

REGIONE SICILIA
Libero Consorzio Comunale di Ragusa
Comune di Ragusa

IMPIANTO AGROVOLTAICO "GATTO CORVINO"

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 90,6 MW_p INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO DA 41,4 MW (75 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "AGV GATTO CORVINO" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI RAGUSA (RG)



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



CVA.

CVA EOS s.r.l.
Via Stazione, 31
11024 Châtillon (AO)

PROGETTISTA:



Ing. Giuseppe Pipitone
Via Libero Grassi, 8
91011 Alcamo (TP)

OGGETTO DELL'ELABORATO

(R) - Elaborati tecnico - descrittivi
10.1 - Relazione sui campi elettromagnetici
Elettrodotto AT

0	12/2022	PRIMA EMISSIONE		
REV.	DATA	DESCRIZIONE REV.	REDATTO	VERIFICATO
CODICE ELABORATO			SCALA	FOGLIO
PD-R.10.1-RENO753PDRrti010R0			/	1 di 21
				A4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	12-2022	Prima emissione			

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	3

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO.....	6
3.1. DATI GENERALI IMPIANTO	6
3.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	8
3.3. ELETTRDOTTO IN AT DI COLLEGAMENTO CON LA SE TERNA.....	11
4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO.....	16
4.1. GENERALITÀ	16
4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO	16
4.3. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO	17
5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRDOTTO AT	18
5.1. GENERALITÀ	18
5.2. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO	18

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	4

1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, CVA EOS s.r.l. ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato “AGV Gatto Corvino” di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo agrovoltaiico. Sia l'impianto che le opere di connessione alla rete ricadono nel territorio del Comune di Ragusa, Libero Consorzio comunale di Ragusa.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaiico a terra sia su strutture fisse che ad inseguimento monoassiale, composto da n. 25 campi di potenza variabile da 2,67 MWp a 4,75 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 90,63 MWp (potenza in immissione pari a 75,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30kV). Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power station), la Control Room e le Cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR in numero pari a 4. Dalle 4 MTR si dipartono le linee di media tensione per il collegamento alla SSE presente all'interno delle aree di impianto per la trasformazione MT/AT e la connessione alla SE TERNA 220/150 kV di Ragusa.

Scopo della presente relazione ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico prodotto dall'elettrodotto in AT che consente la consegna dell'energia prodotta dall'impianto alla RTN.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	5

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per il progetto di cui alla presente relazione si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99, "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";
- Decreto del 27/02/09, Ministero della Sviluppo Economico;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma 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”;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRtti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	6

3. SCHEMA GENERALE DELL'IMPIANTO

3.1. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto agrovoltaico, nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti componenti:

- moduli fotovoltaici in numero di 132.314 raggruppati in stringhe da 26 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche (sia fisse che ad inseguimento monoassiale) fissate al terreno attraverso pali metallici;
- n.327 String box che ricevono i cavi BT provenienti dalle stringhe di impianto e hanno lo scopo di parallelare i cavi verso gli inverter centralizzati ubicati all'interno delle power station;
- n.25 Inverter centralizzati (un inverter per ogni power station), che hanno lo scopo di ricevere i cavi BT provenienti dagli string box e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- n. 25 Power Station (PS) o cabine di campo che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a media (BT/30 kV); esse saranno collegate tra loro ove possibile in entra-esce o direttamente alle cabine principali di impianto. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 2,67 MWp a 4,75 MWp;
- una linea interrata BT di collegamento fra string box e Inverter centralizzati;
- una linea interrata MT – 30 kV - di collegamento fra le Power Station dell'impianto agrovoltaico “Gatto Corvino” e le MTR di impianto;
- n.4 Cabine Elettriche MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in esse verranno convogliate le linee MT relative ai sottocampi (da A a N) di cui si compone l'impianto;
- una linea di connessione a 30 kV tra le MTR di impianto e la SSE utente;
- n. 1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza e locale deposito;
- una sottostazione di utente di trasformazione AT/MT, con la realizzazione di uno stallo in AT con doppio trasformatore AT/MT 40/50 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento;
- un'area adibita allo storage - BESS - composta da container prefabbricati che ospitano i rack di batterie, power station (PCS) e una linea di connessione MT all'edificio produttore della SSE utente.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRtti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI Elettromagnetici Elettrodotto AT	7

- un collegamento elettrico dell'impianto agrovoltaiico alla rete di trasmissione di alta tensione che avverrà presso la Stazione Elettrica RTN 220/150 kV Ragusa; il collegamento avverrà in antenna a 150 kV dalla sottostazione elettrica utente di progetto sita all'interno delle aree di impianto. Il collegamento avverrà tramite cavidotto di alta tensione 150 kV di lunghezza complessiva pari a 14.580 m lungo un tratto di viabilità di parco, un tratto di Strada Provinciale SP25 e un tratto di viabilità comunale poco prima dell'accesso alla stazione. Il cavidotto entrerà direttamente sul sistema di sbarre presso la stazione del Gestore;

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m ²]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	1416522,5	141,65	100,00%
Superficie viabilità	120624,4	12,06	8,52%
Area cabine totale	616,1	0,06	0,09%
Area a verde di mitigazione perimetrale	102526,6	10,25	7,24%
Area a verde di mitigazione interna	37489,4	3,75	2,65%
Area Pannellata (inseguitori)	354375,1	35,44	25,02%
Area Pannellata (strutture fisse)	57911,6	5,79	4,09%
Area destinata ad erbaio o per uso agricolo o per pascolo	1167369,8	116,74	/
Area SSE utente	3427,0	0,34	0,24%
Area BESS	4245,0	0,42	0,30%
Corridoi tra pannelli/muretti a secco	735307,3	73,53	51,91%

Tabella 1 - Dettaglio relativo alla superficie impegnata

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRICI ELETTRICI ELETTRICI ELETTRICI	8

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 141,65 ha.

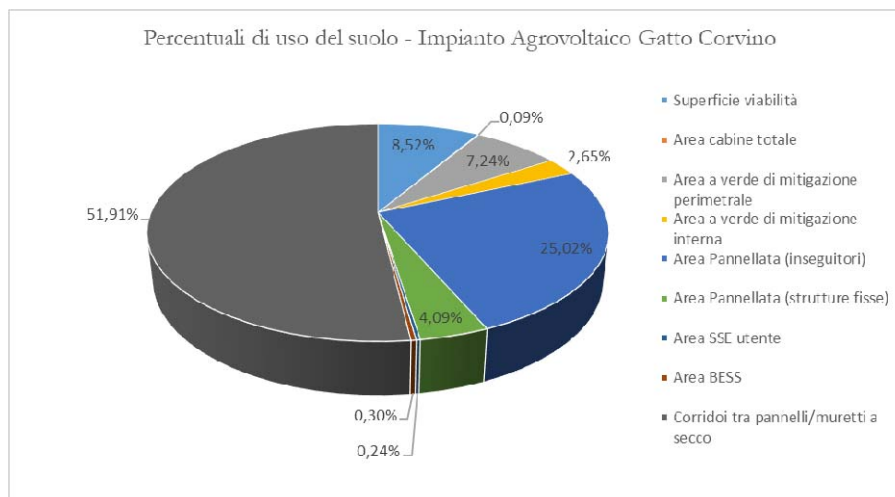


Figura 1 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto agrovoltico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 202000816, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete sopra. La connessione avverrà attraverso realizzazione di una nuova Sottostazione di utente collegata in antenna tramite cavo AT 150 kV alla Stazione Terna RTN "Ragusa" 220/150 kV. Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità**. Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda a tutti i relativi elaborati specialistici.

3.2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI Elettromagnetici Elettrodotto AT	9

centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT. La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun campo verrà quindi vettoriata verso le cabine MTR (da 1 a 4 a seconda dell'area di impianto), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna prima presso la nuova stazione elettrica utente (SSEU) a 150 kV e da questa sulle sbarre AT del gestore nella stazione TERNA “Ragusa” a 220 kV. Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da 25 aree elettricamente connesse a 25 power station di potenza variabile come di seguito esplicitato:

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	2.671,50
PS2	3.864,77
PS3	3.009,89
PS4	2.707,12
PS5	3.312,66
PS6	3.134,56
PS7	3.294,85
PS8	4.755,27
PS9	3.544,19
PS10	3.651,05
PS11	3.294,85
PS12	3.294,85
PS13	4.559,36
PS14	2.813,98
PS15	2.813,98
PS16	2.813,98
PS17	4.648,41
PS18	4.594,98
PS19	4.755,27
PS20	4.755,27
PS21	3.330,47
PS22	4.755,27
PS23	3.971,63
PS24	2.992,08
PS25	3.294,85
Totale	90.635,09 kW

Tabella 2 - Dettaglio potenza sottocampi

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRORODOTTO AT	10

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo fisse e ad inseguimento monoassiale, gravanti su pali infissi nel terreno a profondità variabile.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Il generatore fotovoltaico, presenta una potenza di picco complessiva pari a **90.635,09 kWp**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (Massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto Fotovoltaico in oggetto è composto complessivamente da 132.314 moduli fotovoltaici del tipo N-type in silicio monocristallino, collegati in serie da 26 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da string box collegati ad inverter centralizzati presso le Power Station in numero totale pari a 327. L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 25 aree di potenza variabile; ciascuna di queste a sua volta è formato da un variabile numero di stringhe.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 15 a 16 presso gli String Box, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in PS, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	11

STRUTTURE	AREA	SEZIONE TIPO	N. stringhe per sezione inverter	N. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. stringhe per sezione inverter	N. stringhe per sezione inverter	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso substation inverter [kW]	Potenza piccolo AC single inverter [kW]	Potenza nominale AC single inverter	CONFIGURAZIONE	Rapporto di trasformazione (HV/AC Busbar)
TRANSFORMER	PS1	A	10	15	257,85	150	150	3900	2671,5	2671,5	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,004
	PS2	B	0	16	275,04	0	0	0	0	0	0	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,966
	PS3	C	7	16	275,04	112	112	2912	1994,72	3864,77	4000	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,132
MISTE	PS4	D	4	16	275,04	64	64	1664	1870,05	3009,89	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,108
	PS5	E	8	15	257,85	120	120	3120	2137,2	2707,12	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	0,828
	PS6	F	2	16	275,04	32	32	832	569,92	3312,66	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,178
TRANSFORMER	PS7	G	6	15	257,85	90	90	2340	1662,9	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	0,824
	PS8	H	5	15	257,85	75	75	1950	1335,75	4755,27	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,189
	PS9	I	12	16	275,04	192	192	4992	3419,52	3544,19	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,986
MISTE	PS10	L	4	16	275,04	64	64	1664	1870,05	3601,05	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,913
	PS11	G	3	15	257,85	45	45	1170	801,45	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
	PS12	G	10	16	275,04	160	160	4160	2849,6	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
TRANSFORMER	PS13	M	7	15	257,85	105	105	2730	1870,05	4359,36	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,140
	PS14	N	5	16	275,04	80	80	2080	1424,8	2813,98	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,658
	PS15	N	2	15	257,85	30	30	780	534,3	2813,98	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,658
MISTE	PS16	N	8	16	275,04	128	128	3328	2279,68	2613,98	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,658
	PS17	O	2	15	257,85	30	30	780	534,3	4684,1	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,162
	PS18	P	11	15	257,85	165	165	4290	2936,65	4594,98	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,149
TRANSFORMER	PS19	H	6	16	275,04	96	96	2496	1709,76	4755,27	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	1,189
	PS20	H	14	15	257,85	210	210	5460	3740,1	4755,27	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,993
	PS21	Q	3	16	275,04	48	48	1248	854,88	2992,08	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,125
MISTE	PS22	H	5	15	257,85	75	75	1950	1335,75	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
	PS23	R	7	16	275,04	112	112	2912	1994,72	4755,27	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
	PS24	S	5	15	257,85	75	75	1950	1335,75	3771,63	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,993
TRANSFORMER	PS25	G	12	16	275,04	192	192	4992	3419,52	2992,08	2660	Power station SMA MYRS di 2,66 MW	1,125
	PS26	G	5	15	257,85	75	75	1950	1335,75	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
	PS27	G	7	16	275,04	112	112	2912	1994,72	3294,85	4000	Power station SMA MYRS di 400 kWe	0,824
TOTALI			327	/	/	5089	132314	9635,09					

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione delle sopra citate aree, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

3.3. ELETTRDOTTO IN AT DI COLLEGAMENTO CON LA SE TERNA

Il parco fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso una nuova Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV, da ubicarsi presso il Comune di Ragusa e più precisamente all'interno delle aree di impianto (vedasi elaborati grafici di progetto per ulteriori dettagli). La

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRICI ELETTRICI ELETTRICITÀ AT	12

SSEU e la SE Terna per la connessione alla RTN distano alcuni km e pertanto è stato effettuato il dimensionamento del cavo di collegamento AT (150 kV).

Dalla SSEU partirà la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 220 kV, sul sistema di sbarre esistente presso la stazione del Gestore.

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x630 mm², posato ad una profondità minima di 1,50 m.

Di seguito viene mostrato uno stralcio planimetrico del percorso dell'elettrodotto.



Figura 2 – Tracciato elettrodotto AT di collegamento fra le SSE e SE TERNA su ortofoto

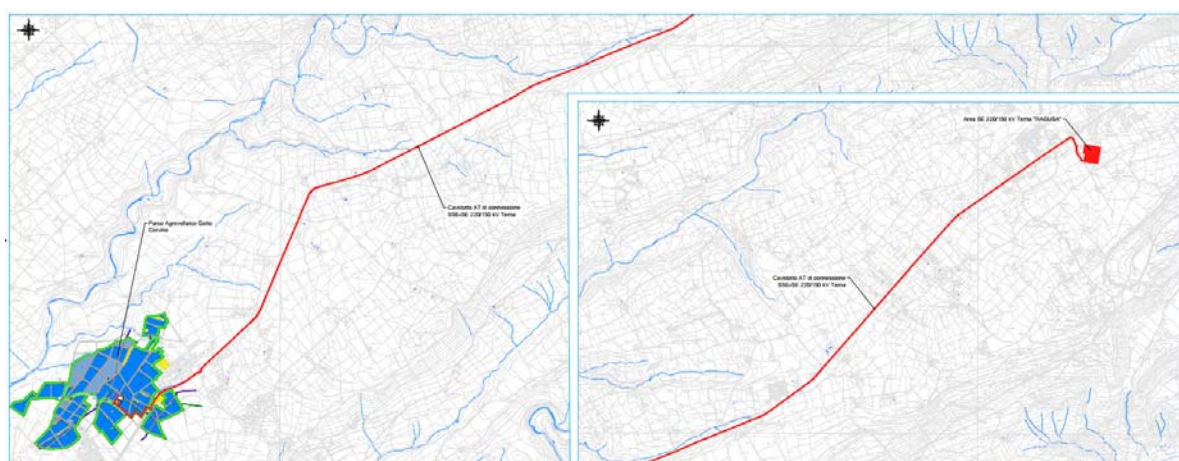


Figura 3 – Tracciato elettrodotto AT di collegamento fra le SSE e SE TERNA su CTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	13

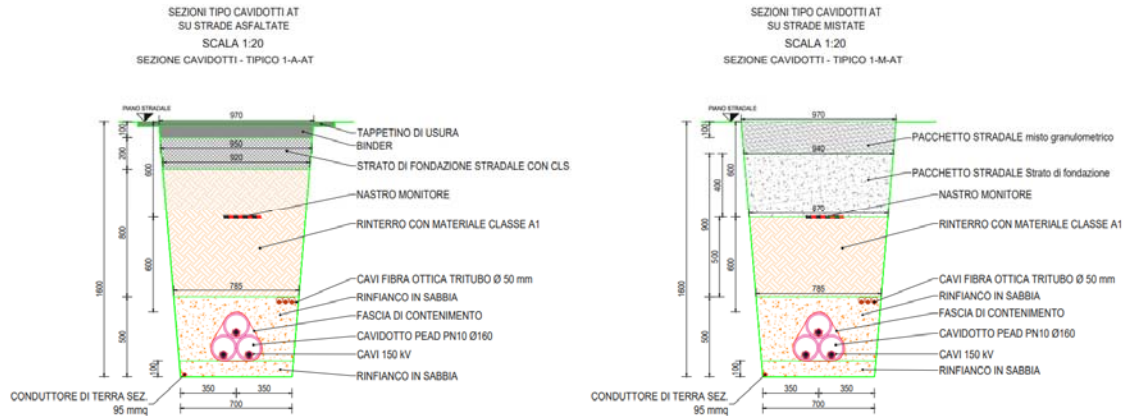
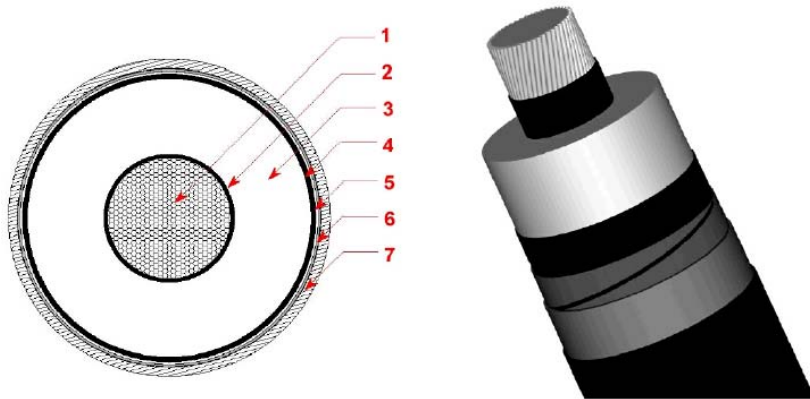


Figura 4 – Sezione tipo cavidotto AT

I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio compatto, di sezione indicativa pari a circa 630mm^2 tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igro-espandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietene con grafitatura esterna (7).



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Figura 5 – Stratigrafia cavo AT

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRtti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	14

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

Tabella 4 - Dettaglio coefficienti correttivi in funzione della temperatura ambiente

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente **K2** pari a 1.

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,94

Tabella 5 - Dettaglio coefficienti correttivi in funzione della profondità di posa

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRICI ELETTRICITÀ AT	15

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,94**.

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato AT di collegamento con la SE. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi di cui discusso in precedenza.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Δp kW
LINEA SSE-SE	SSE	SE	3x1x630	14580	90,63	277,842
			POTENZA COMPLESSIVA		90,63	277,842
						0,31%

Tabella 6 – Dati geometrici e dipendenza dell'elettrodotto AT

LINEA	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionam ento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVar]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %
LINEA SSE-SE	367,63	670	1	0,902	604,61	61%	0,6853	2,770	29,789	0,64%	0,64%	277,842	0,31%

Tabella 7 - Dettaglio del calcolo elettrico dell'elettrodotto AT

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	16

4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

4.1. GENERALITÀ

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici si è tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	100 μT (da intendersi come valore efficace)
Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	10 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	3 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Tabella 8 – Valori di riferimento del campo magnetico

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	17

4.3. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	18

5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO AT

5.1. GENERALITÀ

Quella che viene presentata in questo capitolo è una valutazione analitica del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT in argomento, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

5.2. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il caso di una singola terna di cavi in Alta Tensione in posa interrata a trifoglio, la norma CEI 106-11 al cap.6.2.3 indica le modalità di calcolo.

Di seguito il modello geometrico posto a base dei calcoli che prevede cavi unipolari posati a trifoglio.

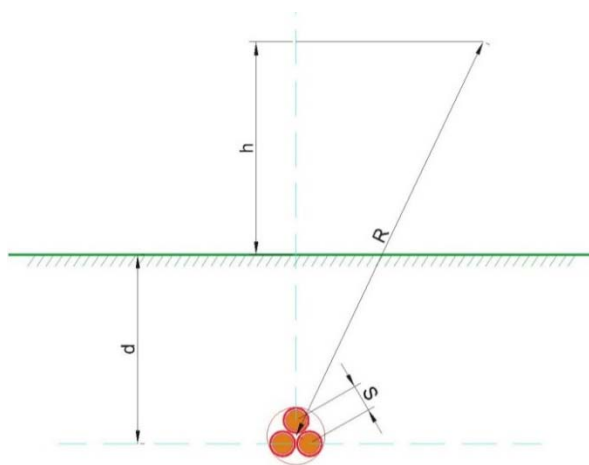


Figura 6 – Modello geometrico posto a base dei calcoli

Come suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

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

dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRtti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTRROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	19

centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti (16 cm), percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Condizioni operative	Terna 1	U.M.
Sezione	3x630	mm ²
Distanza dall'asse y	0	m
Portata cavo nominale	670	A
Portata cavo corretta	604,61	A
Profondità di posa	1,50	m

Tabella 9 – Condizioni operative dell'elettrodotto AT

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione che tengono conto delle condizioni di esercizio (cfr. paragrafo 3.3).

La tabella che segue mostra il calcolo dei valori della distribuzione, con un intervallo di calcolo dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

Distanza dall'asse centrale [m]	B _{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,223019067	0,217392439	0,211098226	0,20427393	0,197054269
-9,50	0,245552082	0,238748372	0,231178301	0,223019067	0,214441411
-9,00	0,271584824	0,263286399	0,254110197	0,244286349	0,234032355
-8,50	0,301857018	0,291640319	0,280423383	0,268507376	0,25617055
-8,00	0,337306418	0,32459967	0,310764274	0,296197199	0,2812555
-7,50	0,379132414	0,363153654	0,345923736	0,327969217	0,309748704
-7,00	0,428882822	0,40854786	0,386869811	0,364550398	0,342177269
-6,50	0,488572699	0,462356603	0,434784879	0,406794436	0,379132414
-6,00	0,560846767	0,526572798	0,491104164	0,455687998	0,421258238
-5,50	0,64919934	0,603714036	0,557547668	0,5123411	0,469223285
-5,00	0,758264829	0,696934585	0,636128212	0,577945754	0,523663556
-4,50	0,894180222	0,810111996	0,729100797	0,653676576	0,585080886
-4,00	1,064978692	0,947831036	0,838788527	0,740492997	0,653676576
-3,50	1,280852751	1,115095336	0,967174526	0,838788527	0,729100797
-3,00	1,55382137	1,316431994	1,115095336	0,947831036	0,810111996
-2,50	1,895662072	1,55382137	1,280852751	1,064978692	0,894180222
-2,00	2,311783014	1,822751992	1,458201593	1,184788795	0,977145398
-1,50	2,78773834	2,106291191	1,634191441	1,298398679	1,053145595
-1,00	3,268382882	2,369577589	1,788360445	1,39386917	1,115095336
-0,50	3,645503984	2,561705502	1,895662072	1,458201593	1,155891507
0,00	3,791324143	2,632863988	1,934349053	1,480985993	1,170161773
0,50	3,645503984	2,561705502	1,895662072	1,458201593	1,155891507
1,00	3,268382882	2,369577589	1,788360445	1,39386917	1,115095336
1,50	2,78773834	2,106291191	1,634191441	1,298398679	1,053145595
2,00	2,311783014	1,822751992	1,458201593	1,184788795	0,977145398

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRODOTTO AT	20

Distanza dall'asse centrale [m]	B _{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B _{tot} a 3 m dal suolo [μT]
2,50	1,895662072	1,55382137	1,280852751	1,064978692	0,894180222
3,00	1,55382137	1,316431994	1,115095336	0,947831036	0,810111996
3,50	1,280852751	1,115095336	0,967174526	0,838788527	0,729100797
4,00	1,064978692	0,947831036	0,838788527	0,740492997	0,653676576
4,50	0,894180222	0,810111996	0,729100797	0,653676576	0,585080886
5,00	0,758264829	0,696934585	0,636128212	0,577945754	0,523663556
5,50	0,64919934	0,603714036	0,557547668	0,5123411	0,469223285
6,00	0,560846767	0,526572798	0,491104164	0,455687998	0,421258238
6,50	0,488572699	0,462356603	0,434784879	0,406794436	0,379132414
7,00	0,428882822	0,40854786	0,386869811	0,364550398	0,342177269
7,50	0,379132414	0,363153654	0,345923736	0,327969217	0,309748704
8,00	0,337306418	0,32459967	0,310764274	0,296197199	0,2812555
8,50	0,301857018	0,291640319	0,280423383	0,268507376	0,25617055
9,00	0,271584824	0,263286399	0,254110197	0,244286349	0,234032355
9,50	0,245552082	0,238748372	0,231178301	0,223019067	0,214441411
10,00	0,223019067	0,217392439	0,211098226	0,20427393	0,197054269

Tabella 10 – Calcolo del campo magnetico

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10.1 – RENO753PDRrti010R0	RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI ELETTRDOTTO AT	21

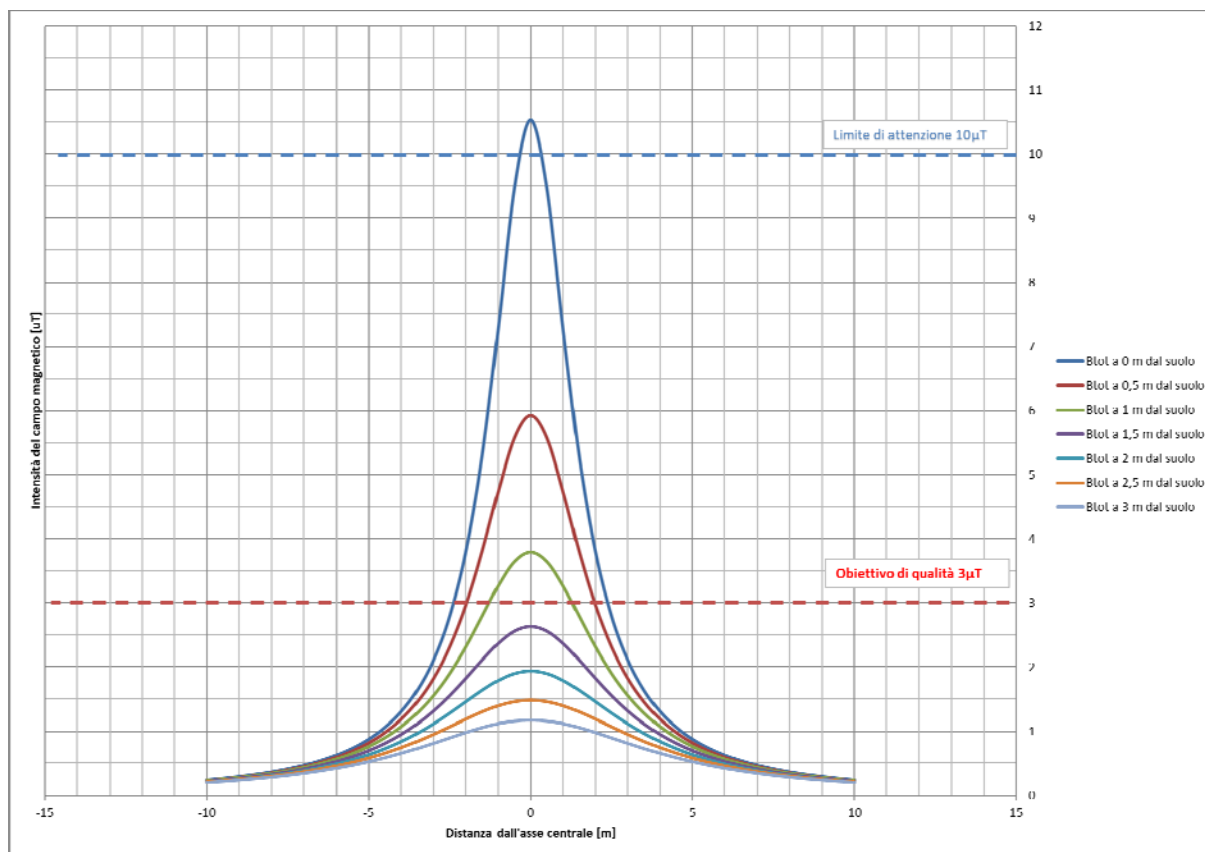


Figura 7 – Distribuzione dei valori del campo magnetico

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 3,79 μT , superiore seppur di poco all'obiettivo di qualità imposto dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza $h=1\text{m}$) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,787 μT .

Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 3,00 m, centrata sull'asse dell'elettrodotto (DPA pari a 1,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.