

PROPONENTE:



SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO:



Progetto Definitivo

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA MASSIMA PARI A 41,54 MWp CON SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DI POTENZA PARI A 20 MW PER 4 ORE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI CHIARAVALLE (AN)

TITOLO ELABORATO

GEN – Relazione sui campi elettromagnetici

CODICE ELABORATO

SCALA

FOGLIO

FORMATO

R.02/IMP

-

-

A4

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	REVISIONATO	APPROVATO
01	24/11/2023		Amicone A.	Giancola F.	Biagiola P.

PROGETTAZIONE:



OIKO ENERGY

Via Monte Pagano 41, 65124 (PE)
www.oikoenergy.it

SmartBuildingDesign

ARCHITECTURE | ENGINEERING | ENERGY

via Mascino 3F 60129 Ancona AN
trav.via Madonna delle Grazie 78 86039 Termoli CB
P.IVA 02566930422
www.smartbuildingdesign.it

Progettazione elettrica

Indice

1	Premessa e scopo	3
2	Normativa e leggi di riferimento	4
3	Generalità	7
3.1	Campo fotovoltaico	9
3.1.1	Power station	9
3.1.2	Cabina di smistamento	10
3.1.3	Elettrodotti MT	12
3.2	BESS	19
3.2.1	Power conversion system	19
3.2.2	Cabina di smistamento	20
3.2.3	Elettrodotto MT	21
3.3	Sottostazione utente	27

1 Premessa e scopo

In linea con le strategie nazionali e comunitarie in tema di energie rinnovabili la società Blusolar Chiaravalle 1 Srl intende realizzare un impianto di potenza pari a 41,54 MWp di tipo agrofotovoltaico avanzato nel Comune di Chiaravalle (AN); il sito è identificabile dalle coordinate geografiche: latitudine 43.618243°, longitudine 13.326597°.

L'impianto sarà caratterizzato dall'installazione di soluzioni fotovoltaiche innovative ed integrate con montaggio dei moduli elevati da terra e realizzazione di sistemi di monitoraggio in grado di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici.

L'impianto sarà dotato strutture ad inseguimento monoassiale, distribuite su di un'area d'impianto suddivisibile in sette sottocampi fotovoltaici dal punto di vista elettrico, ciascuno connesso ad una Power Station o Cabina di Campo. Le Power station saranno connesse alla Cabina di Smistamento, sita all'ingresso del campo, in media tensione, per il tramite di due linee MT ad anello, ognuna delle quali serve rispettivamente tre e quattro sottocampi.

L'energia verrà convogliata dalla Cabina Utente MT presso la Stazione Utente di trasformazione, connessa a sua volta, mediante cavo AT a 132 kV, alla Stazione Terna di Smistamento di Camerata Picena.

L'area del BESS è sita nelle vicinanze della sottostazione utente ed ospita un sistema di accumulo elettrochimico di taglia 20MW-80MWh.

Scopo della presente relazione tecnica è di valutare in via previsionale il contributo dei valori di campo elettromagnetico che possono svilupparsi all'interno dell'impianto in regime di funzionamento e calcolare le distanze di prima approssimazione ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz).

2 Normativa e leggi di riferimento

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- DECRETO 22 Gennaio 2008, n.37, regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche

di riferimento;

- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per b.t.;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 81-10: Protezione delle strutture contro i fulmini e valutazione del rischio dovuto a fulmine;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e rinfrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems;

- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 20-11 Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento;
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso ingomma per tensioni nominali tra 1- 30KV
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi;
- CEI 20-43 Ottimizzazione economica delle sezioni di condutture dei cavi elettrici per l'energia
- CEI EN 50522, 2011-07 (CEI 99-3) Messa a terra degli Impianti a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN IEC 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c.
- CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata - Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni
- CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia
- DPCM 8 luglio 2003 - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz
- Legge 36/2001 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- Decreto 29 maggio 2008 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- DM 21 marzo 1988, n. 449 - Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne.

3 Generalità

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4 c.2):

- limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della legge 36/01 (art 4 c. 1 lettera h) introduce la metodologia di calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti. Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore d'induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico, si applica nel caso di:

- Realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati;
- Progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare / semplificare:

L'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti;

Le attività di gestione territoriale relative a progettazione di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazioni dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie di linee elettriche di nuova

realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio.

Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al paragrafo 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008). Nelle schede sintetiche sopra citate, sono tabellate le DPA, in relazione alla geometria dei conduttori ed alla portata di corrente in servizio normale delle linee MT e Cabine Secondarie.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, nei casi di Linea in media tensione in cavo cordato ad elica (aeree o interrate) e per linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di Bassa Tensione), le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dai Dm marzo 1968, n 449 e s.m.i.

Si illustrano nel seguito le modalità di calcolo delle DPA per le diverse sezioni d'impianto potenzialmente pericolose.

3.1 Campo fotovoltaico

3.1.1 Power station

Nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 6,7 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0,5241} * \sqrt{I}$$

Le power station sono assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, per cui è stata utilizzata la suddetta formula, considerando che le power station hanno potenza pari a 6.600 kVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso al trasformatore pari a 4.770 A. La distanza fra le fasi risulta essere pari a 200 m.

Ne deriva che, applicando la formula, il valore della DPA è pari a 12,2 m.

In conclusione, è individuata una fascia di rispetto di 13 m; considerando che tutte le cabine di campo verranno posate:

- all'interno dell'area d'impianto
- ad una distanza maggiore di 12 m dalla recinzione dell'impianto

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dalle cabine di campo.

3.1.2 Cabina di smistamento

Per la valutazione della DPA della cabina di smistamento non si applica la stessa procedura seguita per le cabine di campo, poiché non si tratta di una cabina di trasformazione ma di solo smistamento.

La cabina di smistamento di progetto è assimilabile alla cabina di smistamento MT prevista in Sottostazione di trasformazione per la quale le linee guida stabiliscono una DPA pari a 7 m dal centro delle sbarre MT.

Tale DPA è valutata da Enel per correnti fino a 2332 A; nel caso del progetto la corrente totale è pari a 867 A. Analogamente e cautelativamente, si pone pari a 7m la DPA sebbene il valore di corrente sia inferiore; inoltre, sempre in ottica conservativa, tale distanza viene considerata dalle pareti della cabina e non dal centro delle sbarre MT.

Poiché da progetto la cabina di smistamento:

- è collocata all'interno dell'area di impianto
- è posta a 15 m dalla recinzione dell'impianto

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dalla cabina di smistamento.

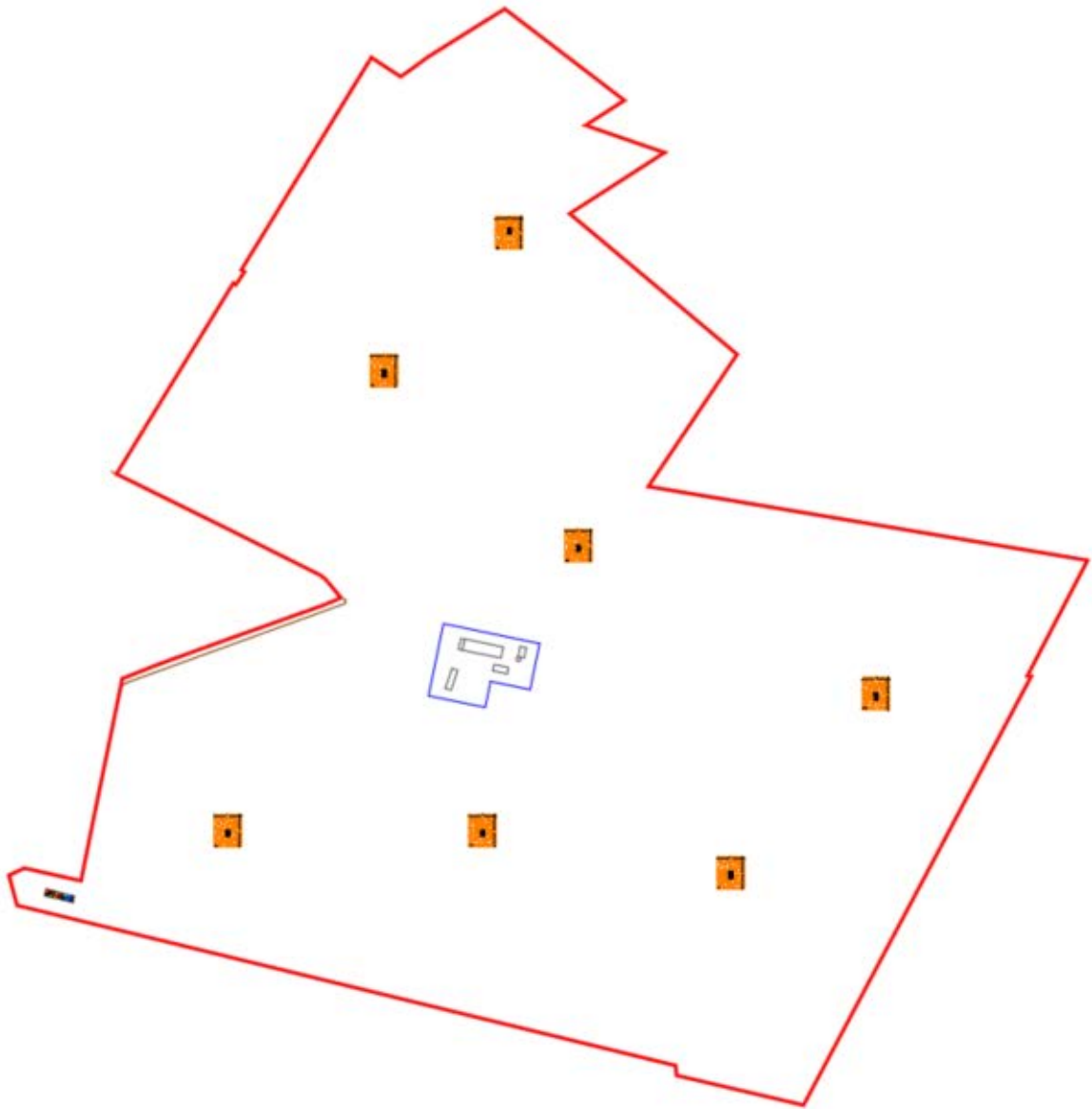


Figura 1: Ubicazione cabine di campo e cabina di smistamento rispetto alla recinzione

3.1.3 Elettrodotti MT

Ai fini della valutazione dei campi magnetici generati dagli elettrodotti e la verifica delle DPA, ci si è basati sulla metrologia di calcolo contenuta nella norma CEI 106-11 e approvata dal DM 05/2008.

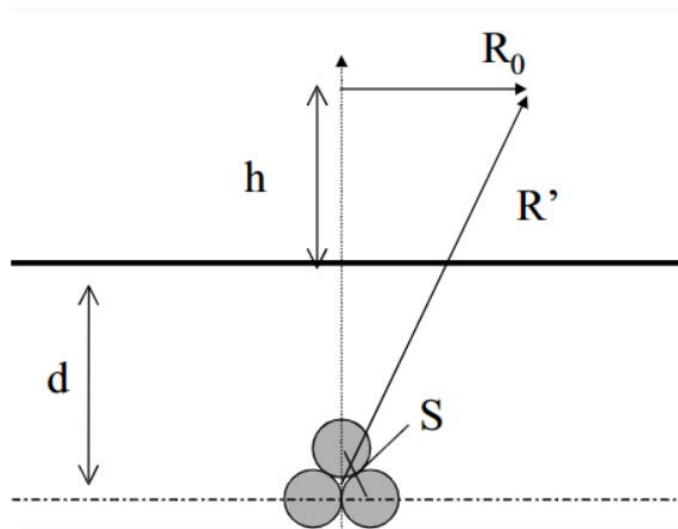
Inoltre, considerata la coesistenza di più terne in parallelo, per la valutazione dei campi magnetici risultanti, si è applicata la seguente procedura semplificata, suggerita dalla CEI 106-11.

Si consideri la seguente relazione di calcolo:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove:

- B è l'induzione magnetica [μT]
- R è la distanza dal conduttore [m]
- S è la distanza fra conduttore adiacenti [m]
- I è la corrente che attraversa il singolo conduttore [A]



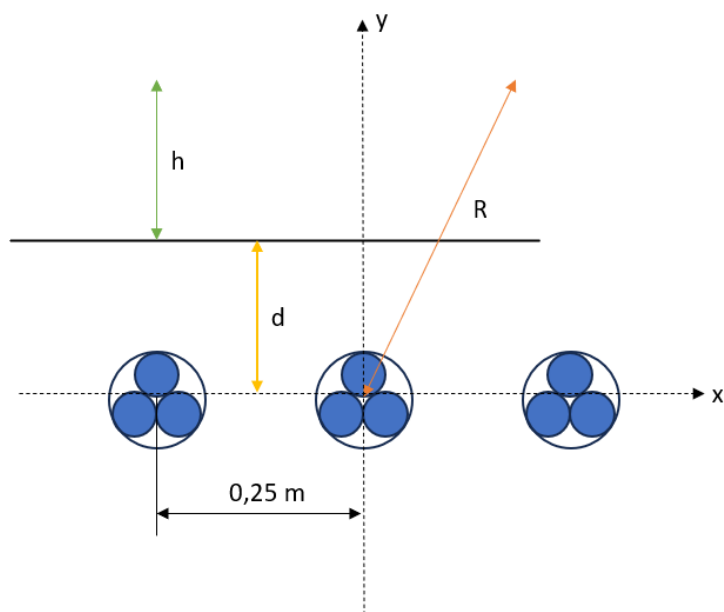
Poiché il campo magnetico è un vettore, il contributo di più campi magnetici andrà valutato definendo un sistema di riferimento e sommando vettorialmente i contributi delle singole terne.

$$B = \sum_1^n 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_i * I_i}{R_i^2}$$

3.1.3.1 Elettrodotto MT esterno al campo

L'elettrodotto MT esterno al campo, che collega la cabina di smistamento alla Stazione utente di trasformazione, è costituito da tre terne di cavi da 500 mm² a 30 kV posate a trifoglio. Uno schema della disposizione (non in scala) è di seguito riportato.

Per la determinazione delle DPA, si sono applicate le formule di cui al paragrafo precedente per il calcolo del campo magnetico, variando l'altezza fuori terra h fra 0 e 3 e la distanza dall'asse x dall'asse centrale fra -10 e 10. I risultati del calcolo sono riassunti in tabella e graficati in figura.



	Terna 1	Terna 2	Terna 3
Sezione cavo	3x(1x500)	3x(1x500)	3x(1x500)
Distanza fra conduttori adiacenti [m]	0,051	0,051	0,051
Distanza da asse y [m]	-0,25	0	0,25
Profondità di posa [m]	1,2	1,2	1,2
Corrente [A]	280	280	280

Tabella 1: Valori del magnetico in funzione dell'altezza da terra e dalla distanza x dall'asse centrale

	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,097701	0,096412	0,094699	0,092609	0,090195	0,087514	0,090701
-9	0,120315	0,118364	0,115792	0,112682	0,109128	0,105226	0,109869
-8	0,151738	0,148647	0,144611	0,139791	0,13436	0,128493	0,135486
-7	0,197176	0,191985	0,185301	0,177456	0,168791	0,159631	0,170573
-6	0,266277	0,256888	0,245051	0,231505	0,216966	0,202056	0,219922
-5	0,378508	0,359786	0,33696	0,311846	0,28601	0,260644	0,291172
-4	0,577668	0,535066	0,486011	0,435375	0,386584	0,341627	0,396081
-3	0,977361	0,860888	0,740347	0,628795	0,531807	0,450285	0,549951
-2	1,927268	1,519266	1,179561	0,919581	0,726047	0,582246	0,760267
-1	4,53439	2,777643	1,8218	1,269398	0,928575	0,70597	0,985164
0	7,895002	3,796651	2,21867	1,452075	1,023288	0,759625	1,092326
1	4,53439	2,777643	1,8218	1,269398	0,928575	0,70597	0,985164
2	1,927268	1,519266	1,179561	0,919581	0,726047	0,582246	0,760267
3	0,977361	0,860888	0,740347	0,628795	0,531807	0,450285	0,549951
4	0,577668	0,535066	0,486011	0,435375	0,386584	0,341627	0,396081
5	0,378508	0,359786	0,33696	0,311846	0,28601	0,260644	0,291172
6	0,266277	0,256888	0,245051	0,231505	0,216966	0,202056	0,219922
7	0,197176	0,191985	0,185301	0,177456	0,168791	0,159631	0,170573
8	0,151738	0,148647	0,144611	0,139791	0,13436	0,128493	0,135486
9	0,120315	0,118364	0,115792	0,112682	0,109128	0,105226	0,109869
10	0,097701	0,096412	0,094699	0,092609	0,090195	0,087514	0,090701

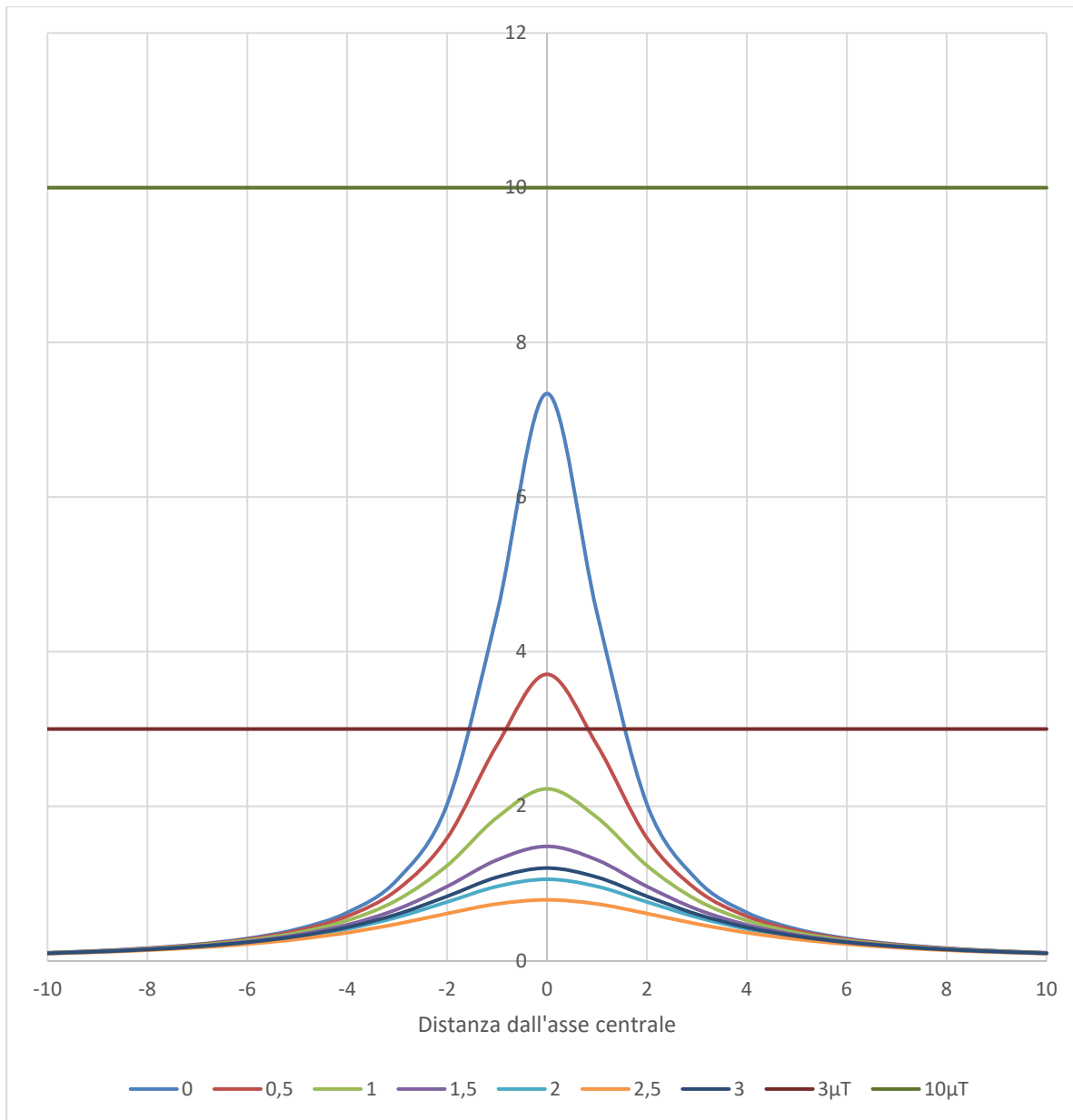


Figura 2: Andamento del campo magnetico in funzione dell'altezza h da terra e della distanza dall'asse centrale

Si osserva pertanto che l'elettrodotto esterno produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad un'altezza da terra pari a 1 m, pari a 2,22 μT, inferiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Non è quindi necessario, nel caso dell'elettrodotto esterno, prevedere alcuna DPA.

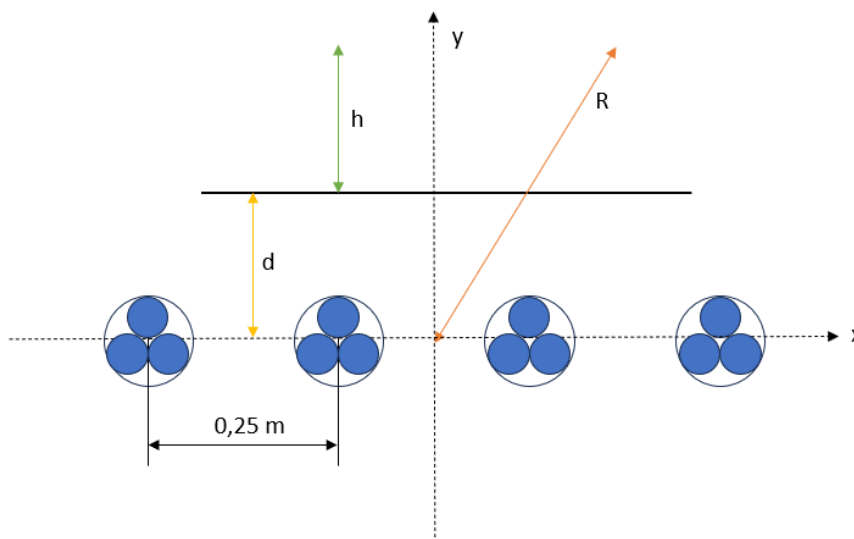
3.1.3.2 Elettrodotto MT interno al campo

All'interno del campo sono presenti due linee MT ad anello normalmente esercite aperte.

Lungo le due linee MT è presente un numero di terne diverso in funzione della portata del tratto di linea.

Ai fini della valutazione delle DPA è stato considerato il caso peggiore, costituito da 4 terne di cavi da 400 mm².

Si sono quindi applicate le formule di cui al paragrafo precedente per il calcolo del campo magnetico, variando l'altezza fuori terra h fra 0 e 3 e la distanza dall'asse x dall'asse centrale fra -10 e 10. I risultati del calcolo sono riassunti in tabella e graficati in figura.



	Terna 1	Terna 2	Terna 3	Terna 4
Sezione cavo	3x(1x400)	3x(1x400)	3x(1x400)	3x(1x400)
Distanza fra conduttori adiacenti [m]	0,048	0,048	0,048	0,048
Distanza da asse y [m]	-0,375	-0,125	0,125	0,375
Profondità di posa [m]	0,9	0,9	0,9	0,9
Corrente [A]	220	220	220	220

Tabella 2: Valori del campo magnetico in funzione dell'altezza H da terra e della distanza x dall'asse centrale

	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,102872	0,101705	0,100077	0,098033	0,095625	0,092913	0,09364
-9	0,12683	0,125061	0,122606	0,11955	0,115987	0,112019	0,113073
-8	0,160215	0,157399	0,153528	0,148762	0,143281	0,137271	0,138854
-7	0,208682	0,203924	0,197466	0,189643	0,180817	0,171343	0,173825
-6	0,282829	0,274142	0,262576	0,248903	0,233901	0,218275	0,222369
-5	0,404392	0,38681	0,364121	0,338296	0,311133	0,284054	0,291231
-4	0,623625	0,582572	0,532405	0,478811	0,426069	0,376827	0,390292
-3	1,077512	0,959564	0,82997	0,706319	0,597122	0,504663	0,531552
-2	2,234301	1,774405	1,374787	1,065395	0,835188	0,665018	0,71964
-1	6,000111	3,523091	2,238494	1,523211	1,094278	0,820293	0,920165
0	11,70797	5,081329	2,8062	1,772458	1,219021	0,889056	1,025308
1	6,000111	3,523091	2,238494	1,523211	1,094278	0,820293	0,94356
2	2,234301	1,774405	1,374787	1,065395	0,835188	0,665018	0,744324
3	1,077512	0,959564	0,82997	0,706319	0,597122	0,504663	0,547676
4	0,623625	0,582572	0,532405	0,478811	0,426069	0,376827	0,399265
5	0,404392	0,38681	0,364121	0,338296	0,311133	0,284054	0,29606
6	0,282829	0,274142	0,262576	0,248903	0,233901	0,218275	0,225012
7	0,208682	0,203924	0,197466	0,189643	0,180817	0,171343	0,175323
8	0,160215	0,157399	0,153528	0,148762	0,143281	0,137271	0,139738
9	0,12683	0,125061	0,122606	0,11955	0,115987	0,112019	0,113615
10	0,102872	0,101705	0,100077	0,098033	0,095625	0,092913	0,093984

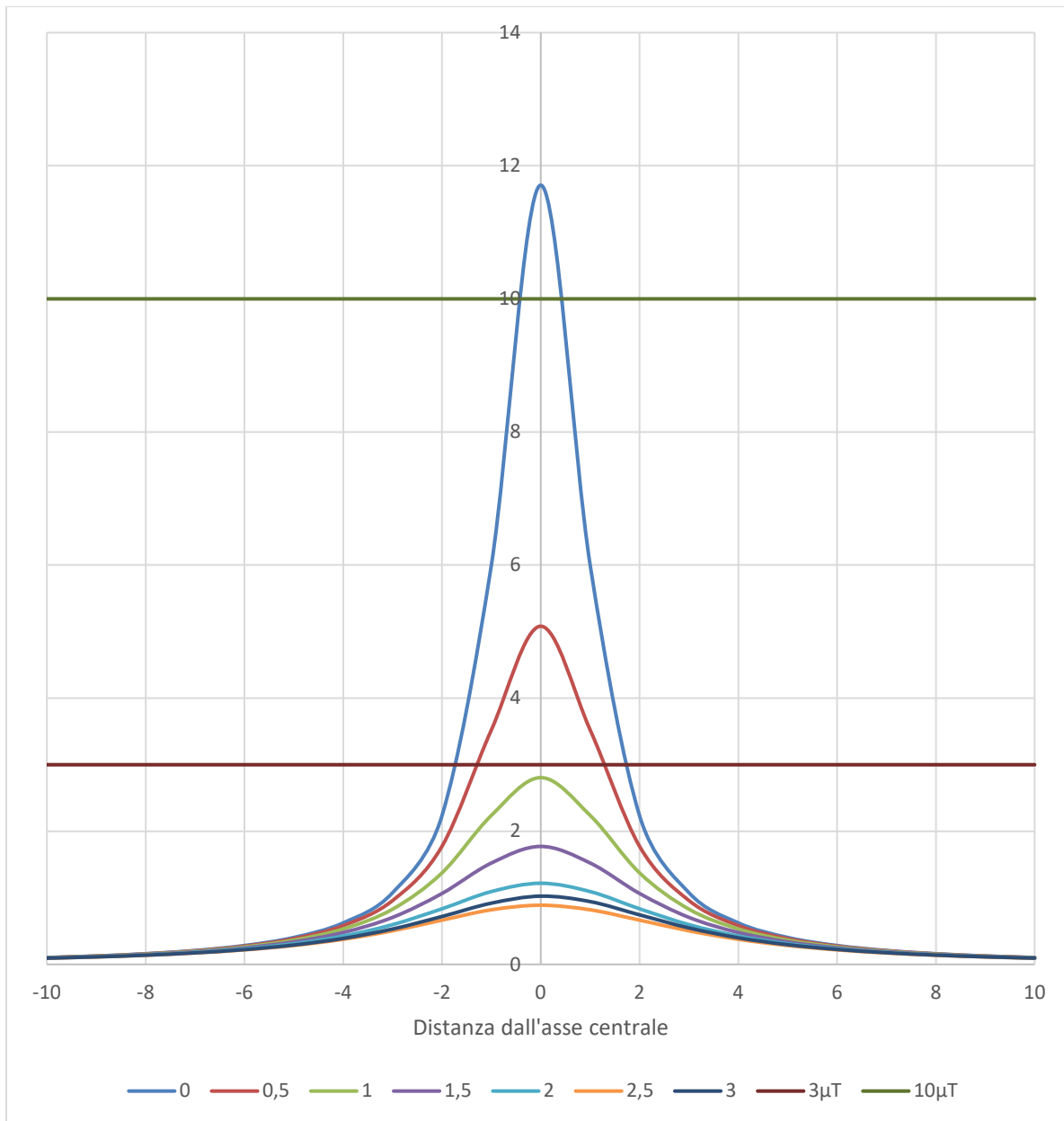


Figura 3: Andamento del campo magnetico in funzione dell'altezza H da terra e della distanza dall'asse centrale

Si osserva pertanto che l'elettrodotto esterno produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad un'altezza da terra pari a 1 m, pari a 2,22 μT , inferiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Non è quindi necessario, nel caso dell'elettrodotto esterno, prevedere alcuna DPA.

3.2 BESS

3.2.1 Power conversion system

Nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 6,7 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0,5241} * \sqrt{I}$$

I PCS sono assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, per cui è stata utilizzata la suddetta formula, considerando che le power station hanno potenza pari a 3,055 MVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso al trasformatore pari a 2.560 A. La distanza fra le fasi risulta essere pari a 200 m.

Ne deriva che, applicando la formula, il valore della DPA è pari a 8,9 m.

In conclusione, è individuata una fascia di rispetto di 9 m; considerando che tutti i PCS verranno posizionati:

- all'interno dell'area d'impianto
- ad una distanza >9 m dove l'area della particella non si sovrappone con la fascia di rispetto dalla linea di alta tensione esistente
- ad una distanza di circa 6 m dove l'area della particella si sovrappone con la fascia di rispetto dalla linea AT e per la quale è stato necessario posizionare la recinzione entro 8 m dal confine della particella. Tuttavia, la fascia di 8 m esterna alla recinzione ricade a sua volta all'interno di una fascia di rispetto dall'elettrodotto

ciò considerato, non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dalle cabine di campo.

3.2.2 Cabina di smistamento

Per la valutazione della DPA della cabina di smistamento non si applica la stessa procedura seguita per le cabine di trasformazione poiché non si tratta di una cabina di trasformazione ma di solo smistamento.

La cabina di smistamento di progetto è assimilabile alla cabina di smistamento MT prevista in Sottostazione di trasformazione per la quale le linee guida stabiliscono una DPA pari a 7 m dal centro delle sbarre MT.

Tale DPA è valutata da Enel per correnti fino a 2332 A; nel caso del progetto la corrente totale è pari a 385 A. Analogamente e cautelativamente, si pone pari a 7m la DPA sebbene il valore di corrente sia inferiore.

Poiché da progetto la cabina di smistamento:

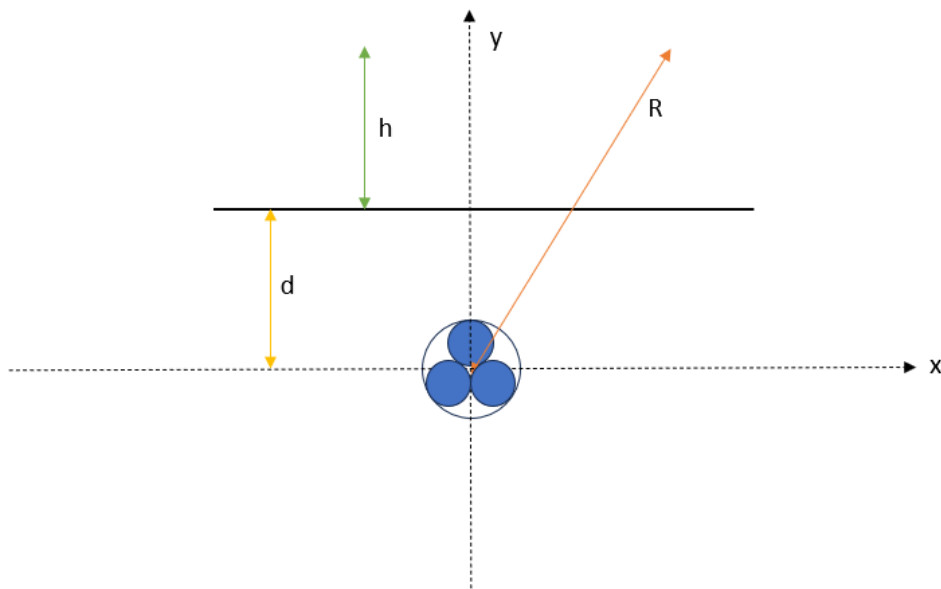
- è posta all'interno dell'area di impianto
- è collocata a 2 m dalla recinzione dell'impianto
- la strada posta al di fuori della recinzione, parte del perimetro della particella catastale oggetto dell'intervento, è a sua volta parte della fascia di rispetto dall'elettrodotto AT esistente

non sussistono pericoli di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la popolazione generati dalla cabina di smistamento.

3.2.3 Elettrodotti MT

3.2.3.1 Elettrodotto MT esterno al campo

L'elettrodotto MT esterno al campo, che collega la cabina di smistamento del BESS alla Stazione utente di trasformazione, è costituito da una terna di cavi da 400 mm² a 30 kV posate a trifoglio. Per la determinazione delle DPA, si sono applicate le formule di cui ai paragrafi precedenti per il calcolo del campo magnetico, variando l'altezza fuori terra h fra 0 e 3 e la distanza dall'asse x dall'asse centrale fra -10 e 10. I risultati del calcolo sono riassunti in tabella e graficati in figura.



	Terna 1
Sezione cavo	3x(1x400)
Distanza fra conduttori adiacenti [m]	0,048
Distanza da asse y [m]	0
Profondità di posa [m]	1,2
Corrente [A]	520

Tabella 3 Valori del campo magnetico in funzione dell'altezza da terra e dalla distanza x dall'asse centrale

	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,060271	0,059422	0,058317	0,056985	0,05546	0,053777	0,056091
-9	0,074162	0,07288	0,071225	0,069248	0,067009	0,064568	0,067933
-8	0,093428	0,091403	0,088814	0,085761	0,082354	0,078696	0,083752
-7	0,121212	0,117825	0,113557	0,108615	0,103206	0,097526	0,105413
-6	0,163299	0,157211	0,149704	0,141232	0,132222	0,123041	0,135865
-5	0,231238	0,219216	0,20489	0,189344	0,173494	0,158023	0,179821
-4	0,350569	0,323659	0,293375	0,262513	0,233	0,205925	0,244557
-3	0,585625	0,514207	0,441758	0,375318	0,317772	0,269455	0,339663
-2	1,123884	0,887362	0,691621	0,541535	0,429349	0,345615	0,470302
-1	2,505708	1,571703	1,046905	0,737506	0,543944	0,416196	0,611393
0	4,245782	2,115545	1,263208	0,838673	0,597063	0,446598	0,679325
1	2,505708	1,571703	1,046905	0,737506	0,543944	0,416196	0,611393
2	1,123884	0,887362	0,691621	0,541535	0,429349	0,345615	0,470302
3	0,585625	0,514207	0,441758	0,375318	0,317772	0,269455	0,339663
4	0,350569	0,323659	0,293375	0,262513	0,233	0,205925	0,244557
5	0,231238	0,219216	0,20489	0,189344	0,173494	0,158023	0,179821
6	0,163299	0,157211	0,149704	0,141232	0,132222	0,123041	0,135865
7	0,121212	0,117825	0,113557	0,108615	0,103206	0,097526	0,105413
8	0,093428	0,091403	0,088814	0,085761	0,082354	0,078696	0,083752
9	0,074162	0,07288	0,071225	0,069248	0,067009	0,064568	0,067933
10	0,060271	0,059422	0,058317	0,056985	0,05546	0,053777	0,056091

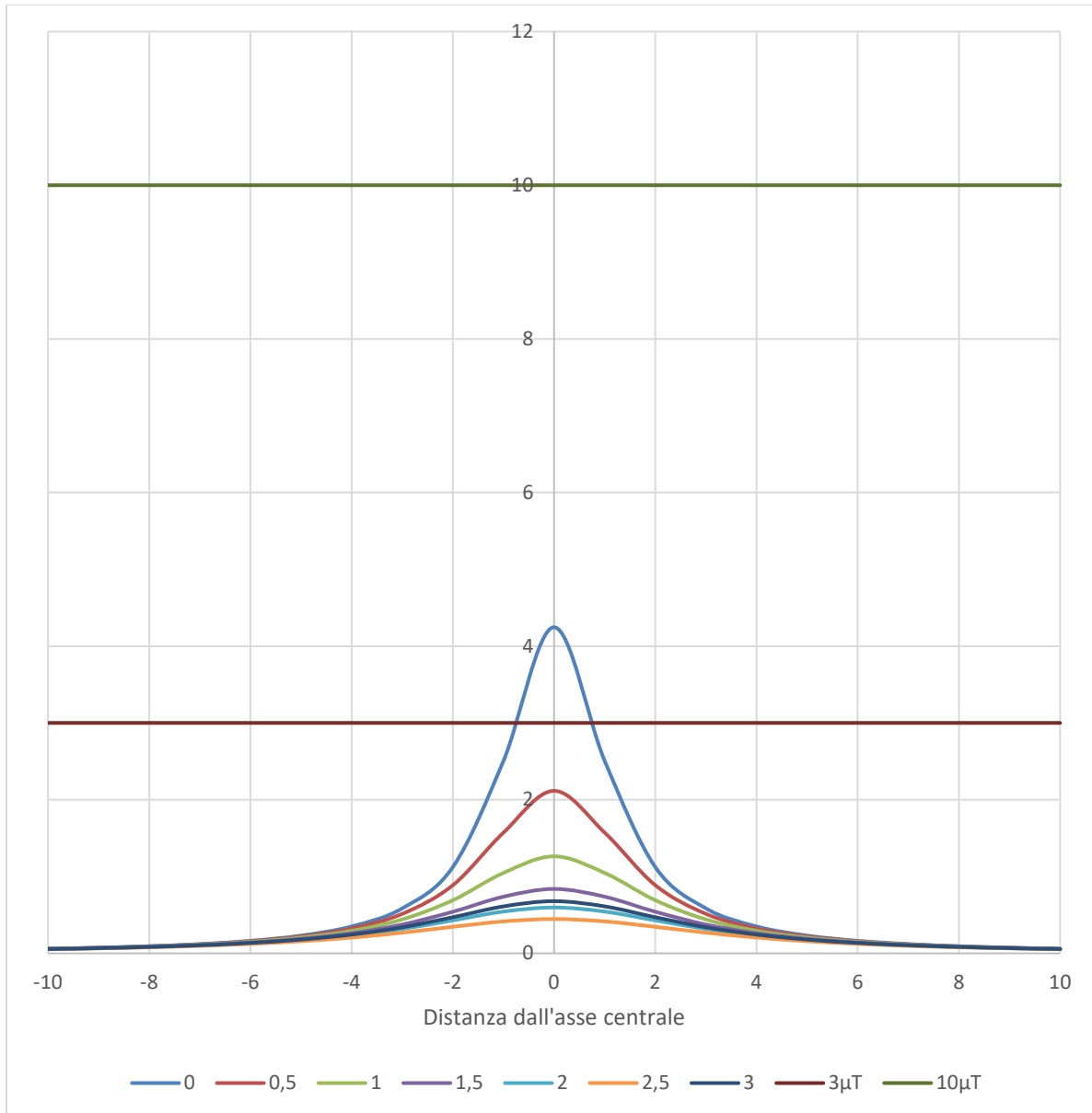


Figura 4: Andamento del campo magnetico in funzione dell'altezza h da terra e della distanza dall'asse centrale

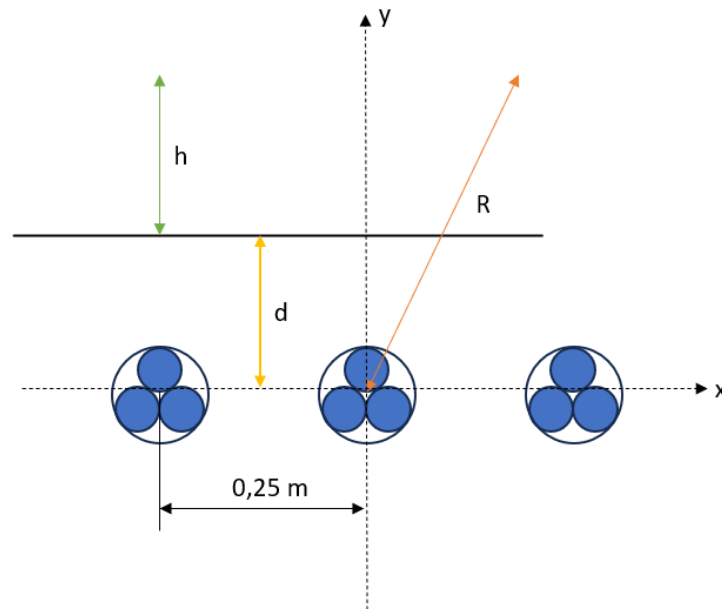
Si osserva pertanto che l'elettrodotto esterno produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad un'altezza da terra pari a 1 m, pari a 1,26 μT, inferiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Non è quindi necessario, nel caso dell'elettrodotto interno del BESS, prevedere alcuna DPA.

3.2.3.2 Elettrodotto MT interno al campo

All'interno del campo l'elettrodotto MT è costituito da tre terne di cavi da 95 mm² a 30 kV posate a trifoglio.

Si sono quindi applicate le formule di cui ai paragrafi precedenti per il calcolo del campo magnetico, variando l'altezza fuori terra h fra 0 e 3 e la distanza dall'asse x dall'asse centrale fra -10 e 10. I risultati del calcolo sono riassunti in tabella e graficati in figura.



	Terna 1	Terna 2	Terna 3
Sezione cavo	3x(1x95)	3x(1x95)	3x(1x95)
Distanza fra conduttori adiacenti [m]	0,035	0,035	0,035
Distanza da asse y [m]	-0,25	0	0,25
Profondità di posa [m]	0,90	0,90	0,90
Corrente [A]	173	173	173

Tabella 4: Valori del campo magnetico in funzione dell'altezza da terra e dalla distanza x dall'asse centrale

	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
-10	0,044192	0,043692	0,042994	0,042118	0,041086	0,039923	0,040863
-9	0,05447	0,053713	0,052662	0,051353	0,049826	0,048126	0,049498
-8	0,068785	0,06758	0,065924	0,063885	0,061538	0,058965	0,061039
-7	0,089549	0,087517	0,084758	0,081414	0,07764	0,073586	0,076847
-6	0,121277	0,117576	0,112645	0,10681	0,100402	0,093722	0,099079
-5	0,173197	0,165734	0,156089	0,145094	0,13351	0,121945	0,131179
-4	0,266545	0,249224	0,227994	0,205242	0,182786	0,16177	0,178443
-3	0,458753	0,409519	0,355021	0,30268	0,256222	0,216743	0,247765
-2	0,943911	0,75536	0,588197	0,45712	0,358882	0,285976	0,342516
-1	2,525209	1,510099	0,963931	0,656538	0,471643	0,353459	0,443837
0	5,230877	2,223383	1,218564	0,766954	0,52647	0,383525	0,492116
1	2,525209	1,510099	0,963931	0,656538	0,471643	0,353459	0,443837
2	0,943911	0,75536	0,588197	0,45712	0,358882	0,285976	0,342516
3	0,458753	0,409519	0,355021	0,30268	0,256222	0,216743	0,247765
4	0,266545	0,249224	0,227994	0,205242	0,182786	0,16177	0,178443
5	0,173197	0,165734	0,156089	0,145094	0,13351	0,121945	0,131179
6	0,121277	0,117576	0,112645	0,10681	0,100402	0,093722	0,099079
7	0,089549	0,087517	0,084758	0,081414	0,07764	0,073586	0,076847
8	0,068785	0,06758	0,065924	0,063885	0,061538	0,058965	0,061039
9	0,05447	0,053713	0,052662	0,051353	0,049826	0,048126	0,049498
10	0,044192	0,043692	0,042994	0,042118	0,041086	0,039923	0,040863

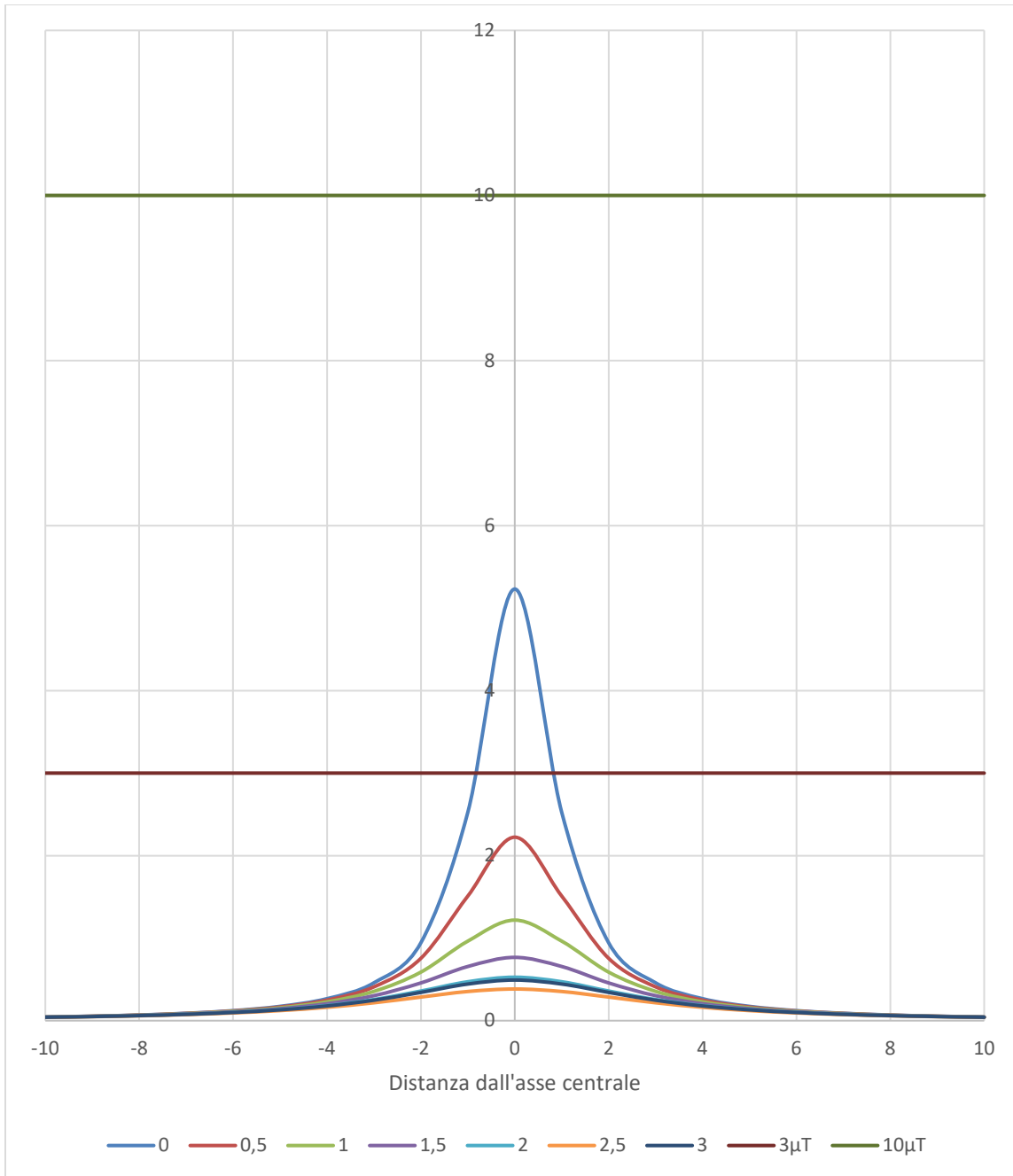


Figura 5: Andamento del campo magnetico in funzione dell'altezza h da terra e della distanza dall'asse centrale

Si osserva pertanto che l'elettrodotto esterno produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza dell'asse centrale ad un'altezza da terra pari a 1 m, pari a $0,96 \mu\text{T}$, inferiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma.

Non è quindi necessario, nel caso dell'elettrodotto interno del BESS, prevedere alcuna DPA.

3.3 Sottostazione utente

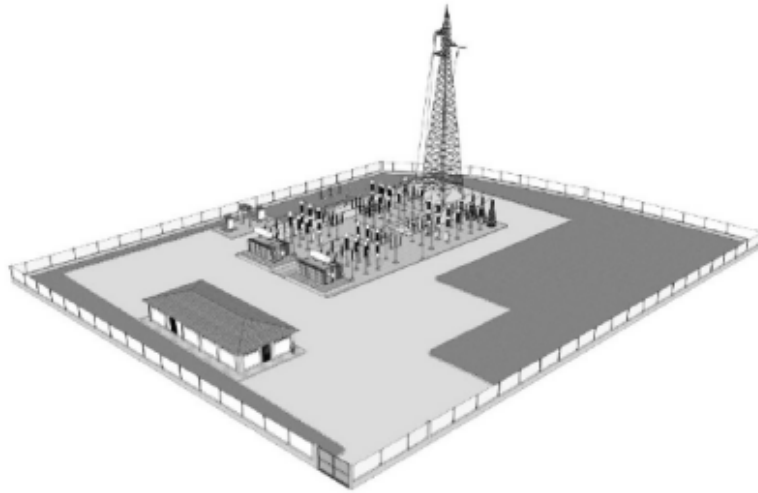
Per la sottostazione utente si è fatto riferimento all'Allegato A delle Linee Guida DPA denominato "DPA per Linee AT e Cabina Primarie". Le DPA oggetto dell'Allegato A sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

In particolare, la sottostazione utente oggetto del progetto è assimilabile all'Allegato A16: Cabina primaria isolata in aria (132/150 kV – 15/20 kV).

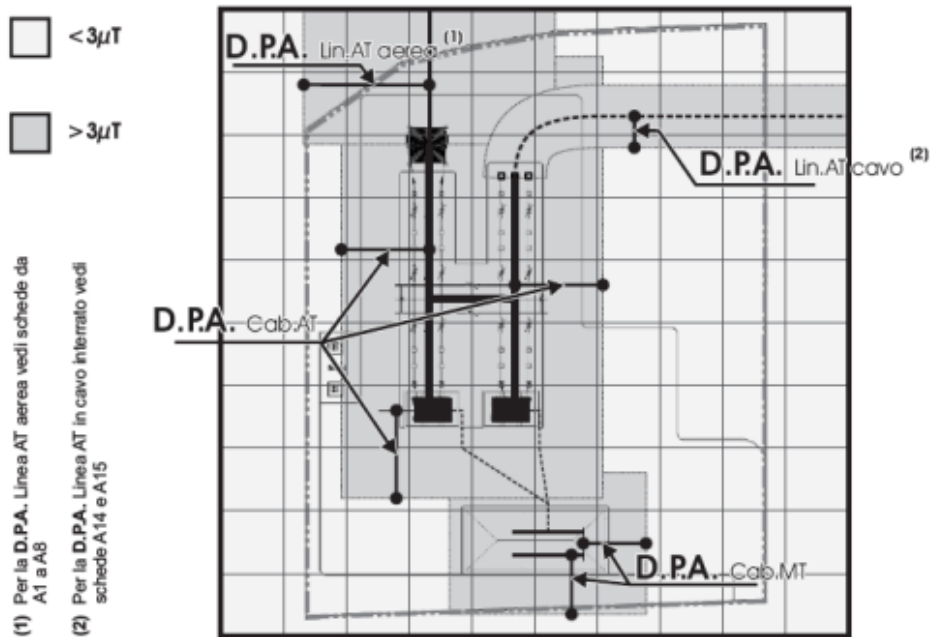
Le DPA da rispettare riportate nell'estratto dell'allegato seguente.

Le fasce di rispetto adottate nel caso del presente progetto rispettano i limiti indicati nell'Allegato e sono rappresentate in Figura 5.

A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Figura 6: DPA Sottostazione Utente

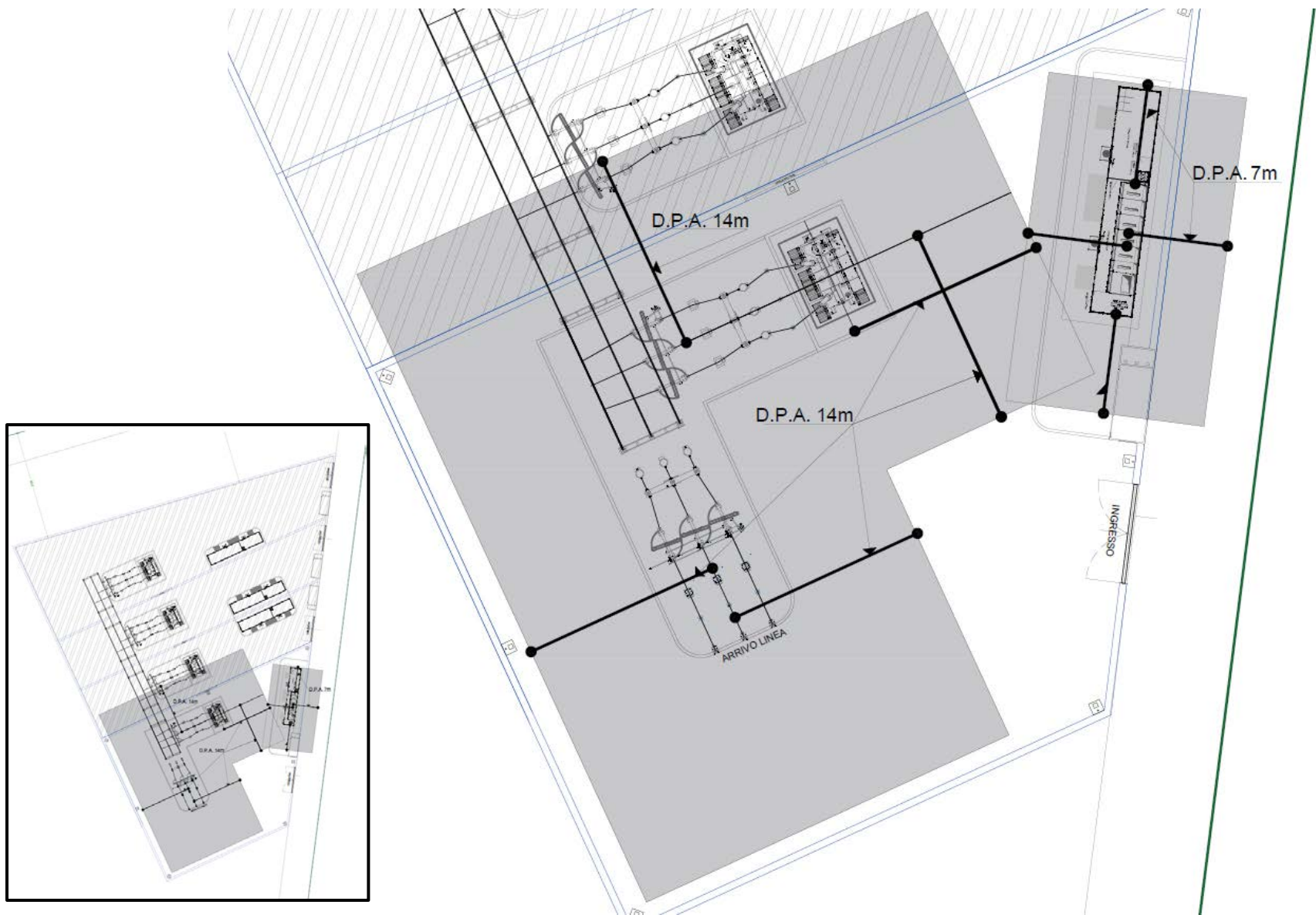


Figura 7: DPA Sottostazione utente di progetto