano 2D – singola terna di cavi 30 kV Curve ISO livello.

Come è possibile constatare dall'immagine sopra, quindi, il valore di induzione magnetica al suolo, ovvero ad 1,4 metri dall'asse del cavidotto, risulta:

- 1) Sicuramente inferiore a $10\mu\text{T}$, valore indicato nel DPCM 08/07/2003 come limite di attenzione previsto per le 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.
- 2) Inferiore a $3\mu\text{T}$, valore indicato nel DPCM 08/07/2003 come valore obiettivo di qualità

Infine, come è possibile constatare anche dagli inquadramenti grafico allegato "PRAPD0T31-01 - Inquadramento Ortofoto DPA", si sottolinea che la posa dei cavidotti è prevista siti lontani da ambienti particolarmente protetti, quali scuole, aree di gioco per l'infanzia, etc.; correndo per la gran parte del loro percorso lungo ai margini della rete viaria esistente. Si sottolinea quindi come quest'ultimo si trovi a distanza sempre **maggiore di 3 m** da qualsiasi elemento sensibile ad ora individuato.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 36

Per tutti i cavidotti MT sono dunque rispettati anche i valori di azione indicati nel D.Lgs. 159/2016, pari a 100 μ T per il campo magnetico.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate (modalità di posa interrata L, M o N), esso è da ritenersi insignificante grazie al mutuo effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno agricolo.

7.2.2. POSA CAVIDOTTO CONGIUNTA: SOCIETÀ SUNSTORE SRL ED ISIRE SRL

In questo paragrafo viene analizzata la DPA risultante dalla posa congiunta, nello stesso scavo, dell'elettrodotto in progetto della società SUNSTORE SRL e dell'elettrodotto in progetto (già autorizzato) della società ISIRE SRL. L'elettrodotto SUNSTORE SRL è realizzato in configurazione a singola terna a trifoglio, posata a una profondità di 1,4 m dal piano campagna, ed esercita alla tensione di 30 kV. L'elettrodotto ISIRE SRL, invece, è previsto a una profondità di 1,2 m ed esercisce alla tensione di 15 kV.

Il tratto interessato da tale configurazione ha una lunghezza complessiva di circa 9 km., in cui è previsto l'impiego di cavi unipolari con conduttore in alluminio di tipo ARE4H5E COMPACT: nella versione 18/30 kV per SUNSTORE SRL e 12/20 kV per ISIRE SRL.

In particolare, per l'elettrodotto SUNSTORE SRL si assume l'impiego di una terna di cavi unipolari da 500 mm², direttamente interrati, con portata di corrente pari a 479 A. Per l'elettrodotto ISIRE SRL si assume analogamente una terna di cavi unipolari da 500 mm², direttamente interrati nel suolo (posa di tipo L), con corrente di esercizio pari a 482 A. La distanza tra le due terne di cavi sarà pari a circa 40 cm (0,4 metri).

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	580	370
70	9,7	20,8	29	650	380
95	11,4	22,1	30	740	400
120	12,9	23,2	32	840	420
150	14,0	24,3	33	930	440
185	15,8	26,1	35	1090	470
240	18,2	28,5	37	1310	490
300	20,8	31,7	42	1560	550
400	23,8	34,9	45	1930	610
500	26,7	37,8	48	2320	650
630	30,5	42,4	53	2880	700

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371
400	676	551	423
500	787	627	482
630	916	712	547

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	830	450
70	9,7	25,6	34	870	450
95	11,4	26,5	35	950	470
120	12,9	27,4	36	1040	470
150	14,0	28,1	37	1130	490
185	15,8	29,5	38	1260	510
240	18,2	31,5	41	1480	550
300	20,8	34,7	44	1740	590
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41,0	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369
400	680	549	422
500	789	624	479
630	918	709	545

Numero di linee
2

☒ Corrente in modulo (A) e fase (Deg)
☐ Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A)

OK

Linea1

Corrente [A] 479
Fase [grad] 120

Posizione linea
X [m] -0.2
Y [m] -1.4

Tema_a_trifoglio
☒ RST ☐ TSR ☐ RTS
☐ SRT ☐ STR ☐ TRS

Distanza tra i conduttori d (m) 0.03

Linea2

Corrente [A] 482
Fase [grad] 120

Posizione linea
X [m] 0.2
Y [m] -1.2

Tema_a_trifoglio
☐ RST ☐ TSR ☐ RTS
☐ SRT ☒ STR ☐ TRS

Distanza tra i conduttori d (m) 0.03

Induzione magnetica su un punto

Punto 1
x1 -5
y1 -5

Punto 2
x2 5
y2 5

Discretizzazione
Num. punti lungo x 100
Num. punti lungo y 100

Opzioni di visualizzazione
Mappa 2D Salva
Mappa 3D Salva

Curva isovello
:10 μT
Multi generale
OK Salva

Induzione magnetica su una linea

Induzione magnetica su un piano

Diagramma di calcolo dell'induzione magnetica su un punto P(x_p, y_p).
Le tre linee sono separate da distanze d₁, d₂, d₃.
Le altezze dei conduttori sono h₁, h₂, h₃.
Le correnti sono I_R = I_S = I_T = I.

Figura 22a: Dati costruttivi cavi ARE4H5E COMPACT 18/30 e ARE4H5E COMPACT 12/20, Figura 22B: parametri di input analisi DPA tramite software

Comune: Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto

Provincia: Bologna

Denominazione: Pratello

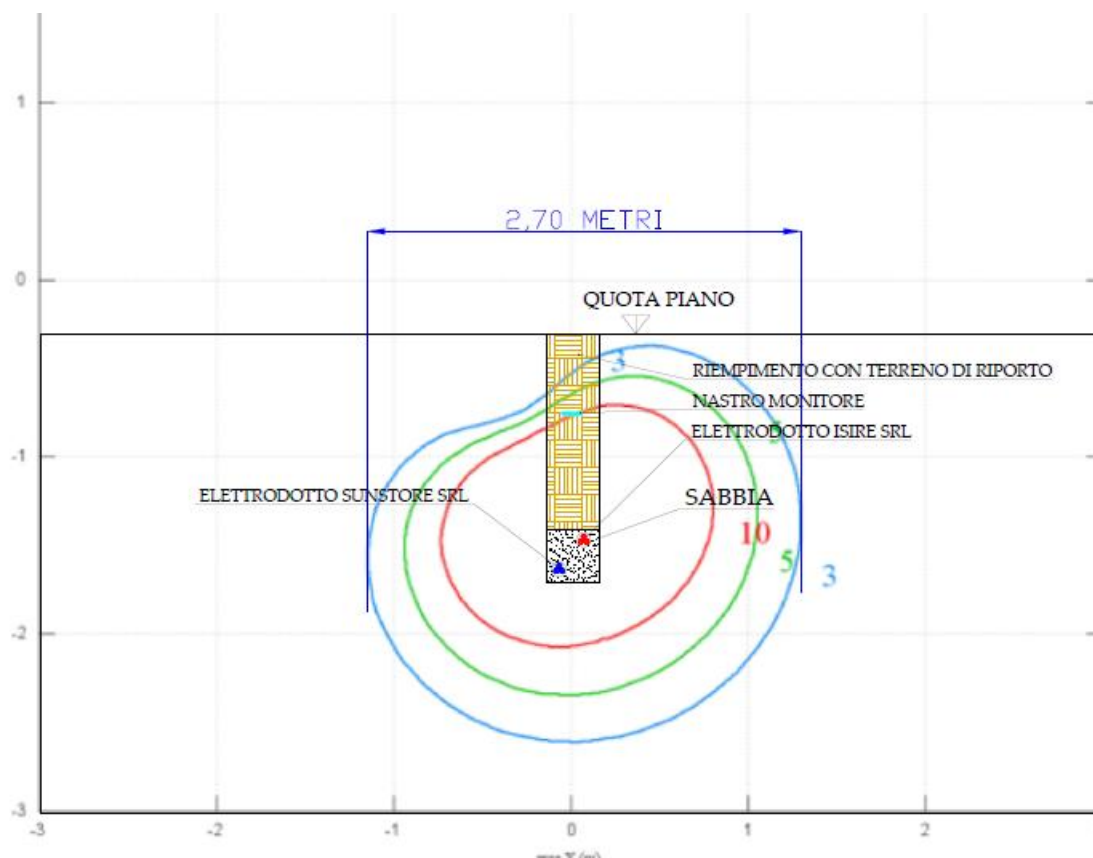



Figura 23: Induzione magnetica su piano 2D – singola terna di cavi 30 kV Curve ISO livello

Come è possibile constatare dall'immagine sopra, quindi, il valore di induzione magnetica al suolo risulta:

- 3) Sicuramente inferiore a $10\mu T$, valore indicato nel DPCM 08/07/2003 come limite di attenzione previsto per le 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.
- 4) Inferiore a $3\mu T$, valore indicato nel DPCM 08/07/2003 come valore obiettivo di qualità

Parallelamente alla modellazione elettromagnetica è stata effettuata un'analisi territoriale finalizzata all'individuazione di eventuali recettori sensibili o aree caratterizzate da permanenza prolungata della popolazione poste in prossimità del tracciato del cavidotto. Come evidenziato nell'elaborato grafico "PRAPD0T31-01 - Inquadramento Ortofoto DPA", il tracciato dell'infrastruttura elettrica si sviluppa prevalentemente lungo i margini della viabilità esistente e in aree prive di edifici residenziali o altre strutture sensibili. Le verifiche effettuate hanno evidenziato l'assenza di recettori sensibili ubicati entro

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 39

una distanza inferiore a 5 metri dall'asse del cavidotto, nonché l'assenza di ambienti abitativi, scolastici o aree di gioco per l'infanzia interessati da una possibile esposizione di campi EM.

Alla luce delle simulazioni elettromagnetiche effettuate e delle verifiche territoriali condotte, si può pertanto concludere che l'elettrodotto interrato in progetto rispetta pienamente i limiti e gli obiettivi di qualità stabiliti dalla normativa vigente e non determina condizioni di esposizione ai campi magnetici tali da interessare luoghi caratterizzati da permanenza prolungata della popolazione.

7.2.3. INTERFERENZA PUNTUALE CAVO DI ALTA TENSIONE E CAVO DI MEDIA TENSIONE.

Il dimensionamento del cavo in Alta Tensione (AT) a 132 kV in corrente alternata, destinato al trasporto dell'energia elettrica dalla Sottostazione utente alla Cabina Primaria di e-distribuzione "S. Giovanni in Persiceto", è stato eseguito in riferimento ad una potenza massima pari a 50 MW, idonea a garantire il convogliamento dell'energia prodotta dagli impianti connessi alla sottostazione. È prevista la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato, per una lunghezza complessiva di circa **480 m**.

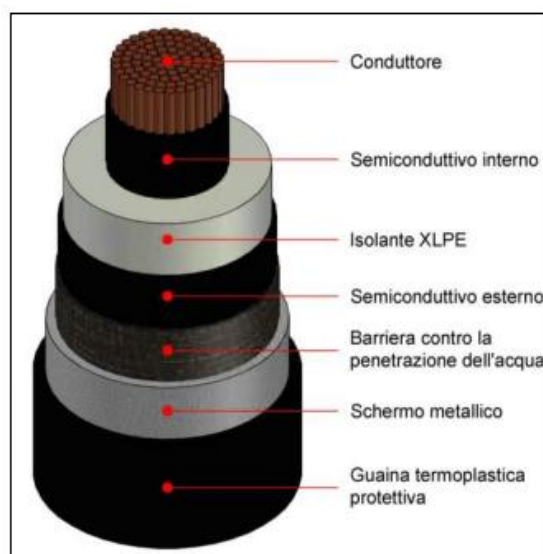



Figura 24: Cavo AT in progetto

Si riportano in seguito le principali dell'elettrodotto AT in progetto:

- Materiale del conduttore: Alluminio
- Isolamento: XLPE (chemical)

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 40

- Tipo di conduttore: A 6 settori riuniti;
- Guaina metallica: Alluminio termofuso;
- Sezione del conduttore: 1600 mm²
- Peso approssimativo: 10 kg/km;
- ❖ Max tensione di funzionamento: 170kV;
- ❖ Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio: 1130 A;
- ❖ Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio: 970 A;
- ❖ Corrente ammissibile di corto circuito; 20 kA
- ❖ Tensione operativa: 132 kV;

La posa del cavidotto è prevista in modalità di tipo M, ovvero direttamente interrata con adeguata protezione meccanica (tegolo o lastra in calcestruzzo), con **profondità media di scavo pari a circa 1,7 m**. Per la linea elettrica di Alta tensione interrata sarà necessario applicare una DPA pari ad **6.20 metri (3.10 metri per lato)** (come indicato nell' ALLEGATO A "DPA LINEE AT E CABINE PRIMARIE" – Scheda A15 - nelle Linee Guida per l'applicazione del DM 09.05.08) per una semplice terna di cavi interrati a trifoglio di sezione pari a 1600 mm² e corrente di transito pari a 1110 A.


CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) <u>Scheda A15</u>	108 mm 1600 mm²		1110	3.10	A15
---	---	---	-------------	-------------	------------

Figura 25: Scheda A15 - DPA cavo AT - ALLEGATO A "DPA LINEE AT E CABINE PRIMARIE" – Scheda A15 - nelle Linee Guida per l'applicazione del DM 09.05.08)

In parallelo, è stata condotta un'analisi delle interferenze dei campi elettromagnetici lungo il tracciato del cavidotto in Media Tensione (30 kV), con particolare riferimento al tratto in corrispondenza di Via Puglia ove il cavidotto di Alta Tensione e Media Tensione interferiscono. Si riporta in seguito una immagine esplicativa dell'interferenza tra i cavidotti (figura 26)


Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			



Figura 26: Interferenza Cavo AT e Cavo MT

Suddetta analisi è stata condotta via software Magic v1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding. Per l'analisi del possibile aggravio dovuto alla possibile sovrapposizione dei campi EM dei due cavidotti (MT e AT) è stata predisposta una specifica modellazione numerica, come illustrato in Figura 27:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 42

Numero di linee

2

☒ Corrente in modulo (A) e fase (Deg)

☐ Corrente in parte reale (A) e parte immaginaria (A)

OK

Linea1

Corrente [A] 1100

Fase [gradi] 120

Posizione linea

X [m] 0

Y [m] -1.9

Tema_a_trifoglio

☒ RST ☐ TSR ☐ RTS

☐ SRT ☐ STR ☐ TRS

Distanza tra i conduttori d (m) 0-16

Linea2

Corrente [A] 479

Fase [gradi] 120

Posizione linea

X [m] 0

Y [m] -1.4

Tema_a_trifoglio

☐ RST ☐ TSR ☐ RTS

☐ SRT ☒ STR ☐ TRS

Distanza tra i conduttori d (m) 0.03

Induzione magnetica su un punto

Punto 1

x1 -5

y1 -5

Punto 2

x2 5

y2 5

Discretizzazione

Num. punti lungo x 100

Num. punti lungo y 100

Opzioni di visualizzazione

Mappa 2D Salva

Mappa 3D Salva

Curva isolivello

3.5 μT

Multi generale

OK Salva

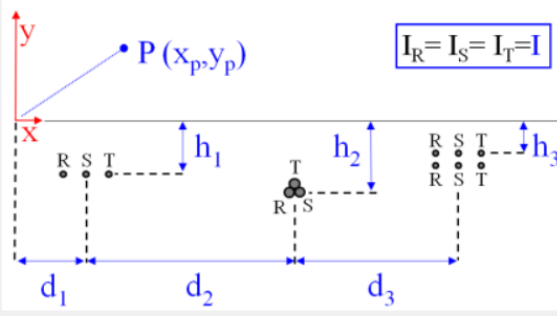


Figura 27: Parametri di input software MAGIC

L'analisi è stata condotta mediante il software specialistico Magic v1.8.4.0 (MAGnetic Induction Calculation) sviluppato da BESHielding, considerando le reali configurazioni di posa, le geometrie dei cavidotti e le condizioni di esercizio più gravose. In particolare, per la linea in Media Tensione è stata assunta una terna di cavi unipolari con sezione pari a 500 mm² e corrente di esercizio pari a 479 A, mentre per il cavo AT una sezione di 1600 mmq con corrente pari a 1100 A. La valutazione dell'eventuale aggravio dovuto alla sovrapposizione dei campi elettromagnetici generati dalle linee AT e MT è stata effettuata considerando la combinazione delle correnti nei conduttori e la mutua disposizione spaziale dei cavidotti, ponendoli alla medesima coordinata sulle asse delle X

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

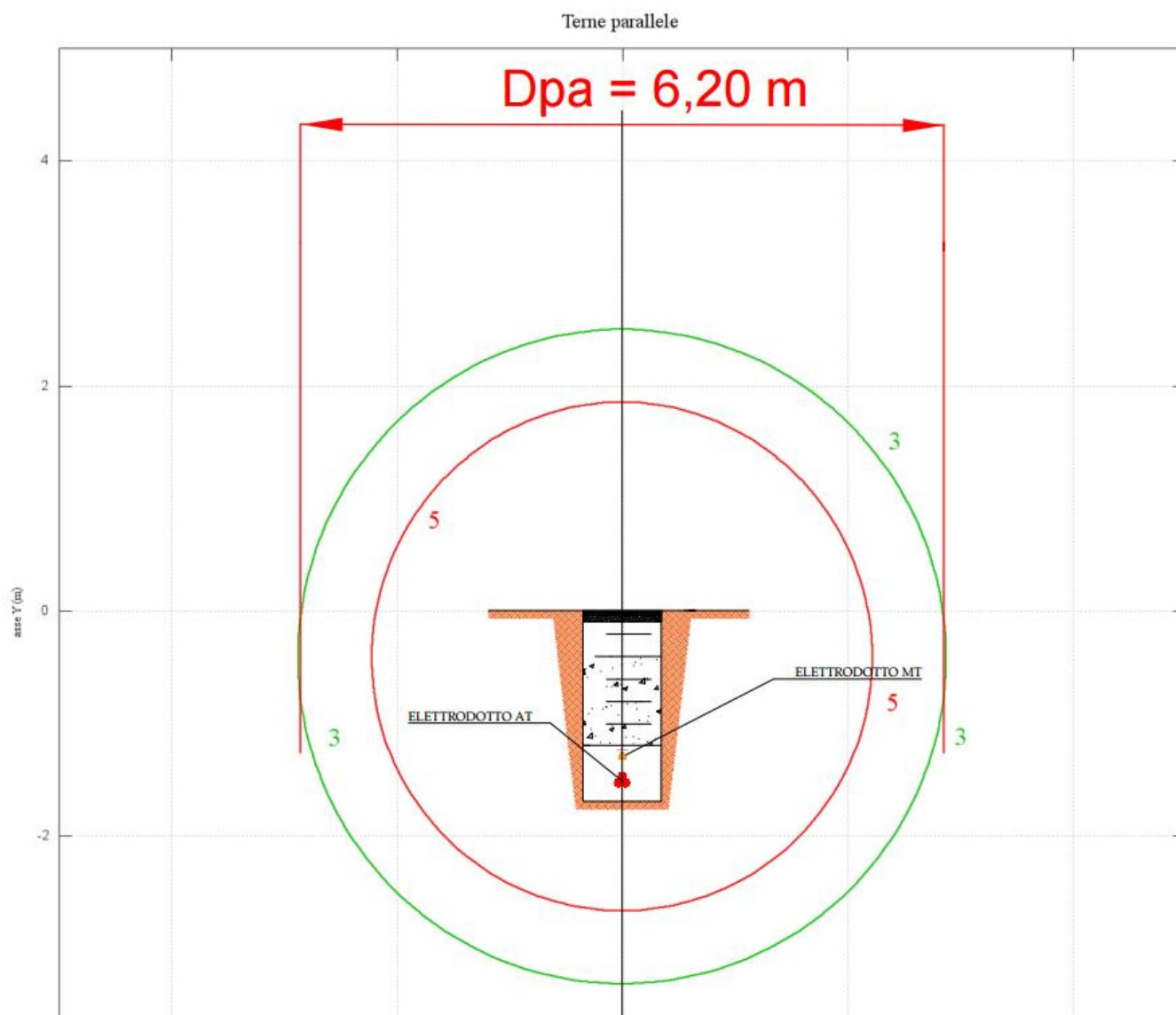


Figura 28: DPA Cavo AT + Cavo MT


Le analisi condotte evidenziano che le curve di isocampo a $3\mu\text{T}$ (valore indicato nel DPCM 08/07/2003 come **valore obiettivo di qualità**) risultano confinate all'interno della DPA già considerata per il Cavo AT, senza determinare una estensione significativa delle aree di influenza dei campi EM.

Per concludere, **I risultati della modellazione numerica mostrano infatti che, in virtù della configurazione di posa adottata, non si riscontra un aggravio delle condizioni di esposizione ai campi elettromagnetici. La fascia di rispetto rimane contenuta entro la DPA già determinata per la linea in Alta Tensione, pari a 6,20 m complessivi.**

Comune: **Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto**

Provincia: **Bologna**

Denominazione: **Pratello**

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 44

Pertanto, la compresenza dei cavidotti in Media e Alta Tensione lungo il tratto di Via Puglia non comporta il superamento dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità stabiliti dalla normativa vigente, né determina l'interessamento di recettori sensibili presenti nelle aree limitrofe.

8. FASCE DI RISPETTO E DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Il decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" definisce sia la fascia di rispetto che la distanza di prima Approssimazione (DPA).

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore.

Distanza di prima approssimazione: per le linee elettriche 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 di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti cella cabina stessa che garantisca i requisiti di cui sopra.


Si specifica che forma e dimensione delle fasce di rispetto saranno, conseguentemente alla definizione delle stesse, variabili a seconda della tratta considerata in relazione ai dati caratteristici della stessa. Si definiscono per l'impianto in progetto tali grandezze.

8.1. CAVIMT

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto per il cavidotto MT è stata effettuata la simulazione di calcolo per i casi presentati nei paragrafi precedenti.

La Distanza di Prima Approssimazione per i cavidotti MT (sia in configurazione di singola terna che in configurazione di terna doppia (ISIRE SRL + SUNSTORE SRL) risulta essere pari a 3 metri.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 45

8.2. MANUFATTI ELETTRICI

Nonostante le cabine elettriche scelte in fase di progettazione definitiva non siano tutte classificabili come standard si è scelto di determinare la Distanza di Prima Approssimazione applicando la procedura di calcolo definita dal Decreto Ministeriale 29 maggio 2008.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali), è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale dell'avvolgimento di bassa tensione del trasformatore e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso. Per determinare le DPA relativa al trasformatore si applica la formula:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0.40942 * x^{0.5242}$$

dove:

I = Corrente nominale lato BT del trasformatore (A)

x = diametro dei cavi BT (m)


Otteniamo quindi i valori di induzione magnetica riportati nella seguente tabella, al variare della distanza dal trasformatore, considerando i diversi modelli di trasformatore:

	Induzione elettromagnetica [μ T]		
Distanza	trasformatore da 500 kVA	trasformatore da 1500 kVA	trasformatore da 2000 kVA
0,5	672,75	1165,23	1345,50
1	96,60	167,31	193,20
1,5	31,04	53,76	62,08
2	13,87	24,02	27,74
2,5	7,43	12,86	14,85
3	4,46	7,72	8,91
3,5	2,89	5,01	5,79
4	1,99	3,45	3,98
4,5	1,43	2,48	2,86
5	1,07	1,85	2,13

Tabella E – Valori di distanza e di induzione magnetica per i trasformatori.

I trasformatori di potenza BT/MT scelti in fase di progettazione sono del tipo ad olio e caratterizzate dalle seguenti caratteristiche:

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 46

- 1) N°9 Trasformatori MT/BT di potenza nominale pari 2500 kVA posti all'interno dell'impianto agrivoltaico avanzato;
- 2) N°4 Trasformatore ausiliare di potenza nominale massima pari 160 kVA posto all'interno di ciascuna cabina di raccolta (N°3 dell'impianto agrivoltaico avanzato e N°1 del sistema di accumulo)
- 3) N°3 Trasformatori MT/BT di potenza nominale pari a 9000 kVA ed N°1 di potenza nominale pari a 6000 kVA impiegati nel sistema di accumulo integrato;

Pertanto, per ciascuna cabina elettrica si ottiene una DPA, arrotondata al mezzo metro superiore pari a:

- **8 metri per ciascuna Transformation Units (TU) prevista nell'impianto agrivoltaico avanzato;**
- **1,5 metro per cabina di raccolta (sia BESS che impianto agrivoltaico avanzato);**
- **9,5 metri per ciascuna Smart Transformer Station (STS) previsto nel sistema di accumulo;**

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto sarebbero determinate fasce di rispetto (calcolate in funzione del limite di esposizione, nonché valore di attenzione, pari a 5 kV/m) che sono sempre inferiori a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

9. APPROFONDIMENTO: Impatto EM della Sottostazione elettrica, con un nucleo abitato (Frazione Biancolina)

L'impatto elettromagnetico associato alla sottostazione elettrica in progetto risulta principalmente legato alla generazione di campi magnetici a bassa frequenza (50 Hz), tipici degli impianti di trasformazione e distribuzione dell'energia. Tali campi presentano un rapido decadimento con la distanza dalla sorgente e risultano generalmente confinati nelle immediate vicinanze dell'impianto. Per fare riferimento alle distanze di prima approssimazione di suddetto elemento si è fatto riferimento a quanto riportato nella scheda A.16 del documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08") in cui si riporta come DPA una distanza pari a 14 metri da centro sbarre AT.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

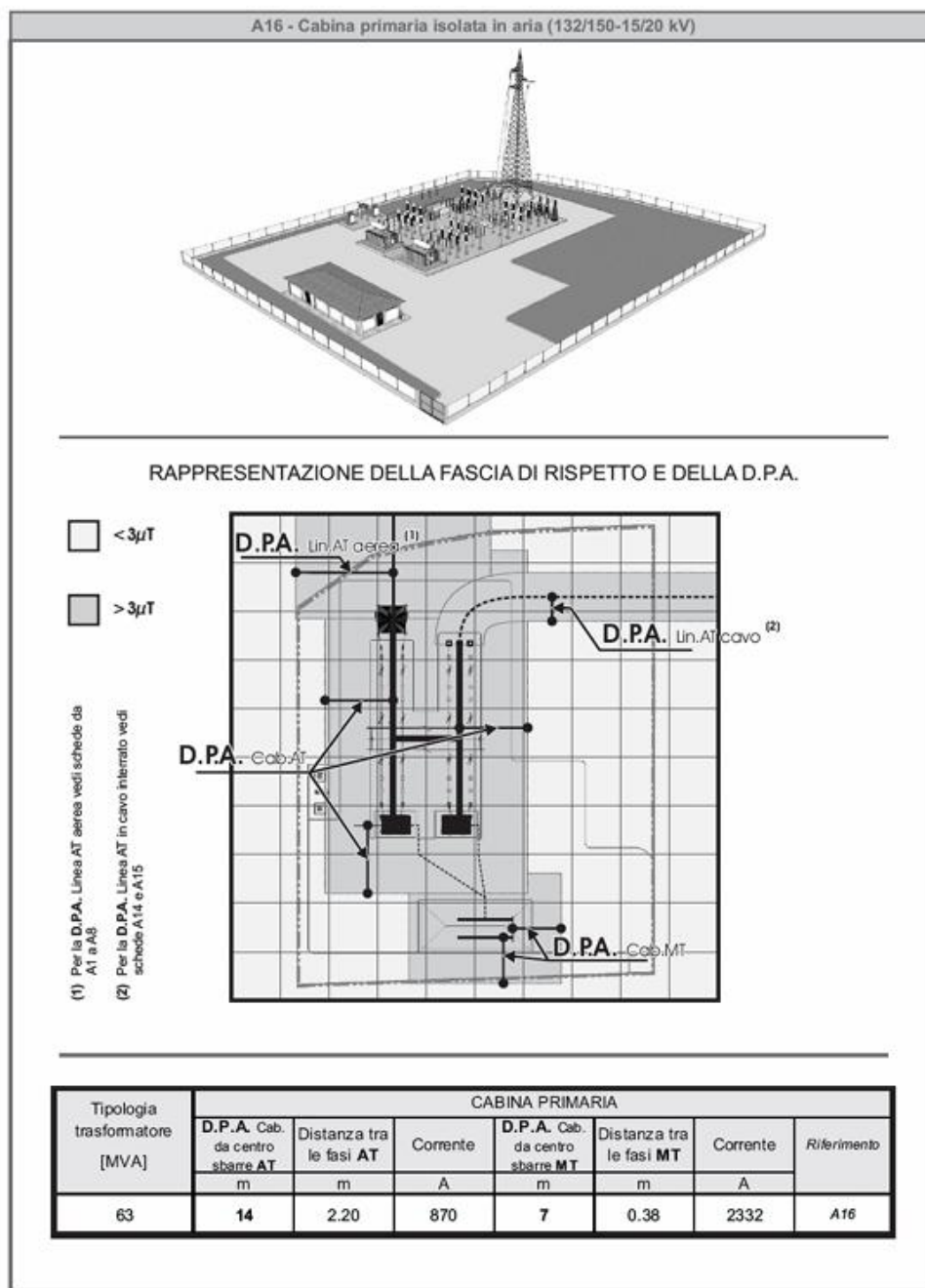



Figura 29: Scheda A.16 del documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08"

In relazione alla presenza del nucleo abitato della Frazione Biancolina (nel Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)), si evidenzia che i livelli di esposizione attesi, in condizioni di esercizio ordinario,

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 48

risultano compatibili con i limiti stabiliti dalla normativa vigente (DPCM 8 luglio 2003): con particolare riferimento all'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$ (**campitura tratteggiata in colore blu nella Figura 30**) per aree a permanenza prolungata, suddetta area in cui si misurano campi elettromagnetici maggiori di $3 \mu\text{T}$ risultano posti ad **una distanza sempre maggiore di 64 metri**.

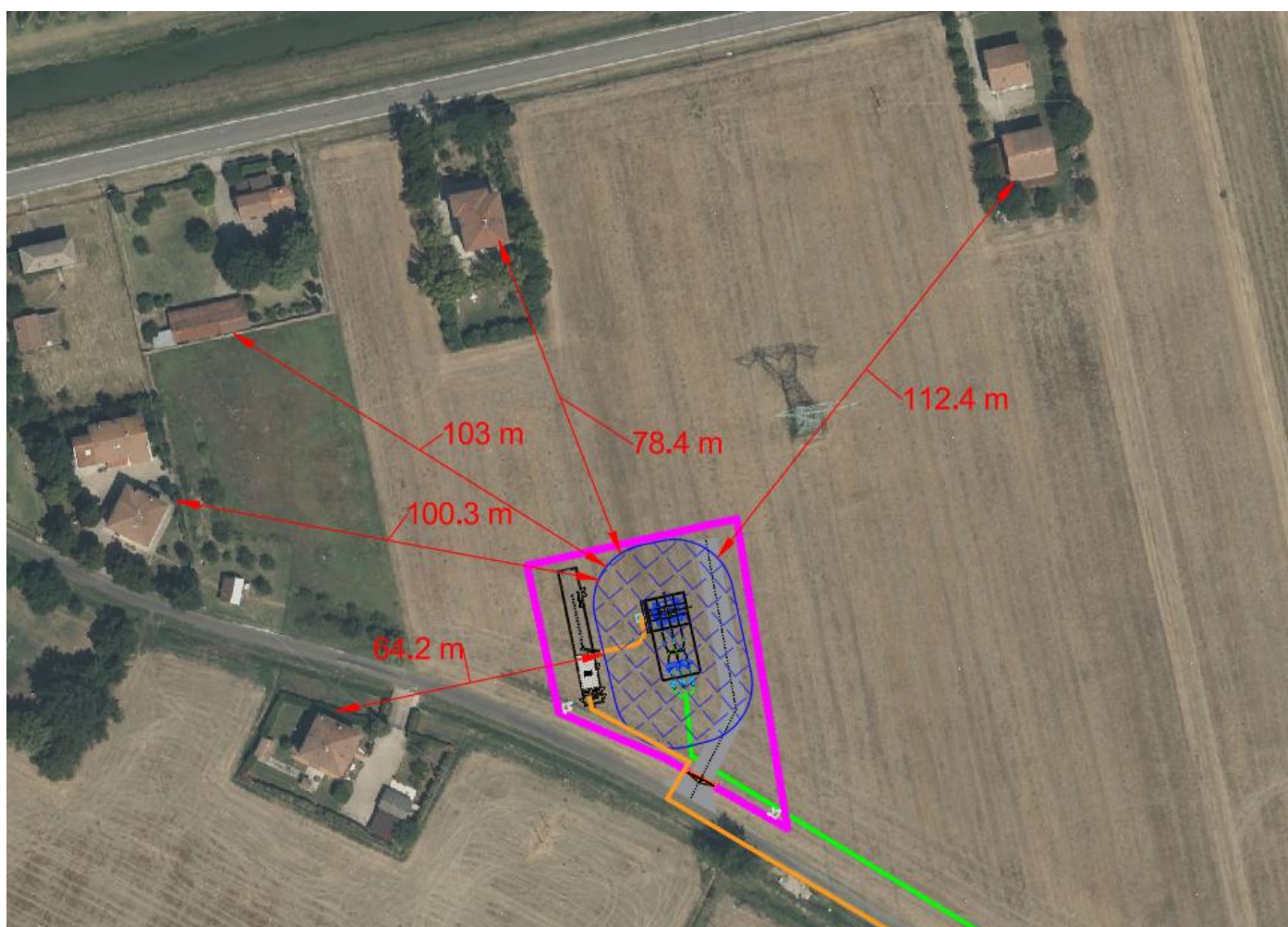



Figura 30: Distanze dalla zona a valori superiori a $3 \mu\text{T}$ indotti dalla sottostazione elettrica utente

Pertanto, sulla base delle caratteristiche tipologiche dell'impianto e della distanza dalle abitazioni, non si prevedono criticità significative sotto il profilo dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			

	Tipo: Documentazione di Progetto		
	Titolo: Relazione impatto elettromagnetico		
	Rev. 02 – 18/03/2025		Pag. 49

10. CONCLUSIONI

La determinazione delle Distanza di Prima Approssimazione è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 e quindi riportando per ogni opera elettrica il valore relativo. Da quanto riportato nei precedenti paragrafi, nonché nei calcoli sopra eseguiti, risulta evidente che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge. Dalla verifica di tutta la linea elettrica interrata non esistono recettori sensibili all'interno delle fasce di rispetto come sopra definite come ben rappresentato nell'elaborato grafico ***"PRAPD0T31-01 - Inquadramento Ortofoto DPA"***. In particolare, non si ravvisano pericoli per la salute dei lavoratori eventualmente presenti nelle aree interessate in quanto le zone che rientrano nel limite di attenzione ma non nell'obiettivo di qualità non richiedono la presenza umana per più di 4 h giornaliere, rientrando quindi nei limiti di legge. Si fa inoltre presente che, in fase di costruzione dell'impianto le linee elettriche e le cabine elettriche saranno fuori tensione, pertanto i lavoratori non saranno esposti a nessun campo elettromagnetico; nelle fasi di collaudo e manutenzione ordinaria e/o straordinaria invece, come precedentemente descritto, per tutte le componenti dell'impianto vengono rispettati i valori di azione (e pertanto i valori limite di esposizione) indicati nel D.lgs. 159/2016. **Non si ritiene pertanto necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto il parco agrivoltaico ed il sistema di accumulo ad esso integrato si trovano all'interno di una zona agricola e sia le apparecchiature elettriche che linee elettriche interrate sono state posizionate in modo da limitare l'impatto elettromagnetico su elementi sensibili ai CEM.** Si sottolinea, peraltro, che tutte le componenti dell'impianto e le opere connesse sono state posizionate in luoghi che non sono adibiti a permanenze prolungate della popolazione e tanto meno negli ambienti particolarmente protetti, quali scuole, aree di gioco per l'infanzia, ecc. Dai risultati della simulazione si evince che i valori elevati di campo magnetico sono confinati in prossimità della linea e decresce rapidamente. Si evidenzia inoltre che sia il limite di attenzione di 10 μ T che l'obiettivo di qualità di 3 μ T sono valori intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio; ciò significa che i valori precedentemente calcolati in base ai valori nominali sono di gran lunga superiori e cautelativi rispetto a quelli effettivi, in quanto gli impianti fotovoltaici lavorano alla loro potenza nominale solo per brevi periodi della giornata mentre nelle restanti ore lavorano a potenza ridotta o addirittura nulla. **Pertanto, si può concludere che per il parco fotovoltaico e le infrastrutture di rete elettrica in esame non si ravvisano pericoli per la salute pubblica per quanto riguarda i campi elettromagnetici.**

Comune:	Sala Bolognese, Calderara di Reno, San Giovanni in Persiceto	Provincia:	Bologna
Denominazione: Pratello			