

INTERCONNESSIONE A 150 kV
"SORRENTO – VICO – AGEROLA - LETTERE"

Relazione CEM
Intervento 2
Collegamento misto aereo/cavo a 150kV
"CP Vico Equense – CP Agerola – CP Lettere"
Tratto "CP Vico Equense – CP Agerola"
Tratti "T1 - T4A"

Prysmian
Group



Codifica Prysmian

Rev. n°	Data	Descrizione	Codice Prysmian	Elaborato	Verificato	Approvato
00	05/11/19	Prima emissione	IT0A310-02-0153-18	S.Chinosi	S.Chinosi	M. Mossio

Storia delle revisioni

Rev. n°	Data	Descrizione
00	05/11/19	Prima emissione

Redatto	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Approvato
PRYSMIAN			ING-PRE-APRI-CS		ING-PRE-APRI-CS

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	3
2	OGGETTO	4
3	NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO	7
4	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	9
4.1	DATI RELATIVI AL SISTEMA ELETTRICO	9
4.2	DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI E ALL'INSTALLAZIONE	10
5	RISULTATI DI CALCOLO	13
5.1	TRATTO CP VICO EQUENSE – VAL01	13
5.2	TRATTO CP AGEROLA – VAL35	15
6	GRAFICI	17
6.1	GRAFICI CM TRATTO CP VICO EQUENSE – VAL01	17
6.2	GRAFICI CM TRATTO CP AGEROLA – VAL35	25
6.2.1	<i>Verifica CEM tratto CP Agerola – VAL35</i>	34
7	SCHERMATURA MEDIANTE LOOPS PASSIVI: INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE	36
7.1	POSA DEI CAVI.....	36
7.2	INTESTAZIONE.....	36
7.3	COLLEGAMENTO.....	37
7.4	INTERRAMENTO.....	38
7.5	VERIFICHE FINALI	38
8	LISTA MATERIALI	39
9	CONCLUSIONI	40
10	ALLEGATI	40

1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Al fine di apportare un significativo incremento alla sicurezza di alimentazione dei carichi della penisola Sorrentina, di ridurre i rischi di Energia Non Fornita (ENF), nonché per consentire un vasto piano di razionalizzazione della rete 60 kV, cui seguiranno notevoli benefici paesaggistico – ambientali, Terna ha previsto, all'interno dei Piani di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), la realizzazione di nuovi collegamenti a 150 kV per l'alimentazione delle CP Vico Equense e CP Agerola.

Tale nuovo collegamento si svilupperà tra la nuova SE Sorrento e la CP Lettere, ed è stato predisposto prevedendo gli opportuni raccordi entra-esce alle CP Vico Equense e Agerola, opportunamente riclassate al livello di tensione 150 kV.

Per quanto attiene lo scopo del presente progetto elettrico, l'opera nel suo complesso prevede i seguenti interventi:

- **Intervento 1:** Collegamento misto aereo/cavo a 150 kV "Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense" (opera principale)
- **Intervento 2:** Collegamento misto aereo/cavo a 150 kV "CP Vico Equense – CP Agerola – CP Lettere" (opera principale)
- **Intervento 3:** Variante a 60 kV degli elettrodotti "Castellammare – Sorrento cd Fincantieri" e "Castellammare – Sorrento cd Vico Equense" per alimentazione della CP Fincantieri (opera connessa)

Per il completamento dell'opera è previsto il riclassamento da 60 kV a 150 kV delle cabine primarie di Vico Equense e di Agerola e la realizzazione di un nuovo stallo a 150 kV nell'esistente cabina primaria a 150 kV di Lettere.

2 OGGETTO

Scopo del presente documento è quello di illustrare i risultati di calcolo dello studio sull'induzione magnetica generata dai cavi del collegamento a 150 kV denominato **CP Vico Equense – CP Agerola** (Intervento 2) e di descriverne le condizioni di funzionamento ed i componenti proposti per la realizzazione.

Il collegamento ha origine presso l'esistente CP di Vico Equense e si sviluppa per una lunghezza geometrica di circa 2100 m verso Agerola fino al sostegno di transizione cavo-aereo VAL01. Il circuito è costituito in questo tratto da cinque pezzature di cavo per fase.

Esso percorrerà un tratto di parallelismo con posa in tubazione nella stessa trincea con il collegamento che partendo anch'esso dalla CP di Vico Equense andrà verso la SE di Sorrento, fino al punto di divisione verso i rispettivi tracciati.

Il secondo tratto è costituito da un tracciato aereo a 150 kV in semplice terna che parte dal sostegno VAL01 fino al sostegno VAL29, dove si congiunge in doppia terna per alimentare in entra-esce la CP di Agerola. Da qui la linea prosegue in doppia terna fino al sostegno VAL35, ove si effettuerà il passaggio aereo-cavo. L'ultimo tratto in cavo interrato dal sostegno VAL35 alla CP di Agerola ha una lunghezza di 1100 m e condividerà la stessa trincea di posa in parallelismo con il tratto di cavo che dalla CP di Agerola raggiungerà la CP di Lettere.

La lunghezza geometrica complessiva del collegamento è di circa 16100 m ed è diviso in quattro tratti come di seguito descritto, di cui i tratti T1 e T4 costituiscono quelli oggetto della presente relazione:

- **Tratto 1:** nuovo elettrodotto in cavo a 150kV ST di circa 2100 m in uscita dalla CP di Vico Equense fino al sostegno porta-terminali VAL01;
- **Tratto 2:** nuovo tratto aereo a 150kV in ST della lunghezza circa di 10600 m che collega il sostegno porta-terminali VAL01 al sostegno porta-terminali VAL29;
- **Tratto 3:** nuovo tratto aereo a 150kV in DT della lunghezza circa di 2240 m che collega il sostegno porta-terminali VAL29 al sostegno porta-terminali VAL35;
- **Tratto 4:** nuovo tratto elettrodotto in cavo a 150kV in ST della lunghezza circa di 1100 m che collega il sostegno porta-terminali SV35 alla Cabina Primaria di Agerola.

Le figure 1 e 2 mostrano i due tratti di circuito T1 e T4A, di cui quello di colore rosso è quello oggetto del presente rapporto.

Il cavo previsto per i nuovi tratti da realizzare è del tipo ARE4H5E con conduttore in alluminio avente sezione di 1600 mm², isolamento in XLPE, guaina di alluminio saldato e guaina esterna in polietilene grafitato, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV.

Per la posa dei cavi si prevedono varie tipologie di installazione (alcuna delle quali in doppio circuito) come di seguito specificato e meglio descritte al paragrafo 4.2 del presente documento, applicabili nel caso di uno o due circuiti:

- a) Posa direttamente interrata in terreno vegetale;
- b) Posa direttamente interrata su strada;
- c) Posa in tubiera;
- d) Posa in tubiera schermata;
- e) Trivellazione orizzontale controllata;

f) Cavi in aria presso le terminazioni

In corrispondenza di entrambe le estremità (CP Vico Equense e sostegno di transizione), i cavi saranno attestati a terminali per esterno di tipo antideflagrante.

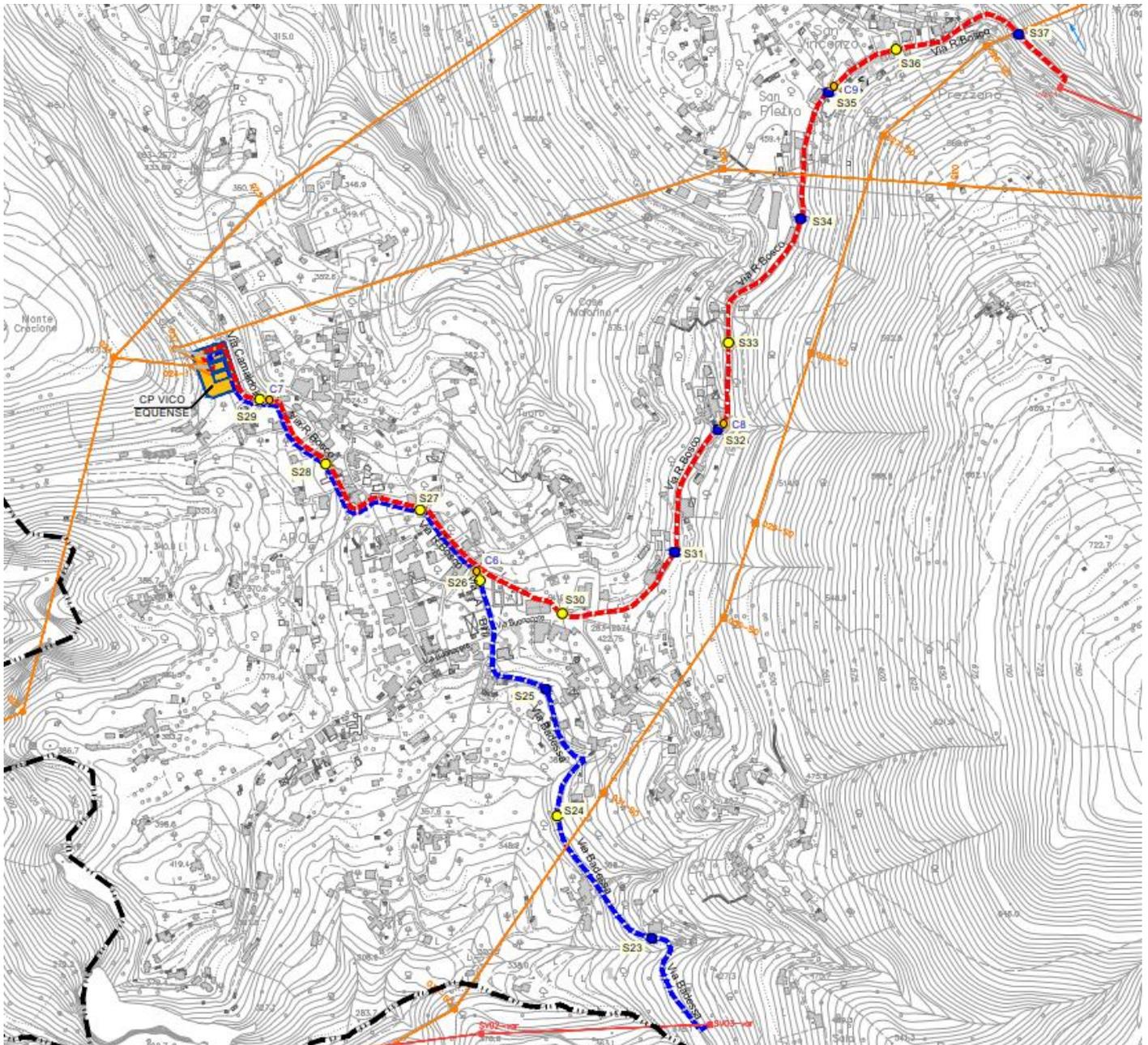


Figura 1
Collegamento CP Vico Equense – CP Agerola
Tratto T1 (rosso), CP Vico Equense – Sostegno porta terminali VAL01

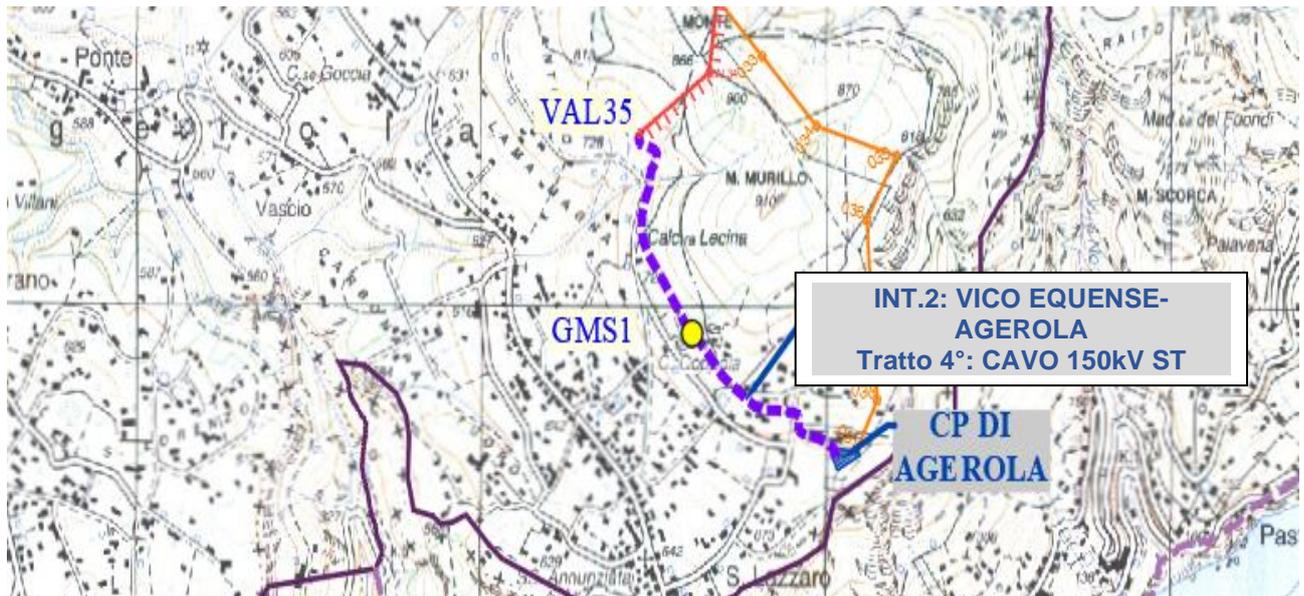


Figura 2
Collegamento CP Vico Equense – CP Agerola
Tratto T4A (viola), Sostegno porta terminali VAL35 – CP Agerola

Il collegamento elettrico degli schermi metallici dei cavi sarà come indicato in Tabella 1.

Tabella 1

Collegamento	Tratte	Tipo di collegamento elettrico delle guaine metalliche
Tratto T1 CP Vico Equense – VAL01	1	Isolate (SPB)
	2	Trasposte (XB)
	3	Trasposte (XB)
	4	Trasposte (XB)
	5	Isolate (SPB)
Tratto T4A VAL35 – CP Agerola	1	Isolate (MPB)
	2	Isolate (MPB)

SPB = Single Point Bonding
XB = Cross Bonding
MPB = Mid-Point Bonding

Il progetto elettrico è riportato nel documento n° **RVFR19006C1072339**.

3 NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO

Scopo di questo paragrafo è quello di indicare le normative di riferimento utilizzate per definire la fascia di rispetto e la distanza di prima approssimazione per il collegamento in oggetto.

La legge n°36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi.

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

A tal proposito, l'articolo 3 definisce:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Il DPCM 8 luglio 2003 recepisce le indicazioni contenute nella legge 36/2001 e fissa i limiti di esposizione, di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati dagli elettrodotti.

Nello specifico viene fissato a 100 μT il limite di esposizione per l'induzione magnetica, mentre viene fissato a 10 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni normali di esercizio) il valore di attenzione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza delle suddette aree, viene fissato a 3 μT l'obiettivo di qualità per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Le norma CEI 211-6 indica le tecniche di misurazione da adottare per la misura dei campi magnetici, mentre il decreto 29 Maggio 2008 indica "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

A tal proposito la fascia di rispetto dei 3 μT e la distanza di prima approssimazione indicate in questo documento sono state calcolate in accordo alla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche".

 <small>T E R N A G R O U P</small>	Relazione CEM CP Vico Equense – CP Agerola	Codifica RVFR19006C1072340	
		Rev. N° 00 del 05/11/2019	Pag. 8 di 40

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 un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

4 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

La progettazione del collegamento è stata eseguita in accordo ai parametri sotto indicati.
I valori in grassetto sono stati assunti da Prysmian.

4.1 Dati relativi al sistema elettrico

Tabella 2

Tensione concatenata nominale del sistema (U)	kV	150
Tensione di fase nominale del sistema (U_0)	kV	87
Tensione massima del sistema (U_m)	kV	170
Tensione di isolamento ad impulso atmosferico (B.I.L.)	kV	750
Tensione di isolamento ad impulso di manovra (S.I.L.)	kV	N/A
Frequenza	Hz	50
Corrente nominale di riferimento	A	800
Corrente di corto circuito monofase	kA	31.5
Durata del corto circuito	s	0.5
Condizioni del punto neutro del sistema	Francamente a terra	

4.2 Dati relativi alle condizioni ambientali e all'installazione

Si riportano di seguito i parametri relativi alle condizioni ambientali e di installazione dei cavi, necessari per le verifiche termiche. I valori di resistività termica assunti considerano una media tra i risultati della campagna di misura e delle caratteristiche del materiale di riempimento selezionato.

Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.

Tabella 3
CP Vico Equense – VAL01

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θa	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
1	Posa su strada asfaltata (UX LK401, allegato B1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	1.2	25	1.5	1	a contatto	-
2	Posa in tubiera (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.2	25	1.5	1	0.20	-
3	Posa in tubiera schermata con loops passivi (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.2	26	1.5	1	0.20	-
4	Posa in tubiera (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.2	25	1.75	2	0.20	0.70
5	Posa in tubiera schermata con loops passivi (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.2	26	1.75	2	0.20	0.70
6	T.O.C. (UX LK401, allegato G) Cavi installati in tubazioni in HDPE tipo PN10 aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione ad "L".	1.2	20	5.5	1	0.20	-

Tabella 3 (continuazione)

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θ_a	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
7	Posa in tubiera in piano (UX LK401, allegato C2 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi Di/De=176.2/200 mm con disposizione in piano	1.2	25	0.7	1	0.20	-
8	Cavi in aria presso le terminazioni Cavi installati su sostegni porta terminali Cavi parzialmente esposti a radiazione solare diretta.	-	40	-	1	>De	-

A = spaziatura assiale tra le fasi dello stesso circuito

S = spaziatura assiale tra i circuiti

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi

ρ_t = resistività termica media radiale

Tabella 4
CP Agerola – VAL35

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θ_a	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
1	Posa in terreno vegetale (modalità A1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	1.2	20	2.1 1.6	2	a contatto	6.2 2.0
2	Posa su strada (modalità A2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.2	20	1.5	2	0.200	0.7
3	Posa in tubiera (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	20	1.5 1.8 2.0 2.8	2	0.200	0.7 0.7 0.9 1.0
4	Posa in tubiera schermata (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso, schermate con cavi passivi Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	20	1.5	2	0.200	0.7
5	Cavi in aria presso le terminazioni Cavi installati su sostegni porta terminali Cavi parzialmente esposti a radiazione solare diretta.	-	40	-	1	>De	-

A = spaziatura assiale tra le fasi dello stesso circuito

S = spaziatura assiale tra i circuiti

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi

ρ_t = resistività termica media radiale

Note:

a) In tutti i tratti di unione dei tratti in tubiera, i cavi direttamente interrati dovranno essere installati a trifoglio aperto con lo stesso interasse della tubiera (200mm);

5 RISULTATI DI CALCOLO

5.1 Tratto CP Vico Equense – VAL01

I risultati di calcolo sono riassunti nella tabella e nei grafici seguenti.

Nel caso di parallelismo dei due circuiti, i calcoli considerano il verso delle correnti dei due circuiti, **concordi**. La disposizione delle fasi è **RST-RST**.

Tabella 5
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Disposizione fasi: RST-RST

ID	Tipologia di installazione	P [m]	A/D [m]	B [μT]	X [m]
1	Posa su strada asfaltata (1 circuito) (UX LK401, allegato B1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	1.5	Contatto	3.45	-1.0/+1.0
2	Posa in tubiera (1 circuito) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.5	0.20	7.0	-2.8/+2.8
3	Posa in tubiera schermata con loops passivi (1 circuito) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.5	0.20	2.8	-
4	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	10.8	-4.4/+4.4
5	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	4.3	-2.0/+2.0
6	T.O.C. (1 circuito) (UX LK401, allegato G) Cavi installati in tubazioni in HDPE tipo PN10 aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione ad "L".	5.5	0.20	1.12	-
7	Posa in tubiera in piano (1 circuito) (UX LK401, allegato C2 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione in piano	0.7	0.20	20.5	-4.0/+4.0
8	Buca giunti singolo circuito	1.5	0.6	25.4	-7.1/+7.1
9	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	26.4	-8.5/+7.2
10	Buca giunti schermata singolo circuito	1.5	0.6	4.7	-2.3/+2.3

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi e al centro dei giunti

A = Spaziatura assiale tra le fasi
D = distanza assiale tra i circuiti
B = Picco dell'induzione magnetica
X = Fascia di rispetto per induzione magnetica di 3 μ T, riferita all'asse del circuito

Al fine di ottimizzare i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM, è stata anche considerata, nei tratti di parallelismo dei due circuiti, la disposizione delle fasi è **RST-TRS**, sempre con verso delle correnti **concordi**.

Tabella 6
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Due circuiti attivi
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P	A/D	B	X
		[m]	[m]	[μ T]	[m]
4a	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	3	-
5a	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	2.9	-
9a	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	22.5	-7.8/+5.5

Sono stati infine calcolati i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM nei tratti di parallelismo dei due circuiti, nella condizione in cui uno solo dei due circuiti sia attivo e l'altro scarico.

Tabella 7
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Un solo circuito attivo
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P	A/D	B	X
		[m]	[m]	[μ T]	[m]
4b	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	5.7	-2.9/+2.2
5b	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	2.5	-
9b	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	25.4	-8.1/+6.1

5.2 Tratto CP Agerola – VAL35

I risultati di calcolo sono riassunti nella tabella e nei grafici seguenti.

Nel caso di parallelismo dei due circuiti, i calcoli considerano il verso delle correnti dei due circuiti, **concordi**.

Al fine di ottimizzare i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM, è stata anche considerata, nei tratti di parallelismo dei due circuiti, la disposizione delle fasi **RST-TRS**, sempre con verso delle correnti **concordi**.

Tabella 8
CP Agerola – VAL35
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Due circuiti attivi
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P	A/D	B	X
		[m]	[m]	[μ T]	[m]
1	Posa in terreno vegetale (modalità A1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	2.1	A contatto/6.2	2.2	-
		1.6	A contatto/2.0	1.5	-
2	Posa su strada (modalità A2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.5	0.200/0.7	3.4	-2.1/+2.1
3	Posa in tubiera (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.5	0.200/0.7	3.4	-2.1/+2.1
		1.8	0.200/0.7	2.9	-
		2.0	0.200/0.9	2.3	-
		2.8	0.200/1.0	1.5	-
4	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.8	0.6/2.0	19.1	-7.8/+5.6

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi e al centro dei giunti

A = Spaziatura assiale tra le fasi

D = distanza assiale tra i circuiti

B = Picco dell'induzione magnetica

X = Fascia di rispetto per induzione magnetica di 3 μ T, riferita all'asse del circuito

Sono stati infine calcolati i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM nei tratti di parallelismo dei due circuiti, nella condizione in cui uno solo dei due circuiti sia attivo e l'altro scarico.

Tabella 9
CP Agerola – VAL35
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Un solo circuito attivo
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P	A/D	B	X
		[m]	[m]	[μ T]	[m]
1a	Posa in terreno vegetale (modalità A1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	2.1	A contatto/6.2	2.2	-
		1.6	A contatto/2.0	3.2	-1.7/+0.4
2a	Posa su strada (modalità A2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.5	0.200/0.7	7.0	-3.1-+2.4
3a	Posa in tubiera (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.5	0.200/0.7	7.0	-3.1/+2.4
		1.8	0.200/0.7	5.5	-2.8/+2.1
		2.0	0.200/0.9	4.8	-2.6/+1.9
		2.8	0.200/1.0	2.9	-
4a	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.8	0.6/2.0	20.5	-8.0/+6.0

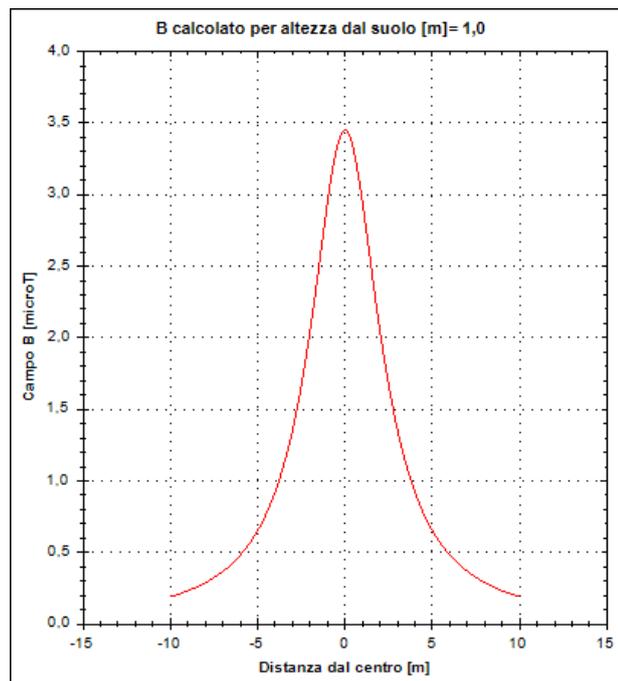
Il corridoio magnetico è riferito al centro del circuito attivo.

6 GRAFICI

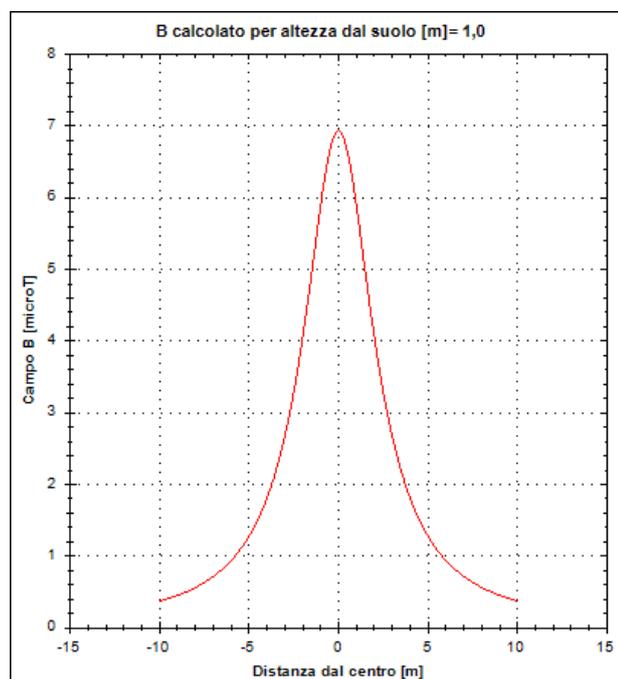
6.1 Grafici CM tratto CP Vico Equense – VAL01

Si riportano di seguito i grafici della distribuzione dell'induzione magnetica ad 1 m dal suolo riferita all'asse del circuito in cavi AT.

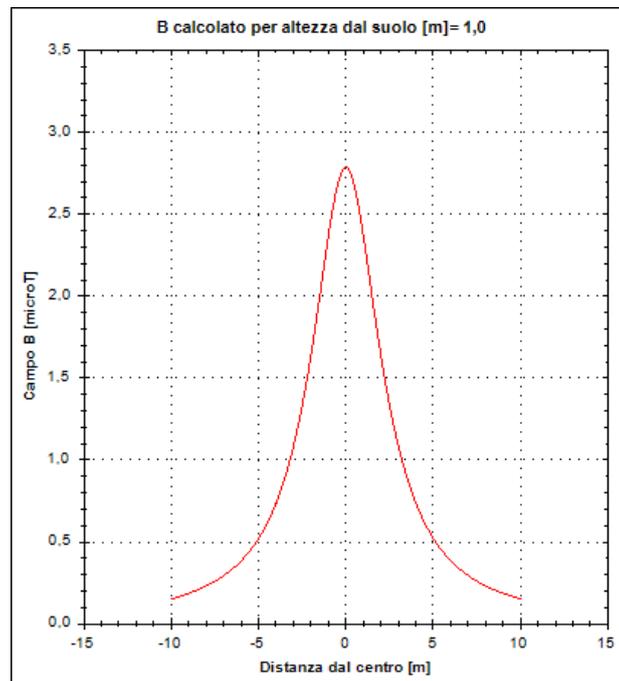
ID 1 - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso su strada asfaltata (profondità 1.5 m)



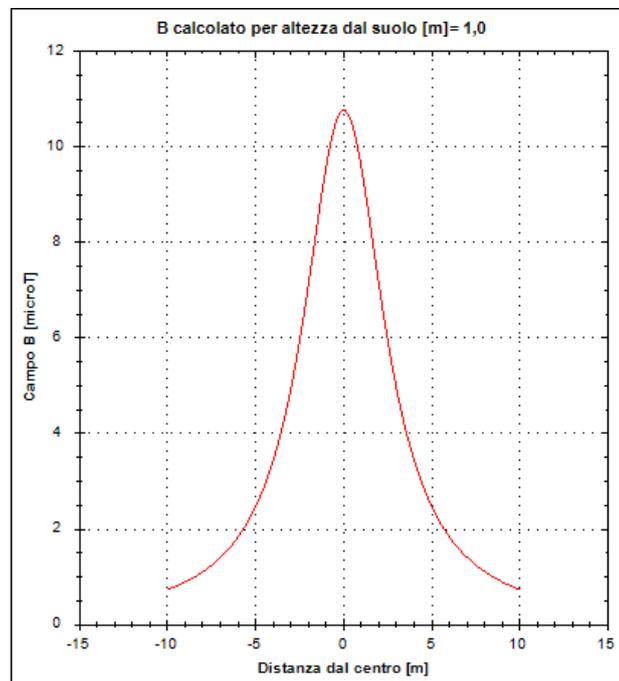
ID 2 - Posa in tubiera a trifoglio, su strada asfaltata (profondità 1.5 m)



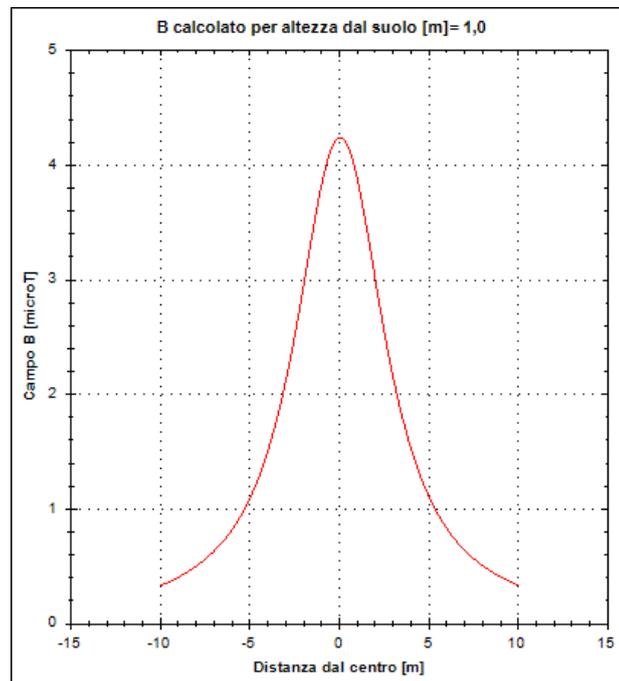
ID 3 - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi (profondità 1.5 m)



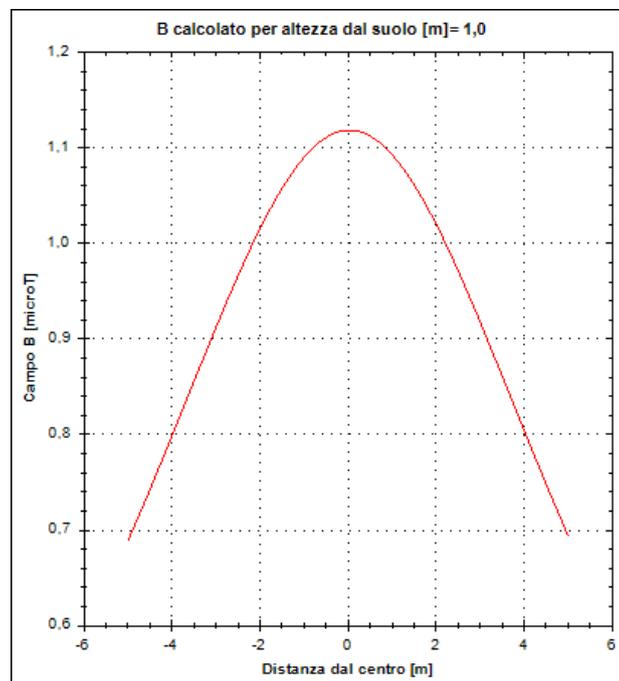
ID 4 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m)



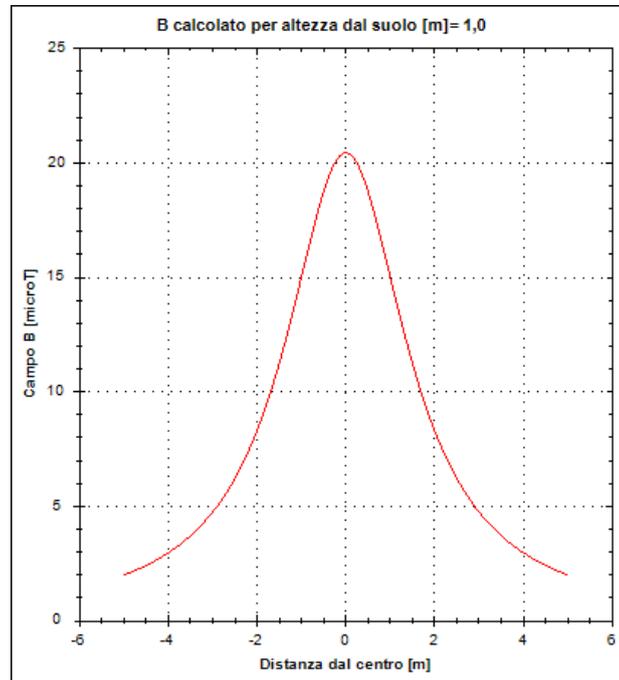
ID 5 - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m)



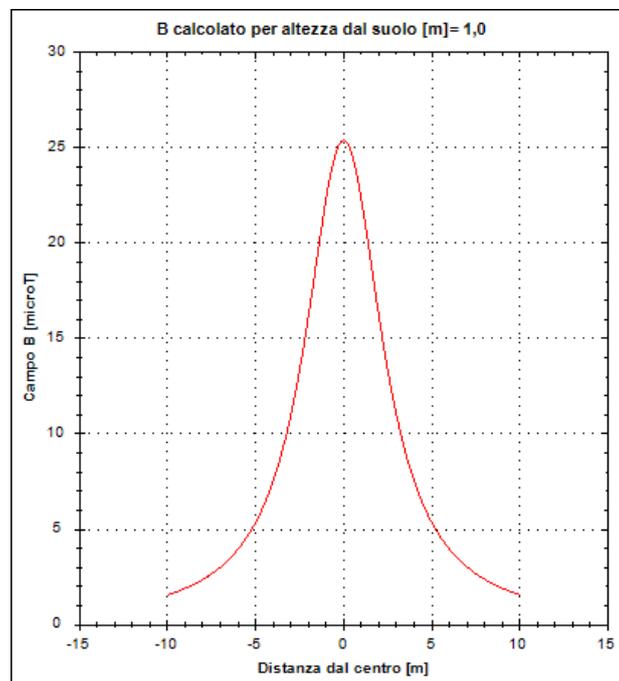
ID 6 - Posa in teleguidata – 1 circuito (profondità 5.5 m)



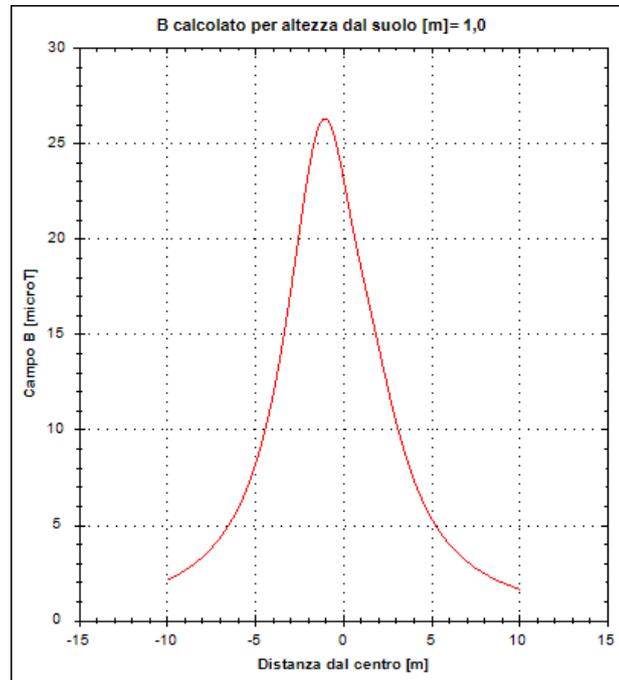
ID 7 – Posa in tubiera in piano – 1 circuito (profondità 0.7 m)



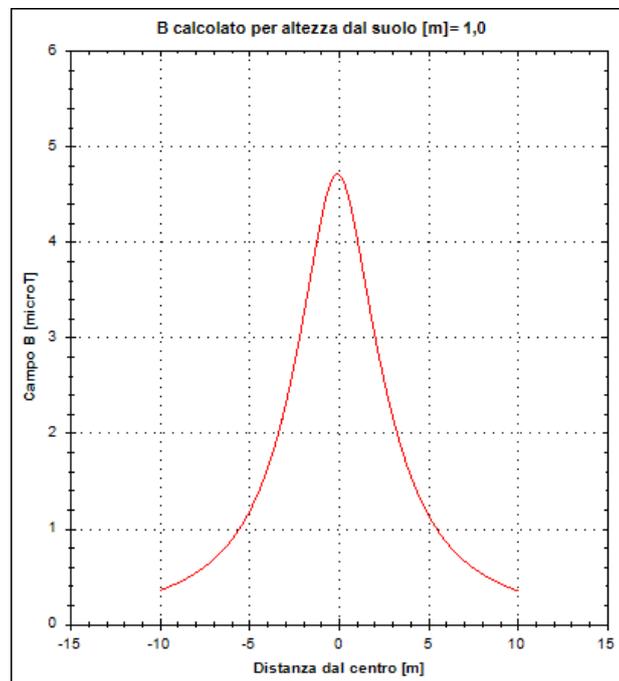
ID 8 – Buca giunti singolo circuito (profondità 1.5 m)



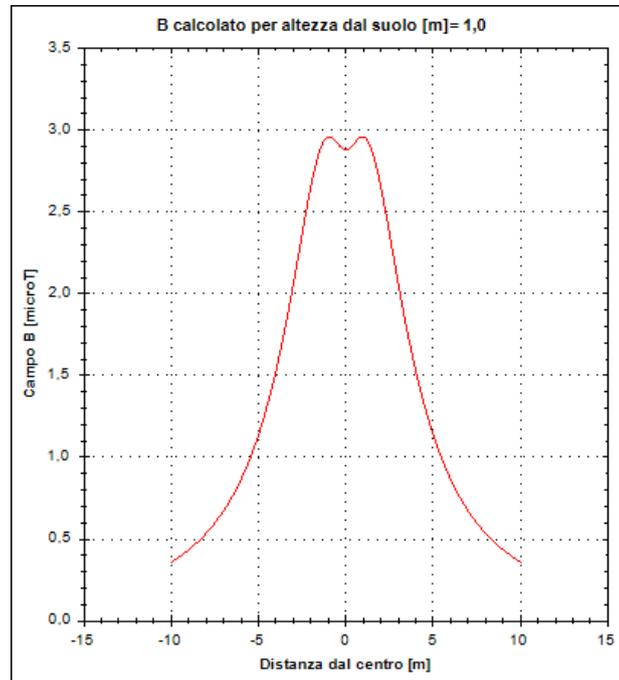
ID 9 – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m)



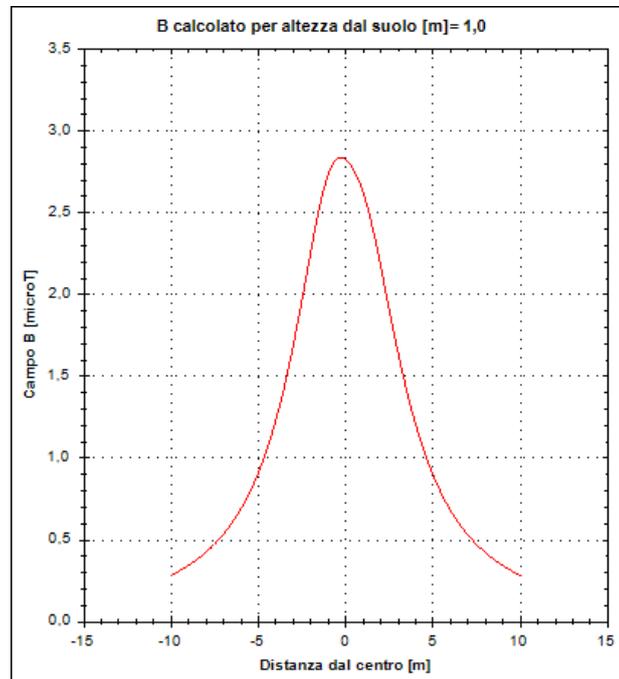
ID 10 – Buca giunti schermata singolo circuito (profondità 1.5 m)



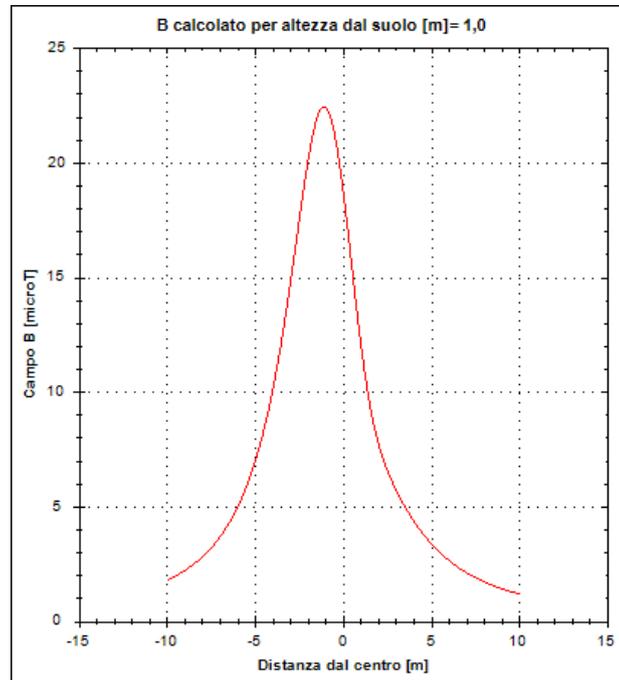
ID 4a - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – RST TRS



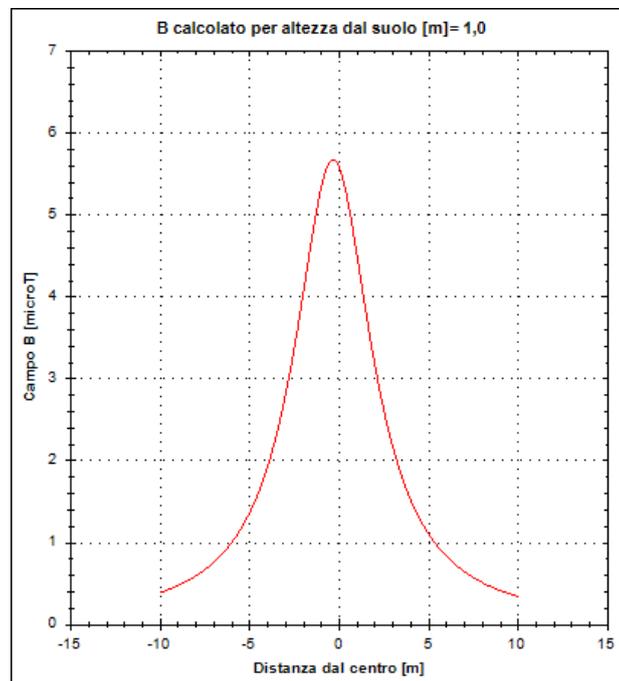
ID 5a - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – RST TRS



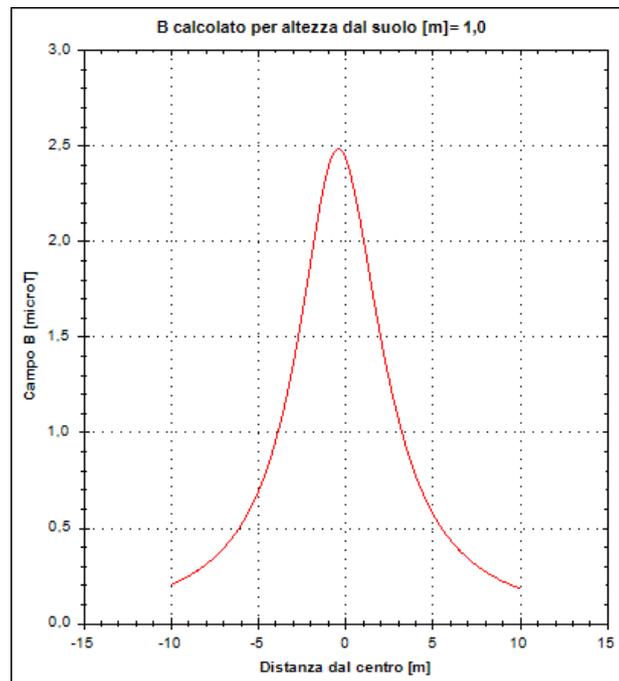
ID 9a – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m) – RST-TRS



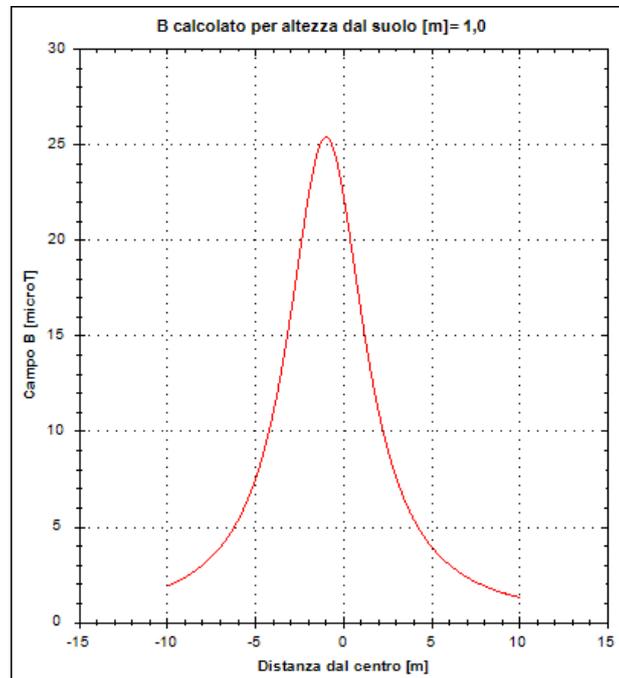
ID 4b - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – 1 circuito attivo



ID 5b - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – 1 circuito attivo



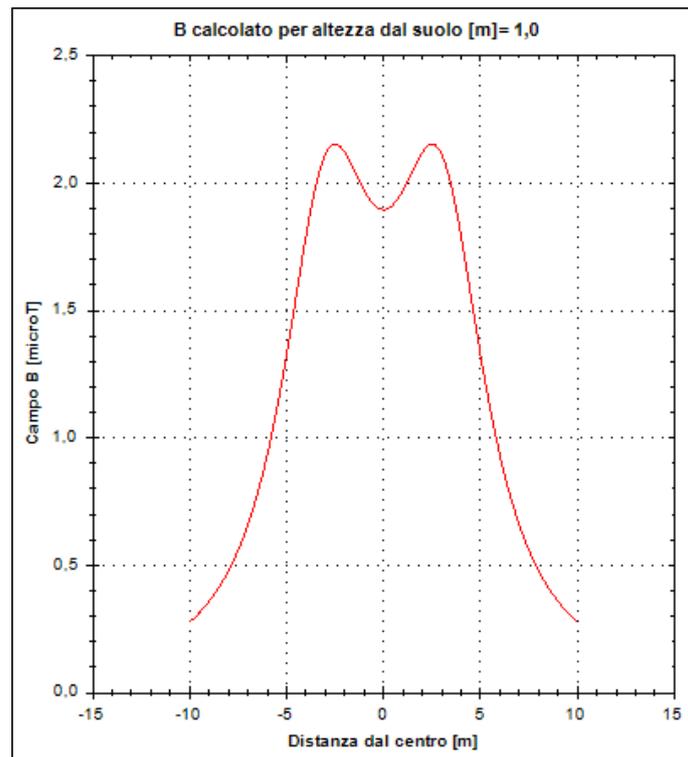
ID 9b – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m) – 1 circuito attivo



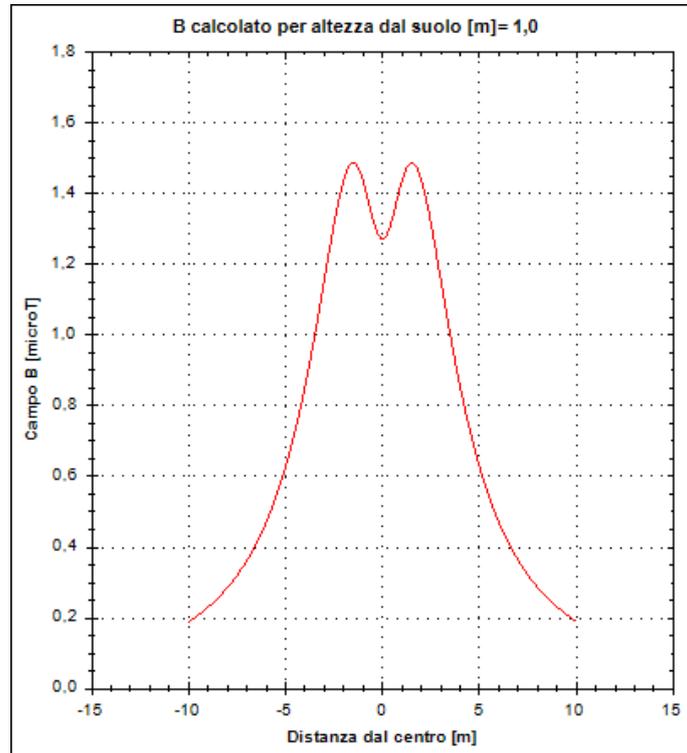
6.2 Grafici CM tratto CP Agerola – VAL35

Si riportano di seguito i grafici della distribuzione dell'induzione magnetica ad 1 m dal suolo riferita all'asse del circuito in cavi AT, nel caso di un solo circuito attivo o all'asse dei due circuiti, nel caso di due circuiti attivi.

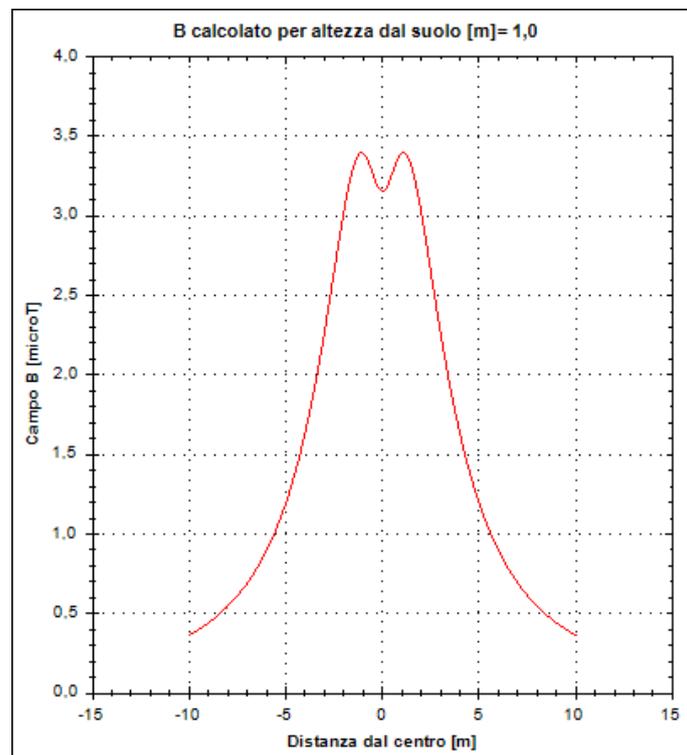
ID 1.1 - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso in terreno – 2 circuiti (profondità 2.1 m, interasse 6.2 m)



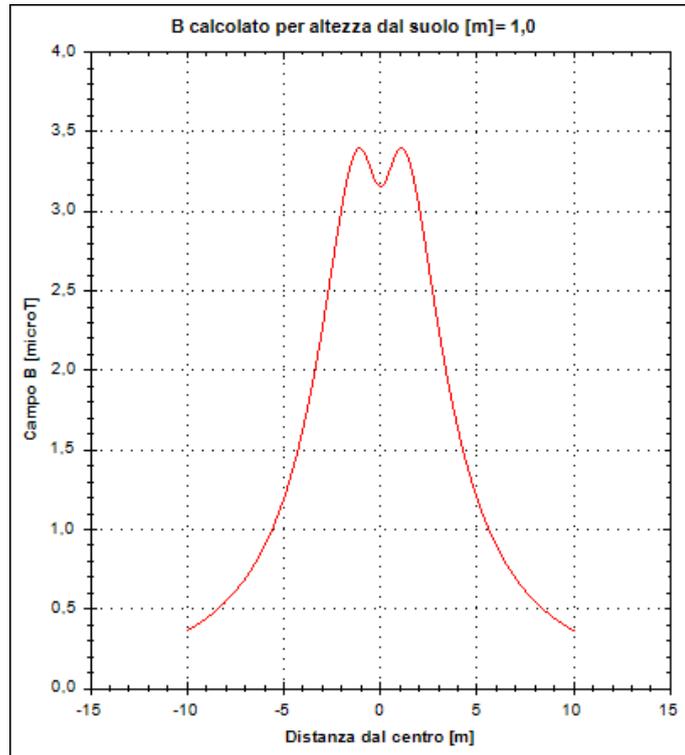
ID 1.2 - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso in terreno – 2 circuiti (profondità 1.6 m, interasse 2.0 m)



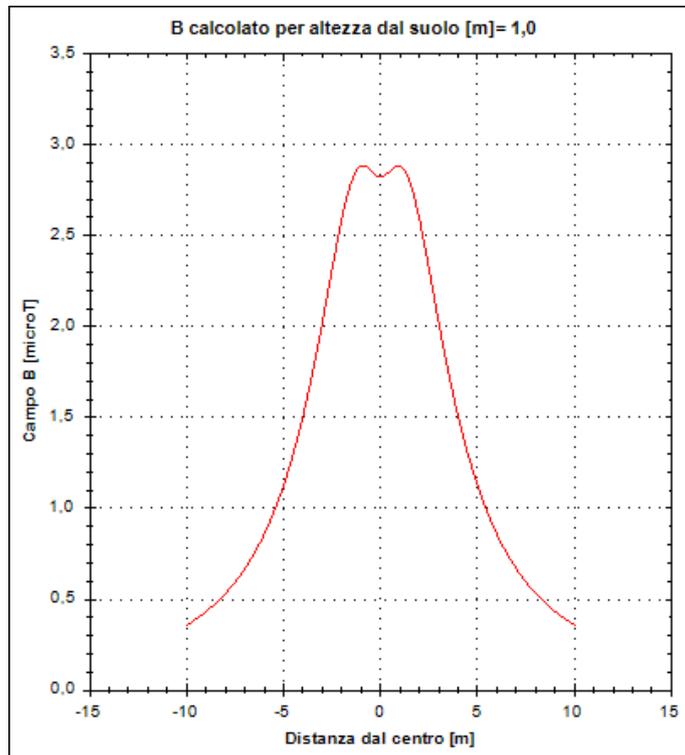
ID 2 - Posa direttamente interrata a trifoglio allargato – 2 circuiti (profondità 1.5 m, interasse 0.7 m)



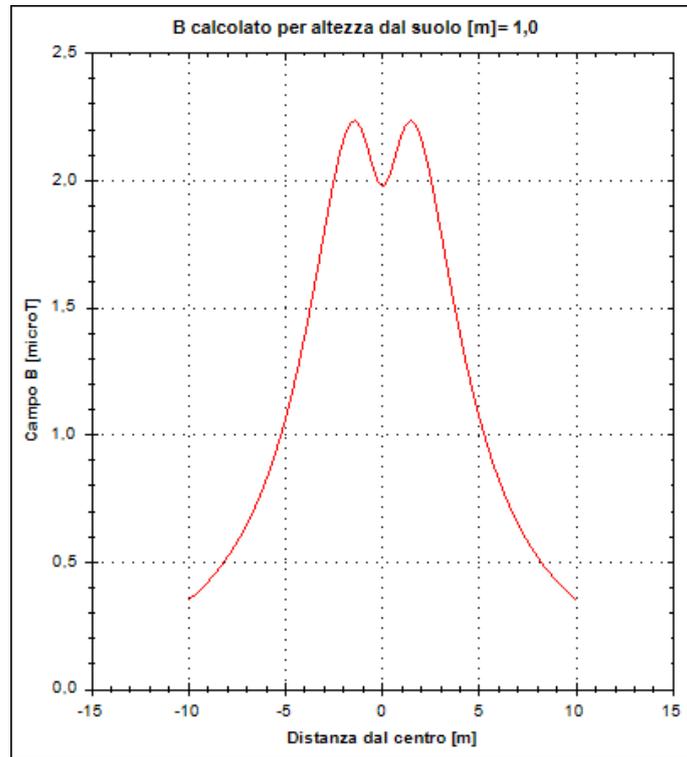
ID 3.1 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.5 m, interasse 0.7 m)



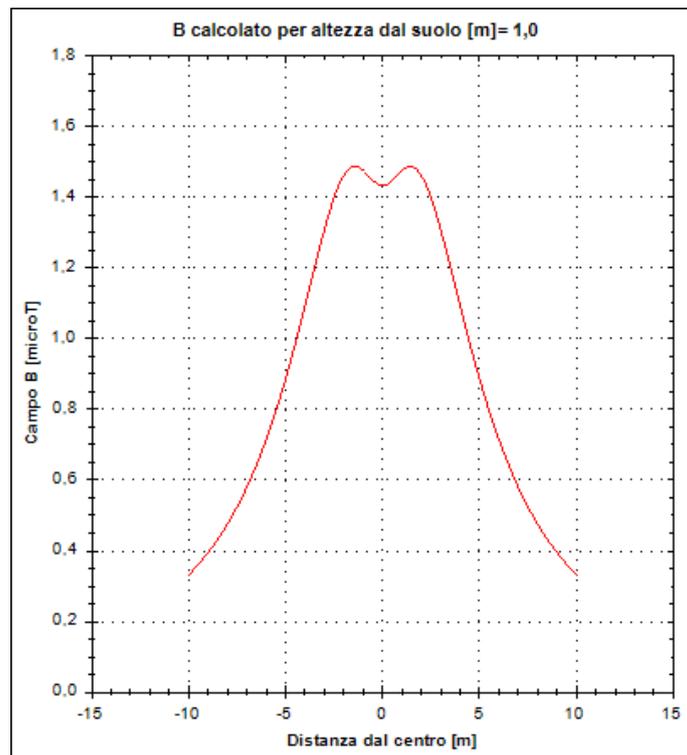
ID 3.2 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.8 m, interasse 0.7 m)



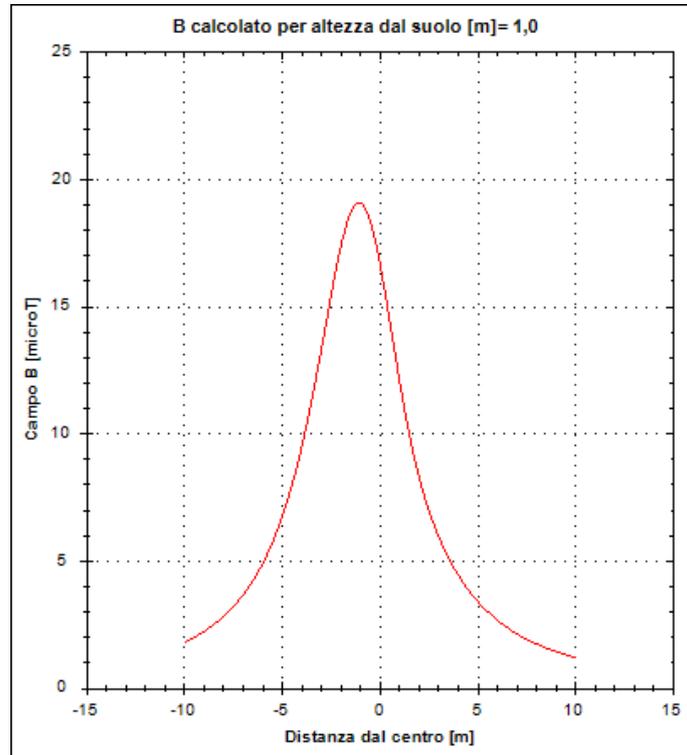
ID 3.3 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 2.0 m, interasse 0.9 m)



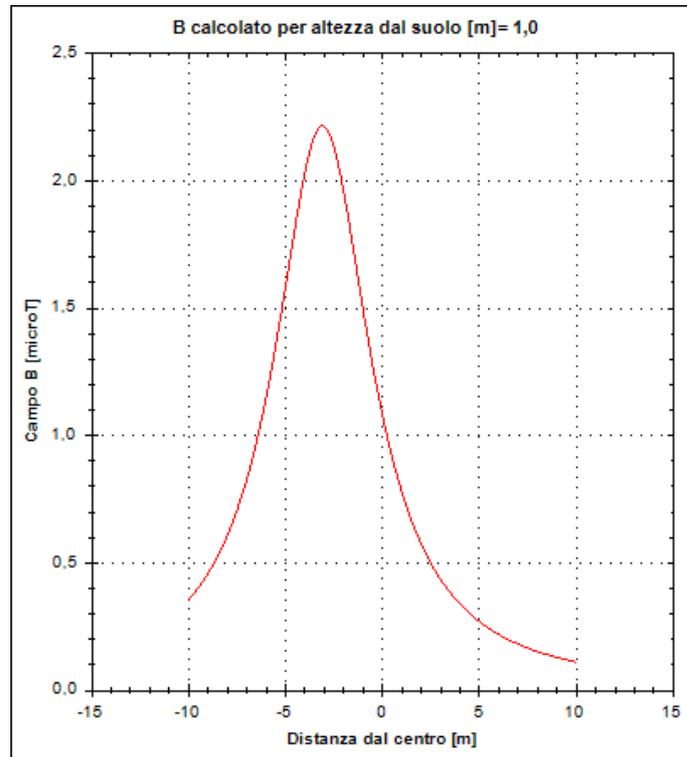
ID 3.4 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 2.8 m, interasse 1.0 m)



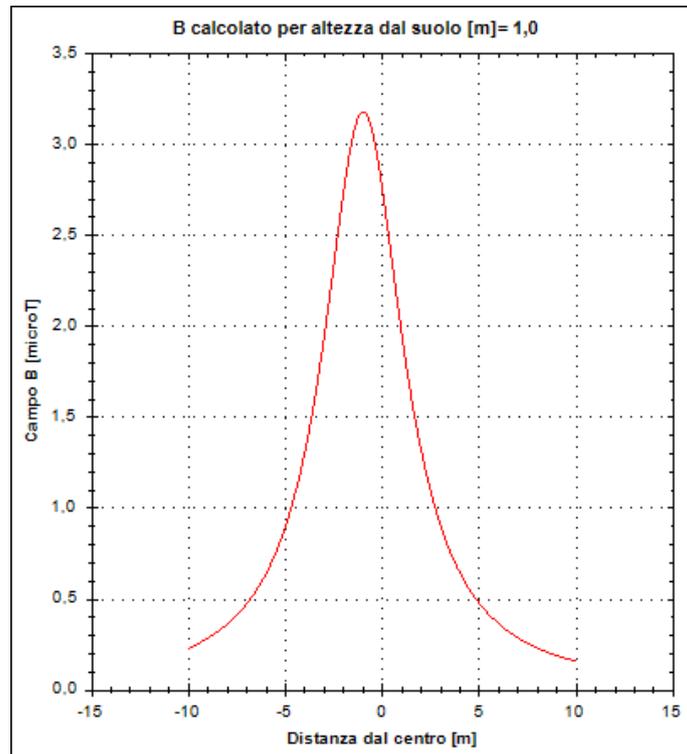
ID 4 – Buca giunti affiancata a circuito a trifoglio chiuso (profondità 1.8 m)
Interasse giunti 0.6 m, interasse circuiti 2.0 m



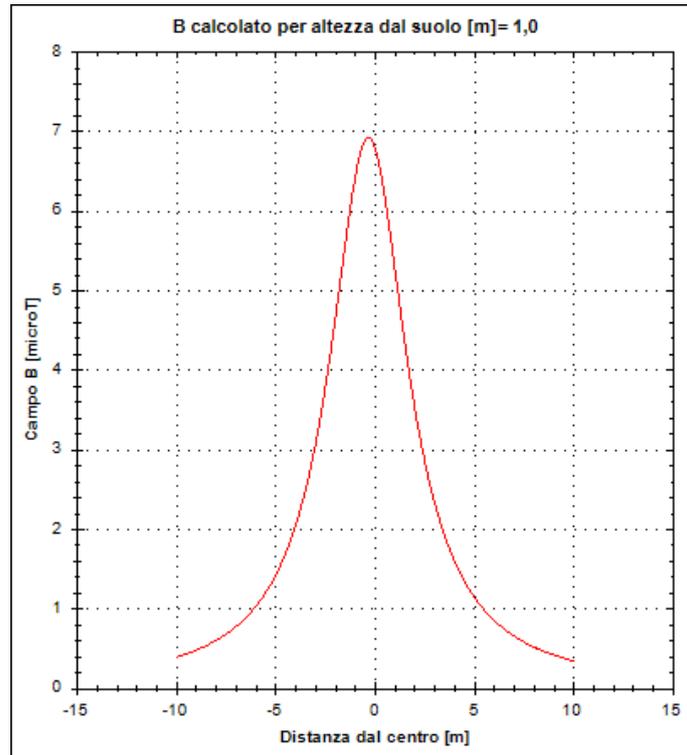
ID 1.1 a - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso in terreno - 1 circuito attivo (profondità 2.1 m)



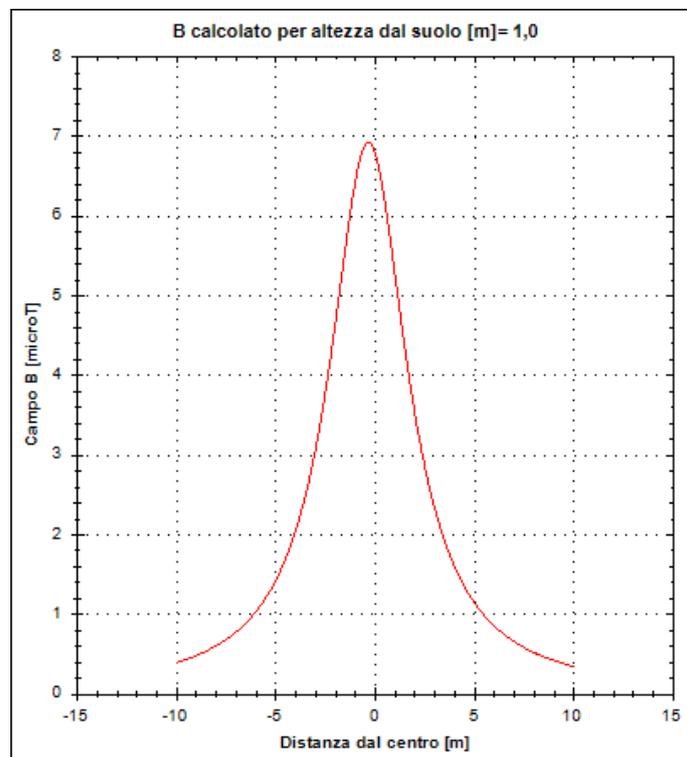
ID 1.2 a - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso in terreno - 1 circuito attivo (profondità 1.6 m)



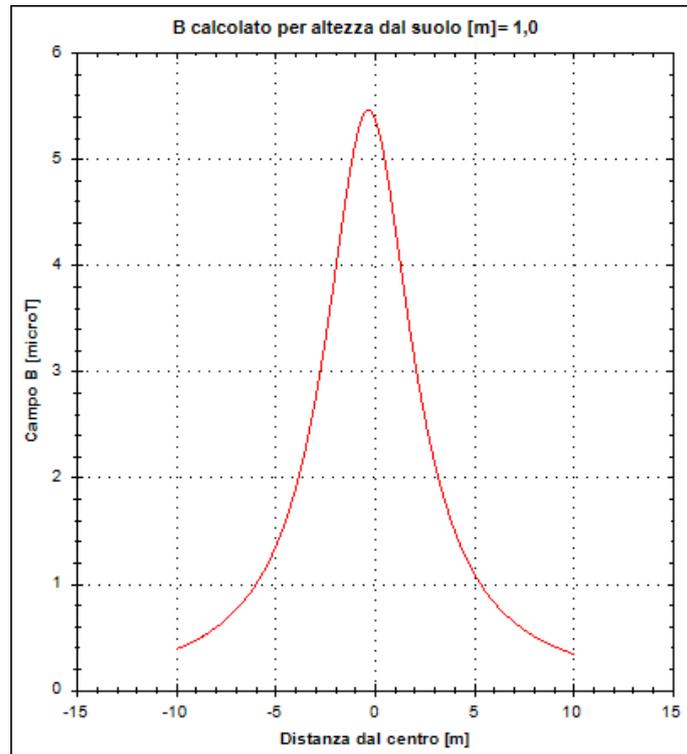
ID 2 a - Posa direttamente interrata a trifoglio allargato - 1 circuito attivo (profondità 1.5 m)



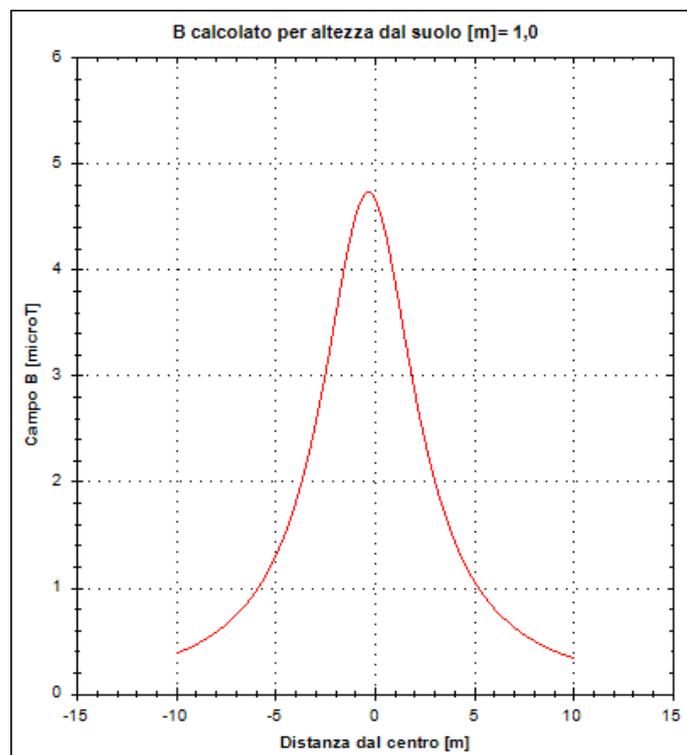
ID 3.1 a - Posa in tubiera a trifoglio - 1 circuito attivo (profondità 1.5 m)



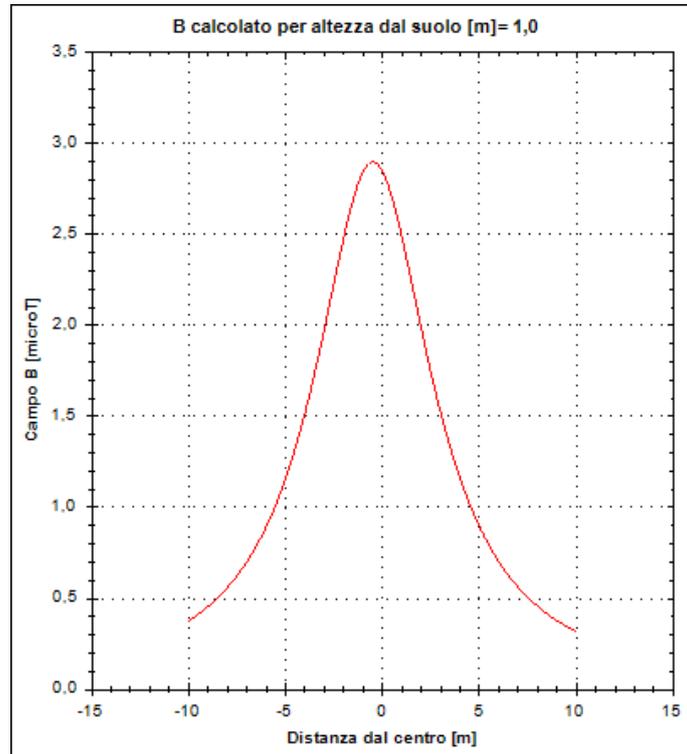
ID 3.2 a - Posa in tubiera a trifoglio - 1 circuito attivo (profondità 1.8 m)



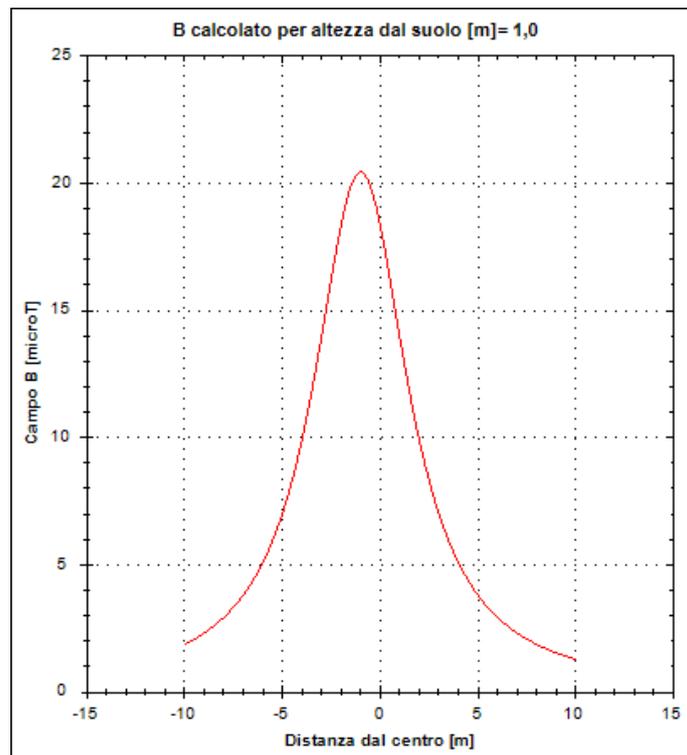
ID 3.3 a - Posa in tubiera a trifoglio - 1 circuito attivo (profondità 2.0 m)



ID 3.4 a - Posa in tubiera a trifoglio - 1 circuito attivo (profondità 2.8 m)



ID 4 a – Buca giunti affiancata a circuito a trifoglio chiuso - 1 circuito attivo (profondità 1.8 m)
Interasse giunti 0.6 m, interasse circuiti 2.0 m



6.2.1 Verifica CEM tratto CP Agerola – VAL35

La figura 3 mostra un punto di interferenza che si verifica tra il circuito di colore rosso (circuito Vico-Agerola) nel caso in cui solo tale circuito sia in esercizio.

Si rende quindi necessario prevedere la schermatura dei cavi per un tratto di circa 22 m.

A titolo cautelativo, si ritiene opportuno schermare anche il tratto di linea in corrispondenza dell'edificio posto a destra di quello incriminato, per un tratto di circa 16 m.

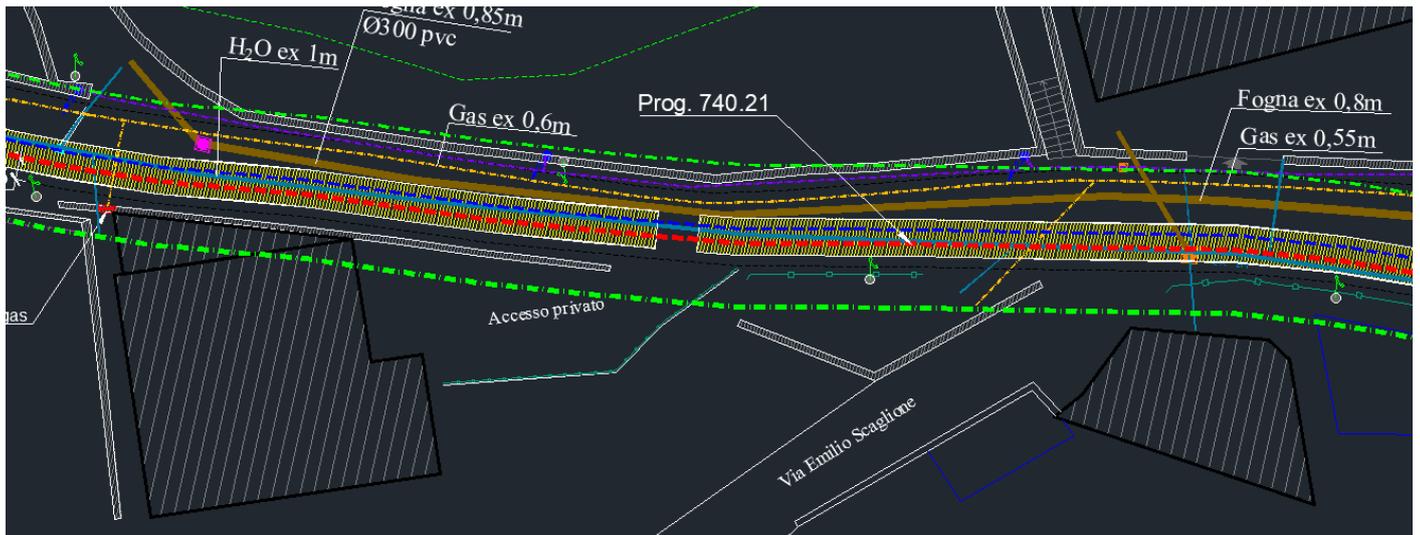
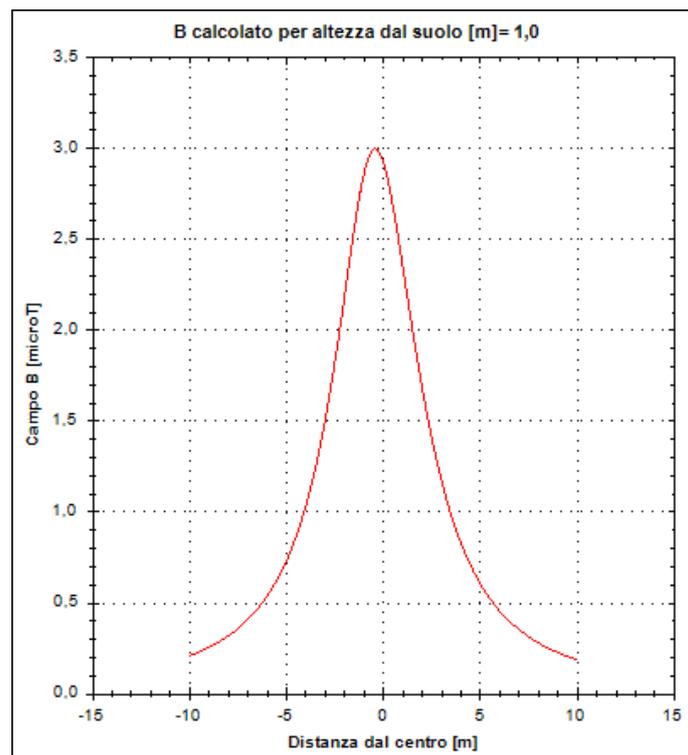


Figura 3 – Zona di interferenza CEM

Si prevede in tali tratti una schermatura costituita da n° 9 quadrifogli di cavi passivi, sufficienti a ridurre il picco del campo magnetico al valore di 3 μ T, come rappresentato nel grafico sottostante.



La sezione di posa della trincea schermata è rappresentata nella figura 4.

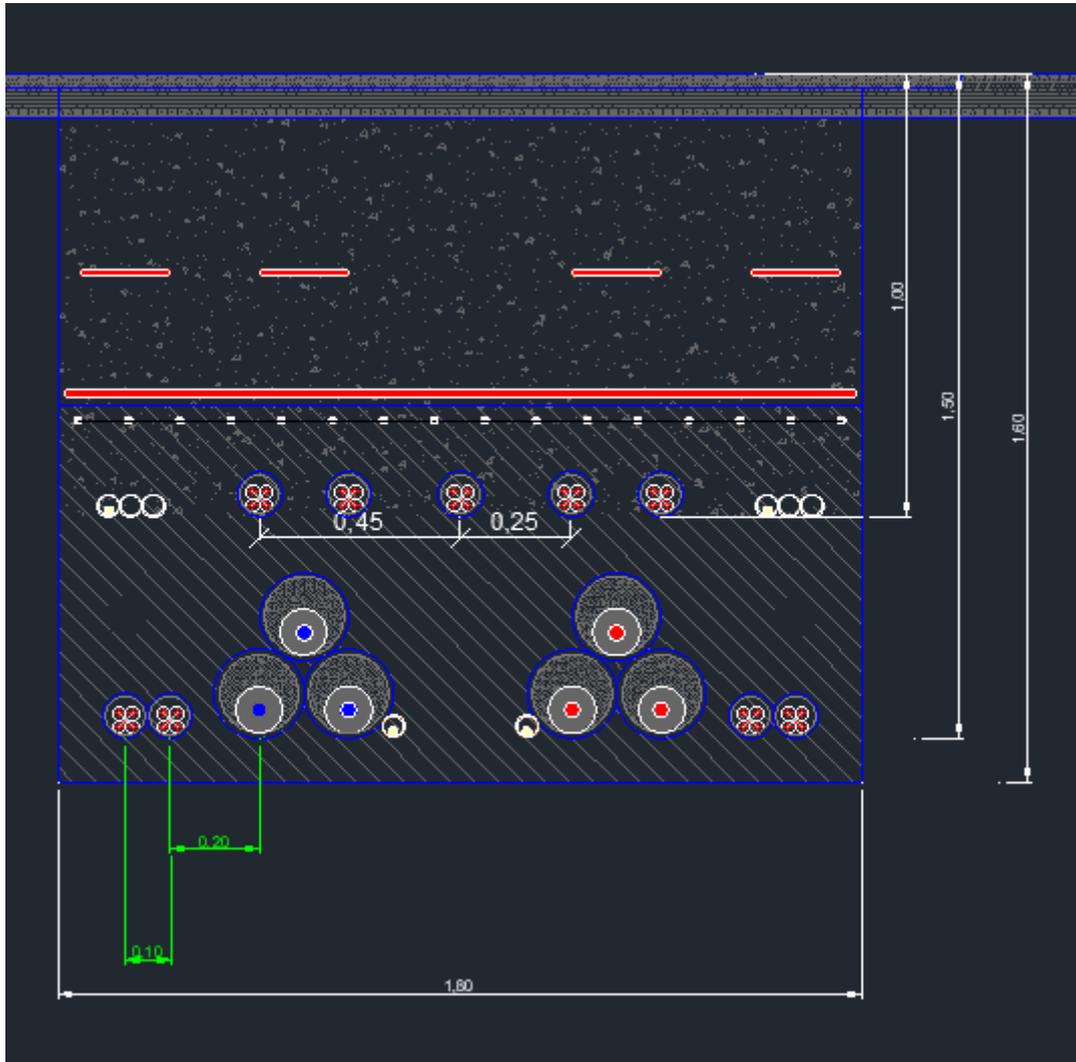


Figura 4 – Sezione trincea schermata nella zona di interferenza CEM

7 SCHERMATURA MEDIANTE LOOPS PASSIVI: INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE

La posa dei loops passivi in prossimità dei cavi di alta tensione ha lo scopo di mitigare il campo magnetico, mediante la circolazione di correnti indotte. Il corretto collegamento dei cavi ed il rispetto della geometria di posa sono una parte fondamentale nel progetto complessivo. Lo schema generale per la posa dei cavi passivi si può così riassumere:

- Posa dei cavi
- Intestazione
- Collegamento
- Interramento
- Verifiche finali

7.1 Posa dei cavi

Posizionare la bobina vicino alla trincea.

Stendere i cavi uno alla volta fino al punto prestabilito e tagliare a misura o giuntare se necessario.

Numerare ciascuno spezzone di cavo ad entrambe le estremità.

Creare la configurazione richiesta, come da disegno costruttivo, rispettando la geometria e fascettando i cavi ove richiesto.

Pareggiare i cavi e marcarli con un pennarello tutti alla medesima lunghezza.

Tagliare con precisione i cavi.

7.2 Intestazione.

Rimuovere la guaina esterna per una lunghezza di 70 mm (vedi Fig.5a).

Togliere il tappo dal capocorda a codolo e inserirlo sul conduttore mandandolo in battuta (devono rimanere scoperti non più di 10 mm di conduttore).

Pressare il capocorda sul conduttore con due schiacciate successive, utilizzando l'attrezzatura idonea prevista dal costruttore del morsetto (vedi Fig.5b).

Mettere il pezzetto di nastro autoamalgamante fornito sulla parte scoperta di conduttore tra capocorda e guaina esterna.

Preparare un tratto di guaina termoretraibile di 250 mm con diametro riducibile a meno di 14 mm.

Pulire la testa del cavo con solvente sgrassante.

Carteggiare per rendere ruvida la superficie per un tratto di almeno 150 mm e rimuovere la polvere.

Inserire il termoretraibile sul cavo in modo che rimangano scoperti esattamente 30 mm del codolo in rame (vedi Fig.5c).

Scaldare il codolo di rame fino a circa 100 °C per facilitare l'adesione della guaina termoretraibile.

Scaldare la guaina in modo che si richiuda sul cavo partendo dal codolo, lasciando 30 mm di rame scoperti.

Verificare che la guaina aderisca correttamente e che una parte della colla deposta sulla superficie interna fuoriesca della guaina stessa.

A questo punto la testa del cavo risulta perfettamente sigillata e solo 30 mm del codolo di rame sporgono all'esterno.

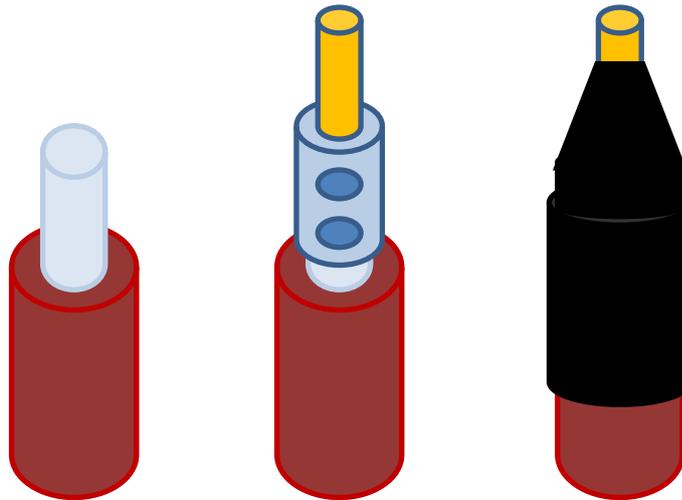


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 5c

Fig. 5 - Sequenza di montaggio dei capicorda a codolo sul cavo in alluminio

7.3 Collegamento.

Allineare le teste dei cavi e pareggiarle ulteriormente con una tolleranza di qualche millimetro.

Inserire i codoli nella morsettiere in modo che emergano dall'altro lato (vedi Fig.6).

Il corretto inserimento prevede che il codolo venga bloccato dalla vite appuntita di serraggio e che la guaina termoretraibile rimanga all'esterno della morsettiere.

Chiudere con forza le viti in modo che la punta penetri nel codolo bloccandolo all'interno.

Serrare le morsettiere l'una all'altra mediante viti al fine di chiudere il loop.

Dopo aver sistemato i cavi ad una estremità si passa all'altra, ripetendo le medesime operazioni di "Intestazione" e "Collegamento", per montare correttamente anche i restanti gruppi di morsettiere.

E' importante ricordare che la lunghezza totale della schermatura dovrà comprendere, oltre alla lunghezza del tratto da schermare, anche due tratti agli estremi di tale tratto, della lunghezza di circa 4-5 m ciascuno, al termine dei quali saranno installate le suddette morsettiere.

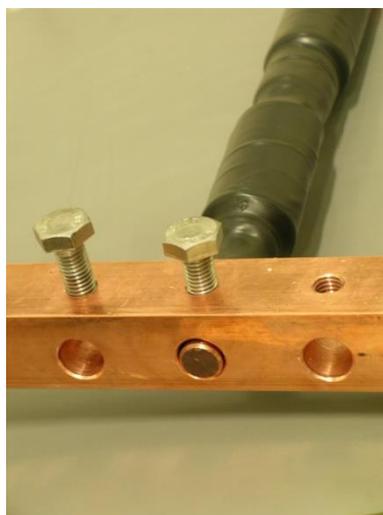


Fig. 6 - Esempio montaggio del capocorda nella morsettiere

	Relazione CEM CP Vico Equense – CP Agerola	Codifica RVFR19006C1072340	
		Rev. N° 00 del 05/11/2019	Pag. 38 di 40

Per questo specifico collegamento saranno utilizzate morsettiere da 12+2 fori per ogni estremità dei Loops, da realizzare all'interno dei tratti di trincea e delle buche giunti oggetto della schermatura¹. Le morsettiere saranno posizionate in modo da rendere il più semplice possibile la loro collocazione. Lo schema di posa sarà definito in occasione della messa in opera dei cavi.

7.4 Interramento

La sequenza delle operazioni di interramento del sistema schermate sono descritte di seguito e si intendono valide, in principio, sia per posa diretta che per posa in tubazione dei loops passivi.

- a) Posizionare le morsettiere alle due estremità del tratto da schermare, superiormente al fascio di cavi AT;
- b) Installare i fasci di quadrifogli di cavi passivi alla base della trincea al fianco dei cavi AT. Se necessario unire i cavi con i morsetti in dotazione e proteggere la giunzione con tubo termoretraibile;
- c) Deporre e compattare il backfill senza modificare la corretta geometria dei loops;
- d) Installare gli altri fasci di quadrifogli superiormente allo strato di backfill;
- e) Deporre e compattare il backfill e applicare la lastra di protezione, quindi procedere al collegamento dei cavi alle morsettiere;
- f) A seconda della geometria da realizzare, collegare le morsettiere a contatto attraverso imbullonatura passante ai due fori laterali e a quelle non adiacenti attraverso cavi isolati con sezione di 240 mm².
- g) Completare l'interramento (previa verifica finale come descritto al successivo paragrafo 7.5).

7.5 Verifiche finali

Le verifiche finali da effettuare sono le seguenti:

- a) Ogni cavo passivo sia stato intestato correttamente e opportunamente sigillato con la guaina termoretraibile, lasciando spuntare solo 30 mm del codolo di rame;
- b) Ogni cavo passivo sia fermamente collegato alla rispettiva morsettiera a ciascuna delle due estremità;
- c) Tutte le morsettiere siano collegate nel modo corretto;
- d) La geometria di posa prevista nei disegni sia stata rispettata.

¹ La tipologia di morsettiera è da considerarsi provvisoria. Quella effettiva sarà definita in seguito.

8 LISTA MATERIALI

Si riporta di seguito la lista dei materiali necessari alla realizzazione della schermatura con cavi passivi nei tratti interessati.

Nel computo sono esclusi materiali di consumo quali fascette e nastri, necessari alla formazione dei trifogli o della legatura dei cavi attorno ai giunti/cavi.

Tabella 10
CP Vico Equense – VAL01

Componente	Materiale/Descrizione	Quantità	
Cavi passivi	Al 185 mm ²	m	20200
Morsetti di giunzione	Morsetto per cavo Al 185 mmq	N°	300
Capocorda bimetallico	Capocorda bimetallico Al/Cu con attacco a codolo	N°	510
Morsettiera in Cu	Morsettiera a 12+2 fori in rame elettrolitico: <ul style="list-style-type: none"> • n° 24 per tratti di singolo circuito • n° 6 per tratti di doppio circuito • n° 12 per le buche giunti 	N°	42
Termoretraibili x capicorda	Tubi da 1 m (0.25 m per ogni intestazione di cavo)	N°	200

Nota

La lista comprende anche i materiali necessari alla schermatura del tratto di collegamento "CP Vico Equense – Transizione SV03-var" nel tratto di parallelismo.

Tabella 11
CP Agerola – VAL35

Componente	Materiale/Descrizione	Quantità	
Cavi passivi	Al 185 mm ²	m	1500
Morsetti di giunzione	Morsetto per cavo Al 185 mmq	N°	12
Capocorda bimetallico	Capocorda bimetallico Al/Cu con attacco a codolo	N°	144
Morsettiera in Cu	Morsettiera a 12+2 fori in rame elettrolitico	N°	12
Termoretraibili x capicorda	Tubi da 1 m (0.25 m per ogni intestazione di cavo)	N°	40

9 CONCLUSIONI

I risultati di calcolo mostrano che, **pur considerando versi delle correnti concordi, disponendo opportunamente le fasi, è possibile garantire il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T** nel tratto di parallelismo dei due circuiti senza ricorrere alla schermatura dei cavi.

La condizione peggiore per il tratto di parallelismo è rappresentata dalla condizione di funzionamento con un solo circuito attivo.

In tale circostanza, occorre ricorrere alla schermatura della trincea con loops passivi.

Nel tratto di singolo circuito verso Agerola, è inoltre necessario ricorrere alla schermatura di alcuni tratti di circuito e delle buche giunti GMS2 e GMS4, mediante l'impiego di loops passivi.

Per quanto riguarda la corretta disposizione delle fasi si faccia riferimento al disegno allegato n° **950.8.406-408**.

Nel tratto di doppio circuito compreso tra la CP Agerola ed il sostegno di transizione aerea VAL35, è necessario ricorrere alla schermatura di due tratti di circuito, mediante l'impiego di loops passivi.

Per quanto riguarda la corretta disposizione delle fasi si faccia riferimento al disegno n° **950.8.456** per il tratto in doppio circuito tra la CP Agerola ed il sostegno VAL 35

10 ALLEGATI

Schemi trasposizione fasi n° **950.8.406-408** e n° **950.8.456**.