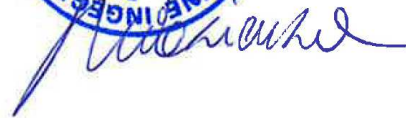


Razionalizzazione e sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) nella media valle del Piave

PIANO TECNICO DELLE OPERE – APPENDICE C
VALUTAZIONE SUI VALORI DI INDUZIONE MAGNETICA E CAMPO ELETTRICO GENERATI

Terna Rete Italia S.p.A.
Direzione Ingegneria e Asset Management - Realizzazione
Area Progettazione e Realizzazione Impianti - Nord Est
Via San Crispino, 22 - 35129 PADOVA
IL RESPONSABILE
Ing. Gaetano Paziienza





Stato delle revisioni

Rev. 01	del 31/05/2015	Emissione per integrazione volontaria a seguito sopralluogo istruttorio
Rev. 00	del 25/06/2015	PRIMA EMISSIONE

Elaborato		Verificato		Approvato
J. Garau ING-REA-PRINO	A. Alban ING-REA-PRINE	S. Scarietto ING-REA-PRINE		G. Paziienza ING-REA-PRINE

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	Richiami normativi	3
2	LINEE ELETTRICHE.....	5
2.1	Premessa	5
2.2	Metodologia di calcolo della fascia di rispetto.....	5
2.3	Corrente di calcolo	7
2.4	Linee elettriche aeree.....	9
2.5	Linee elettriche in cavo interrato.....	35
2.6	Calcolo del campo elettrico	49

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono stati calcolati sia il campo elettrico e sia le fasce di rispetto relativamente ai nuovi collegamenti elettrici previsti nella “Razionalizzazione e sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale nella media valle del Piave”.

Tali valutazioni sono state fatte nel rispetto del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, nonché della “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”, approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160)

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione: 100 μ T** per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione: 10 μ T** per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- **Obiettivo di qualità: 3 μ T** per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

Le valutazioni delle fasce di rispetto e del campo magnetico si riferiscono agli interventi elencati nella Relazione Tecnica Illustrativa, doc n. RU22215A1BCX14001 Rev. 01 del 31/05/2015.

1.1 Richiami normativi

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- 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;
- obiettivo di qualità, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il **D.P.C.M. 08.07.2003** "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

2 LINEE ELETTRICHE

2.1 Premessa

Le valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del DPCM dell'8 luglio 2003, "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*", nonché della "*Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160)

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n°36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al DPCM 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

2.2 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto

Il calcolo della fascia è stato effettuato concordemente a quanto previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003 e secondo le metodologie definite dal D.M. 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale decreto prevede per il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo; a tal proposito si riporta di seguito per ciascuna tipologia di sostegno utilizzato il calcolo della D.P.A. degli elettrodotti oggetto dello studio:

Per la valutazione delle fasce di rispetto e del campo di induzione magnetica viene seguita la seguente metodologia:

1. per la determinazione della fascia di rispetto si procede alla valutazione del campo di induzione magnetica mediante modelli di calcolo bidimensionali, nell'ipotesi che sugli stessi elettrodotti fluisca la massima corrente prevista dalla norma CEI 11-60 in esercizio normale. Una volta

- determinata la fascia di rispetto viene effettuata la sua proiezione al suolo, determinando la DPA;
2. vengono individuati i recettori sensibili, ovvero i luoghi destinati a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere, ricadenti all'interno della D.P.A.. Per essi vengono predisposte delle schede ad-hoc riportanti i principali dati geografici e catastali, confermati mediante appositi sopralluoghi in situ;
 3. Per tali recettori vengono effettuati i calcoli di campo di induzione magnetica, considerando le reali condizioni di esercizio e la configurazione tridimensionale della linea, ed in particolare:
 - per gli elettrodotti di nuova realizzazione: il valore della portata di corrente in servizio normale così come definita dalla norma CEI 11-60;
 - per gli elettrodotti esistenti: il valore massimo della corrente mediana giornaliera nelle 24 ore.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Tools v.408" sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni sono state riportate le Aree di Prima Approssimazione (A.P.A.) calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008;
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto relativo alla metodologia di calcolo, valido per incroci tra linee ad alta tensione.

La rappresentazione di tali Distanze ed Aree di Prima Approssimazione è riportata nel doc. n. DU22215A1BCX14052 rev. 01 del 31/05/2015 "Corografia con Aree di Prima Approssimazione".

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della Distanza di Prima Approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

2.3 Corrente di calcolo

Come indicato all'Art. 5.1.1 del Decreto 29 maggio 2008 nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse.

La norma CEI 11-60 fissa dei valori di corrente determinati per un conduttore detto di riferimento¹.

Poiché il progetto rientra nella zona climatica B (norma CEI 11-4) la portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a:

- 770 A per il livello di tensione a 380 kV;
- 710 A per il livello di tensione a 220 kV;
- 675 A per il livello di tensione a 132 kV

A questi valori di corrente la norma prevede di applicare dei coefficienti moltiplicativi in funzione delle caratteristiche dei conduttori (materiale, sezione, formazione ecc) e delle condizioni di impiego (parametro di tesatura, extrafranco ecc) adottati nello specifico.

Per ogni direttrice, come definite nel progetto, vengono quindi determinate le correnti di calcolo specifiche in funzione del tipo di conduttore impiegato e dei parametri di progetto.

Nei caso dei conduttori ad alta capacità esclusi dalla norma CEI 11-60 si fa riferimento alla massima corrente transitabile in funzione delle effettive condizioni di esercizio.

Nel caso di linee in cavo interrato si distinguono i casi:

- Collegamento interamente in cavo:
vengono considerate le correnti pari alla portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.
- Collegamento misto cavo-aereo:
vengono considerate le correnti CEI 11-60 del conduttore del tratto aereo.

¹ Il conduttore di riferimento è un conduttore in corda di alluminio-acciaio del diametro $D=31.50\text{mm}$, sezione $585,30\text{mm}^2$ e formazione $54 \times 3.50\text{mm} + 19 \times 2.10\text{mm}$.

Nel seguito vengono elencate le correnti di calcolo determinate per le singole direttrici:

	Conduttori		Corrente	Note
	n°	Tipo	A	
Collegamenti 220KV				
220KV Polpet - Soverzene	1	ACSS 27.5	1300	Corrente dichiarata
220KV Polpet - Lienz	2	ACSR 40.50	2434	
220KV Polpet - Scorzè	2	ACSR 40.50	2434	
220KV Polpet - Vellai	1	XPLE Cu 2000	1300	Tratto in cavo
	1	ACSS 27.5		Tratto aereo
Collegamenti 132KV				
Polpet-Belluno (tratto in semplice terna)	1	ACSR 31.50	675	
Polpet-Belluno Sospirolo-Belluno (Tratto in doppia terna)	1	ACSR 31.50	675	(Polpet-Belluno)
		ACSR 31.50	675	(Sospirolo-Belluno)
Belluno-Sedico	1	ACSR 31.50	675	
Belluno-Sospirolo	1	ACSR 31.50	675	
Polpet – Nove cd La Secca	1	XPLE AI 1600	1000	Tratto in cavo
		ACSR 31.50	675	Tratto aereo di raccordo
Pelos – Gardona	1	ACSR 31.50	675	
Gardona - Desedan	1	ACSR 31.50	675	
Gardona - Gardona C.le	1	ACSR 22.80	441	
Gardona - Ospitale	1	ACSR 22.80	441	
Polpet - Forno di Zoldo	1	ACSR 31.50	675	
Polpet - Desedan		XLPE AI 1600mm ²	1000	CEI 11-17

2.4 Linee elettriche aeree

In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008;
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto relativo alla metodologia di calcolo, valido per incroci tra linee ad alta tensione.

Direttrice 220kV Polpet-Lienz e Polpet-Scorzè

Per questi collegamenti viene utilizzato per ogni fase un fascio binato di conduttori in alluminio-acciaio del diametro di 40.50mm formazione 54X4.50mm+19X2.70mm. Per il calcolo della corrente vengono impiegati i coefficienti previsti dalle norme CEI 11-60 che tengono conto dei seguenti fattori

- Punto 3.1.2 Effetto delle dimensioni del conduttore
- Punto 3.1.3 Portate in corrente dei conduttori bimetallici alluminio-acciaio
- Punto 3.3.1 Portate in corrente in funzione del parametro di posa:
- Punto 3.3.3 Portate in corrente in caso di franchi maggiorati

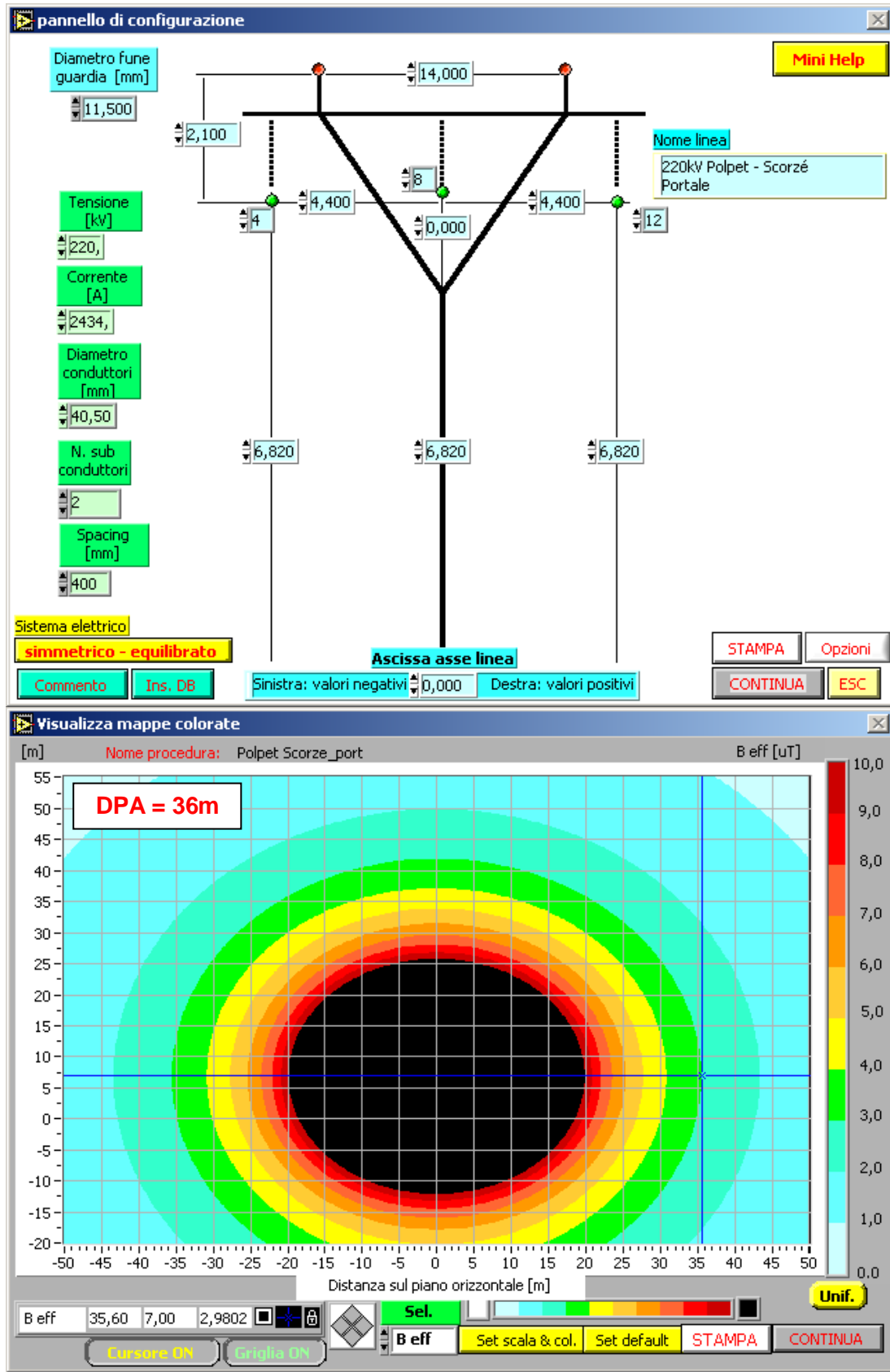
Dai calcoli effettuati per il conduttore del diametro di 40.5mm considerato il parametro di posa effettivo di 1450m e un extrafranco di 1.5m sul terreno e sulle opere attraversate ne risulta per ogni singolo conduttore una corrente per il periodo freddo di 1217A.

Per ogni fase binata la corrente è risultata pari a **2434 A**.

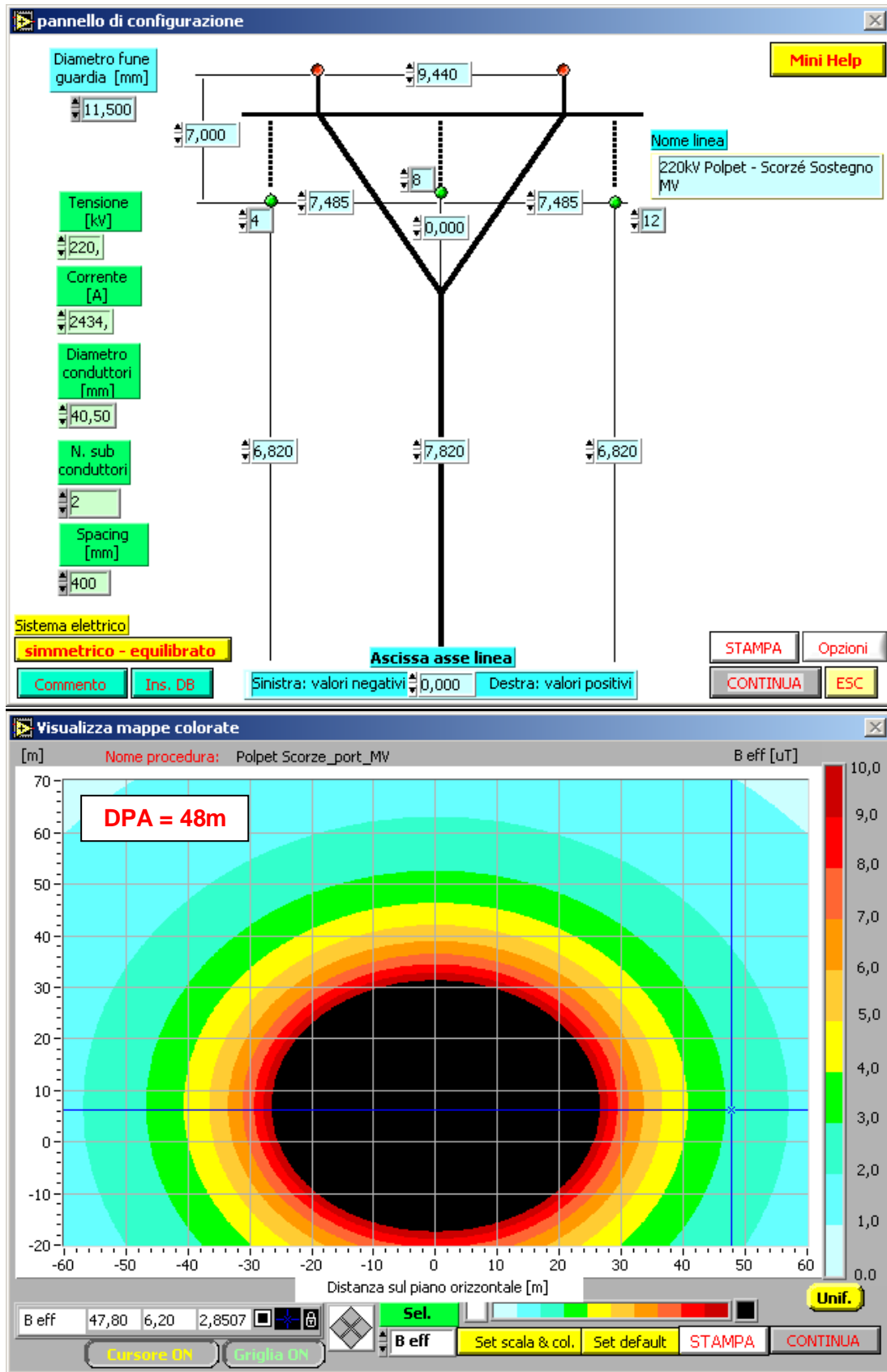
Con la corrente, il conduttore in esame e la configurazione geometrica di sostegni indicati sono state calcolate le fasce DPA in corrispondenza dei diversi sostegni della linea:

- **36m** in corrispondenza dei portali
- **48m** in corrispondenza del sostegno "MV"
- **50m** in corrispondenza del sostegno "EA"

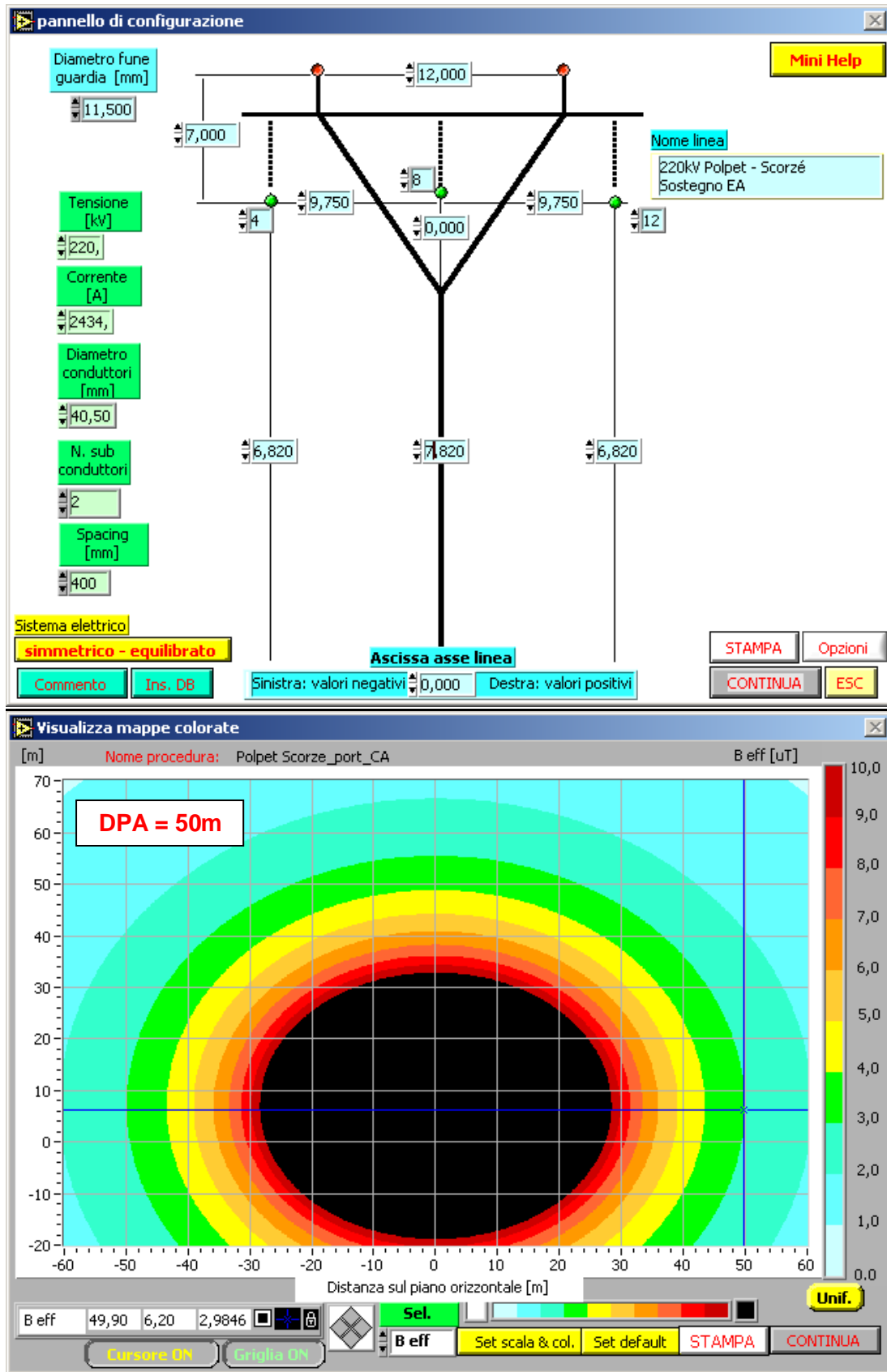
Calcolo fascia DPA in corrispondenza del portale.



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "MV".



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "EA".



Direttrice 220kV Polpet – Soverzene

Per questo collegamento viene impiegato un conduttore ad alta capacità acciaio - alluminio ricotto (ACSS) –del diametro di 27.5mm e formazione 25 (10+15)mm+19X2,10mm .

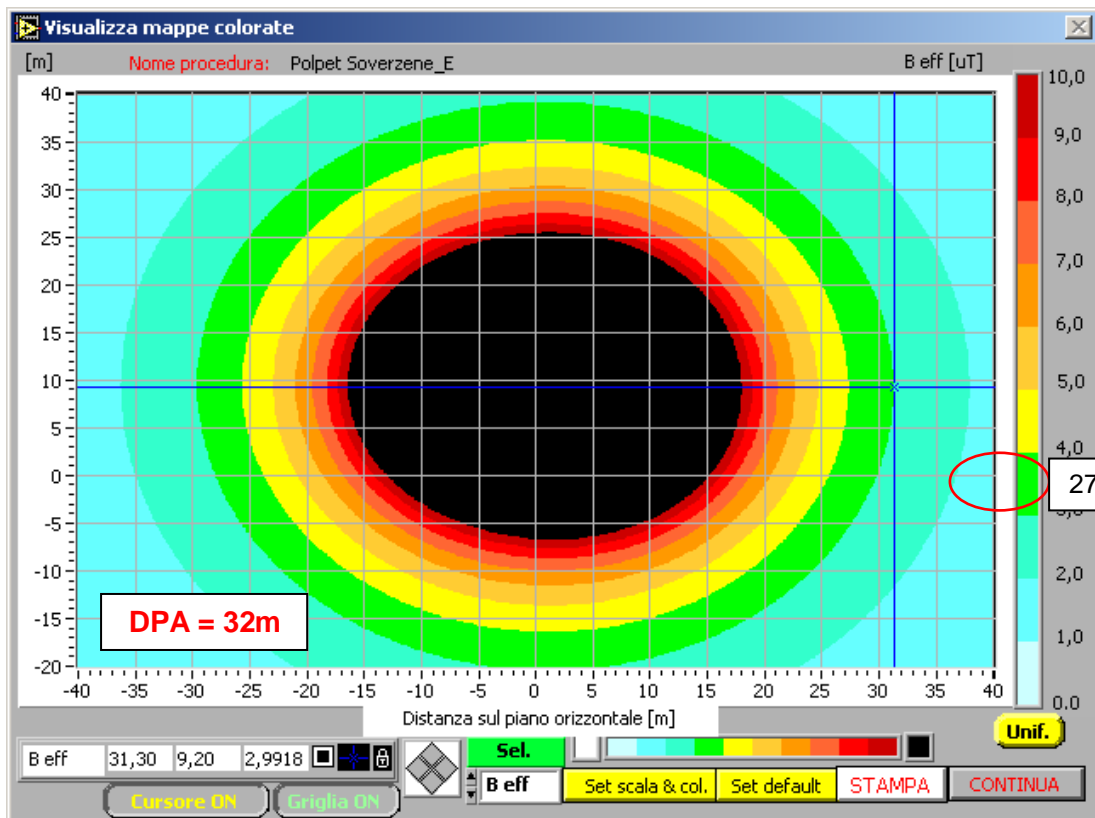
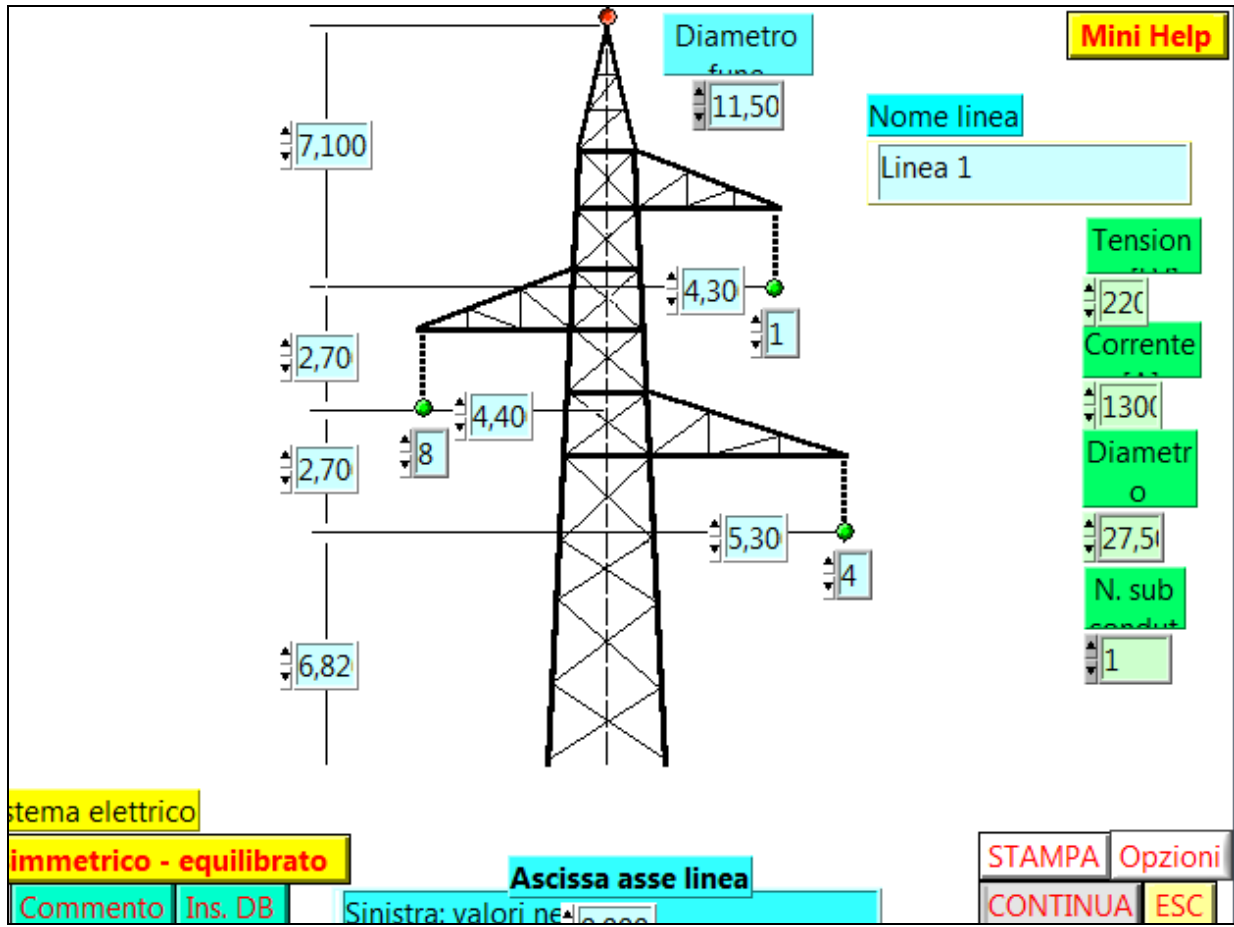
Tali conduttori non sono contemplati nelle norme CEI 11-60 e perciò la corrente mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio è quella dichiarata dal costruttore.

Nel caso specifico la corrente dichiarata è quella massima transitante in condizioni di emergenza nell'ipotesi di indisponibilità del collegamento a valle della centrale di Fadalto (linea 220KV Fadalto-Conegliano) con contemporanea massima producibilità delle centrali di Fadalto (250MVA) e Soverzene (240MVA).

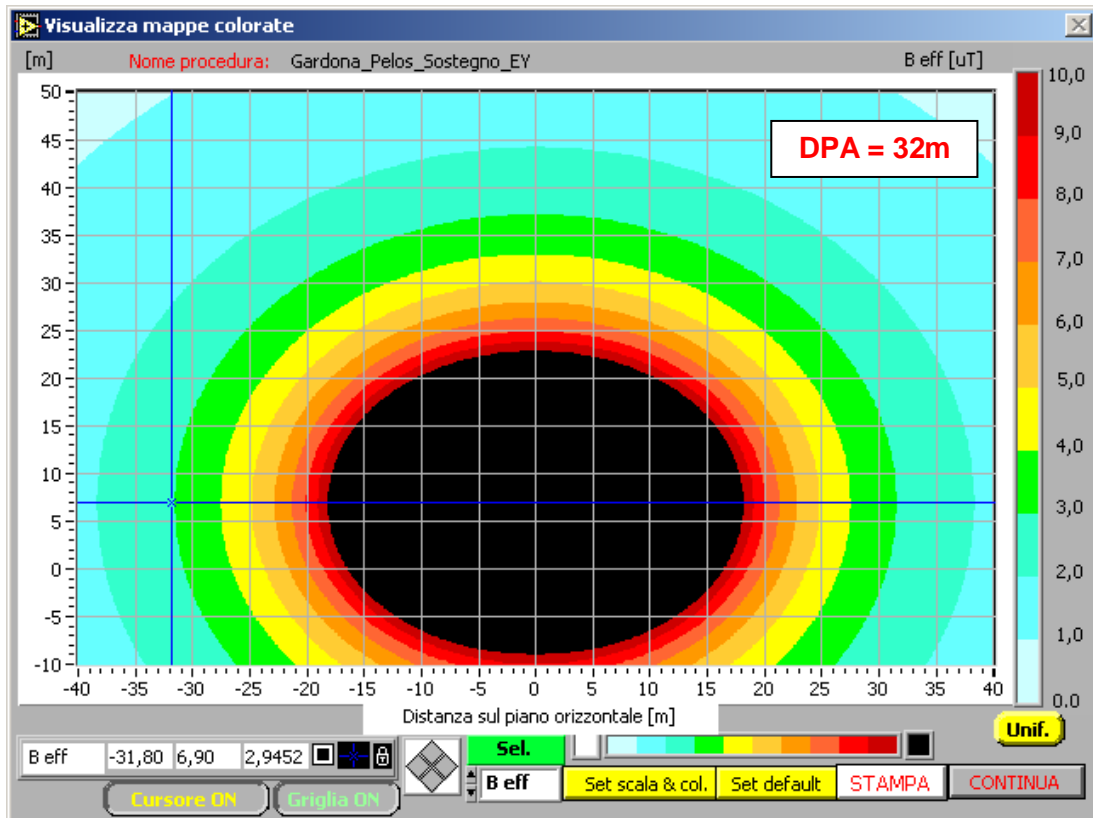
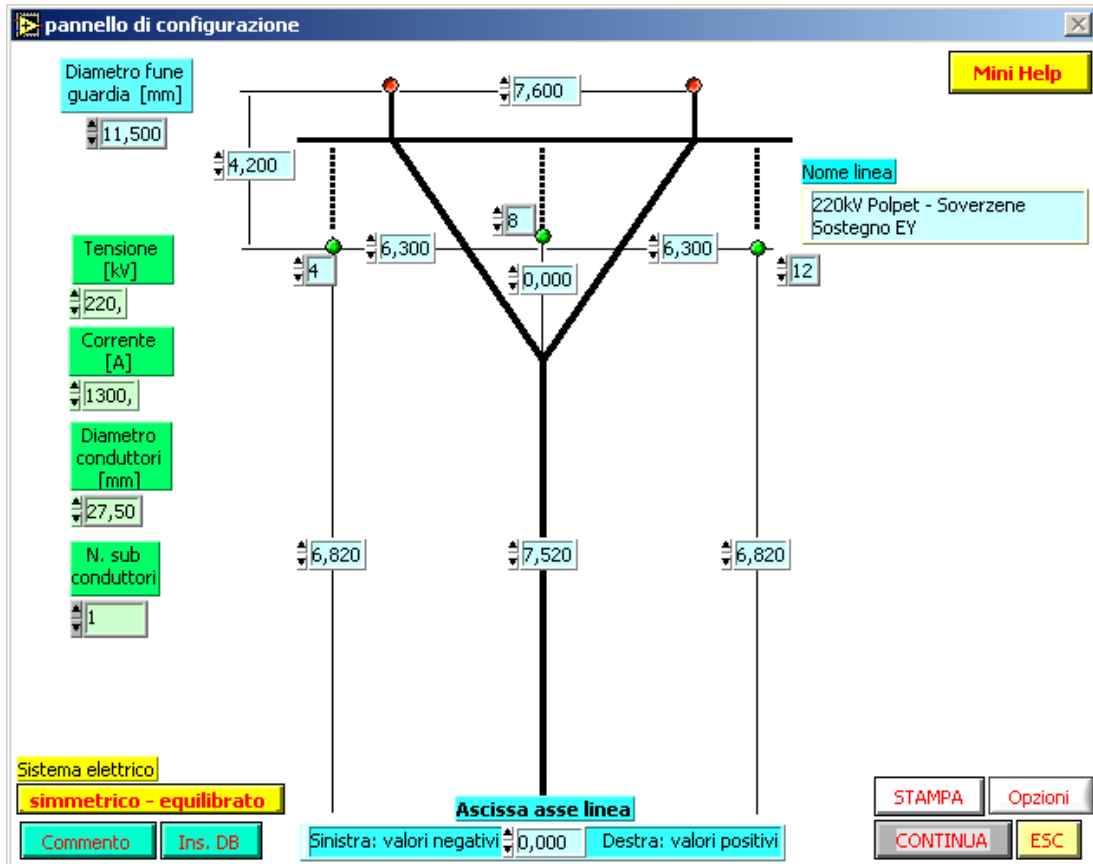
In questa condizione di esercizio tutta la produzione delle due centrali si riversa su questo collegamento e la corrente risultante è di **1300 A**.

Dalle simulazioni effettuate risulta che la larghezza della DPA è uguale per tutti i sostegni della linea ed è pari a **32m**; si differenziano solo alle estremità i portali, per cui la DPA si riduce a **24m**.

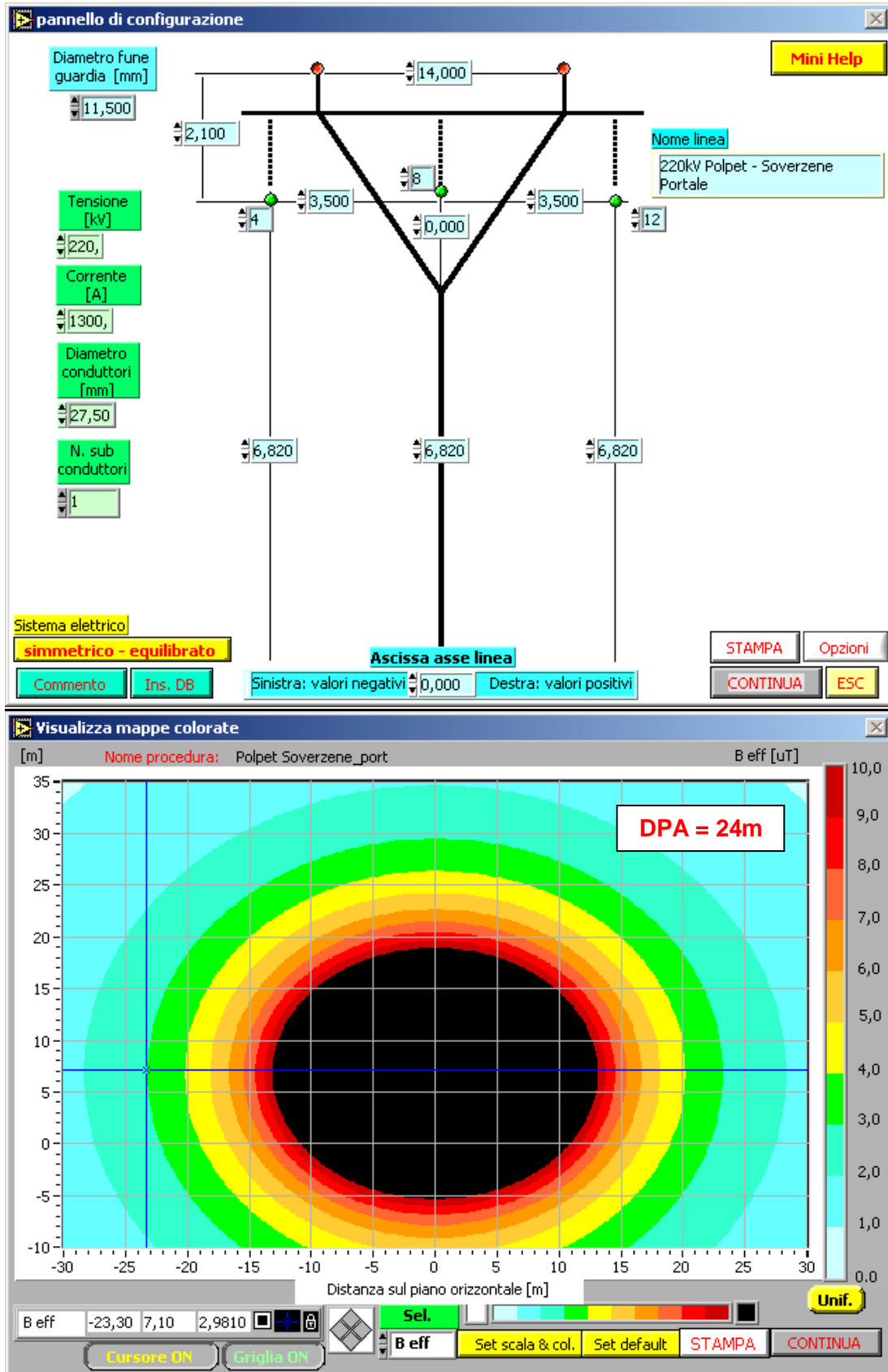
Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "E"



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "EY"



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del portale



Direttrice 220kV Polpet – Vellai (tratto aereo)

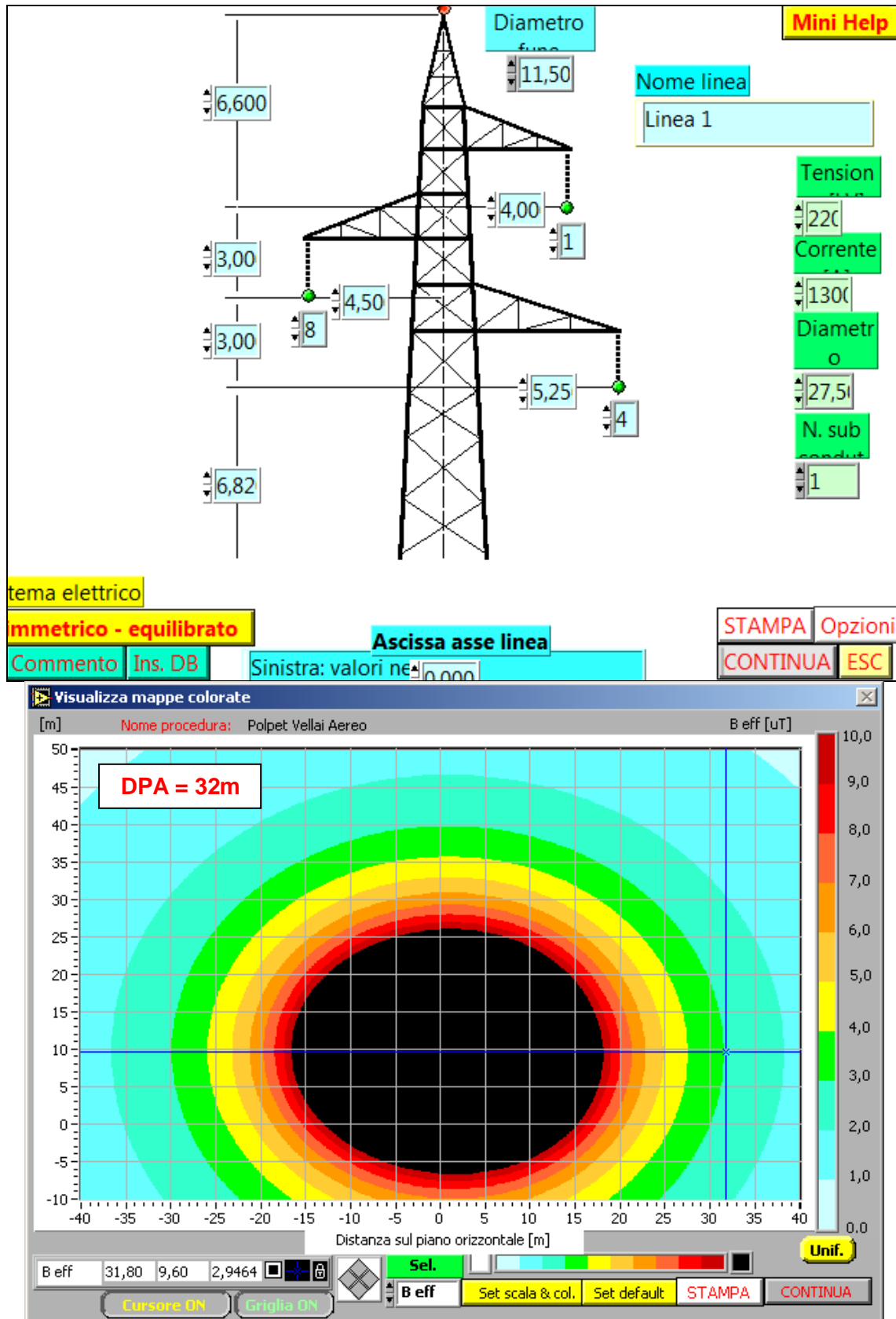
Per questo collegamento viene impiegato un conduttore ad alta capacità acciaio - alluminio ricotto (ACSS) –del diametro di 27.5mm e formazione 25 (10+15)mm+19X2,10mm .

Tali conduttori non sono contemplati nelle norme CEI 11-60 perciò la corrente mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio è quella dichiarata dal costruttore.

Nel caso specifico la corrente dichiarata è quella massima transitante in condizioni di emergenza **(1300 A)**.

La variante ha sostegni 220kV semplice terna unificati e stesso conduttore e corrente della linea Polpet - Soverzene. In corrispondenza di questi sostegni la larghezza della DPA è uguale e non è stata ricalcolata. La larghezza cambia invece alle estremità la linea, dove si attesta su sostegni esistenti, in corrispondenza dei quali è stata ricalcolata la larghezza della DPA.

Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "TN0 esistente"



Direttrice 132kV Polpet – Belluno (tratto in semplice terna), raccordo 132kV Sedico-Belluno

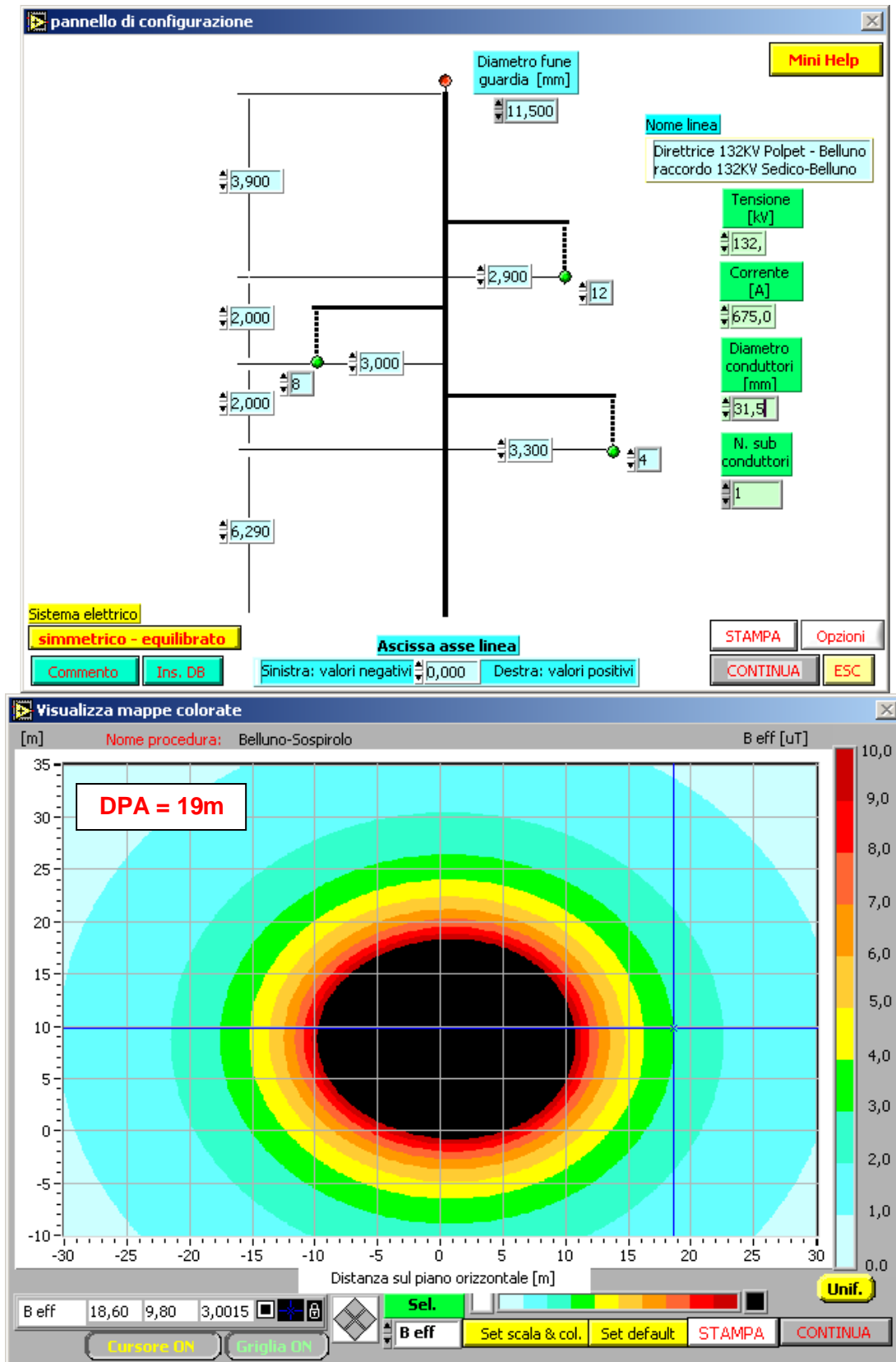
Nella linea 132kV Polpet – Belluno per il tratto ricostruito (da Polpet al sostegno n° 101a) verrà impiegato il conduttore di riferimento.

Anche per il raccordo alla cabina primaria di Belluno della linea 132kV Belluno-Sedico viene impiegato il conduttore di riferimento.

La corrente considerata per l'intero collegamento è quindi la corrente del conduttore di riferimento (**675 A**).

Il raccordo alla cabina primaria di Belluno della linea 132kV Sospirolo-Belluno viene realizzato sempre impiegando il conduttore di riferimento; anche in questo caso la corrente è di **675 A**.

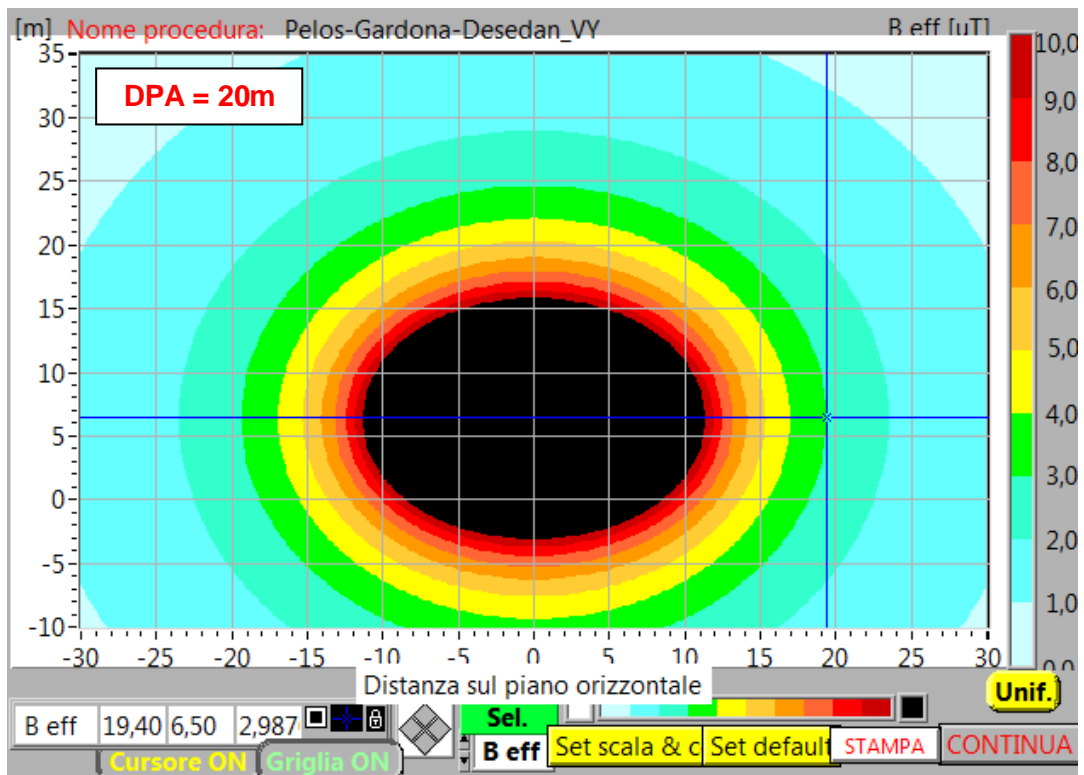
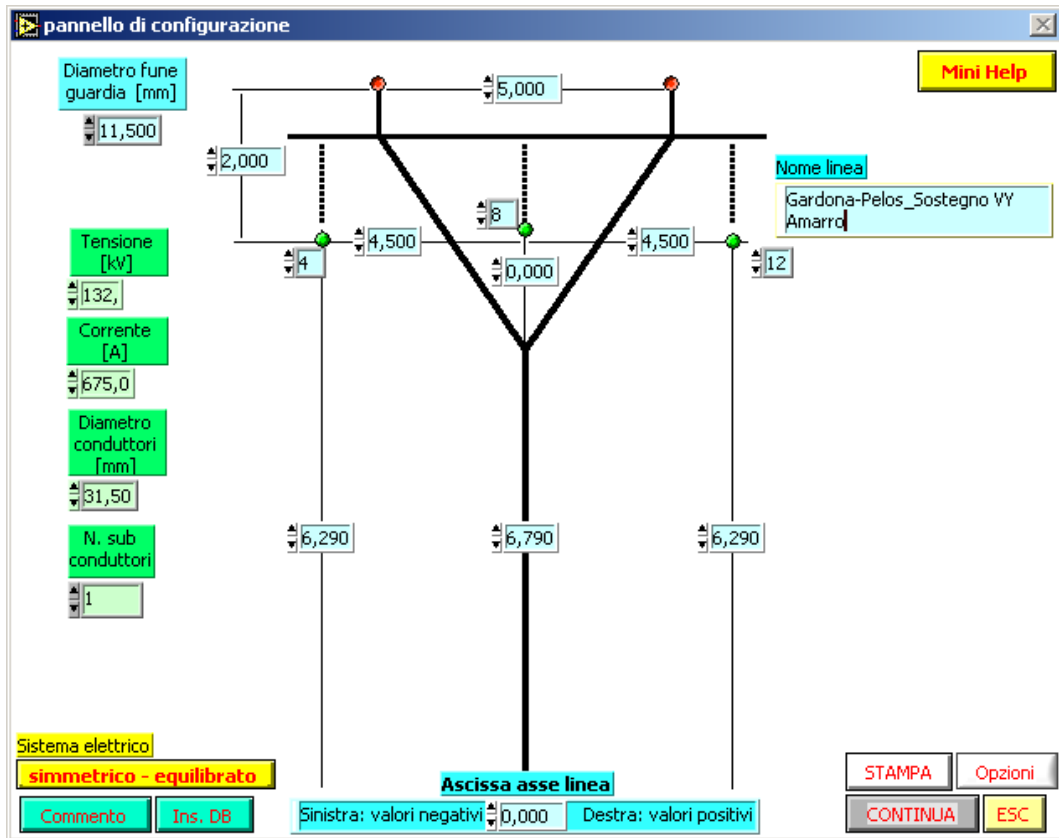
Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno 132kV unificato



Direttrice 132KV Pelos-Gardona-Desedan

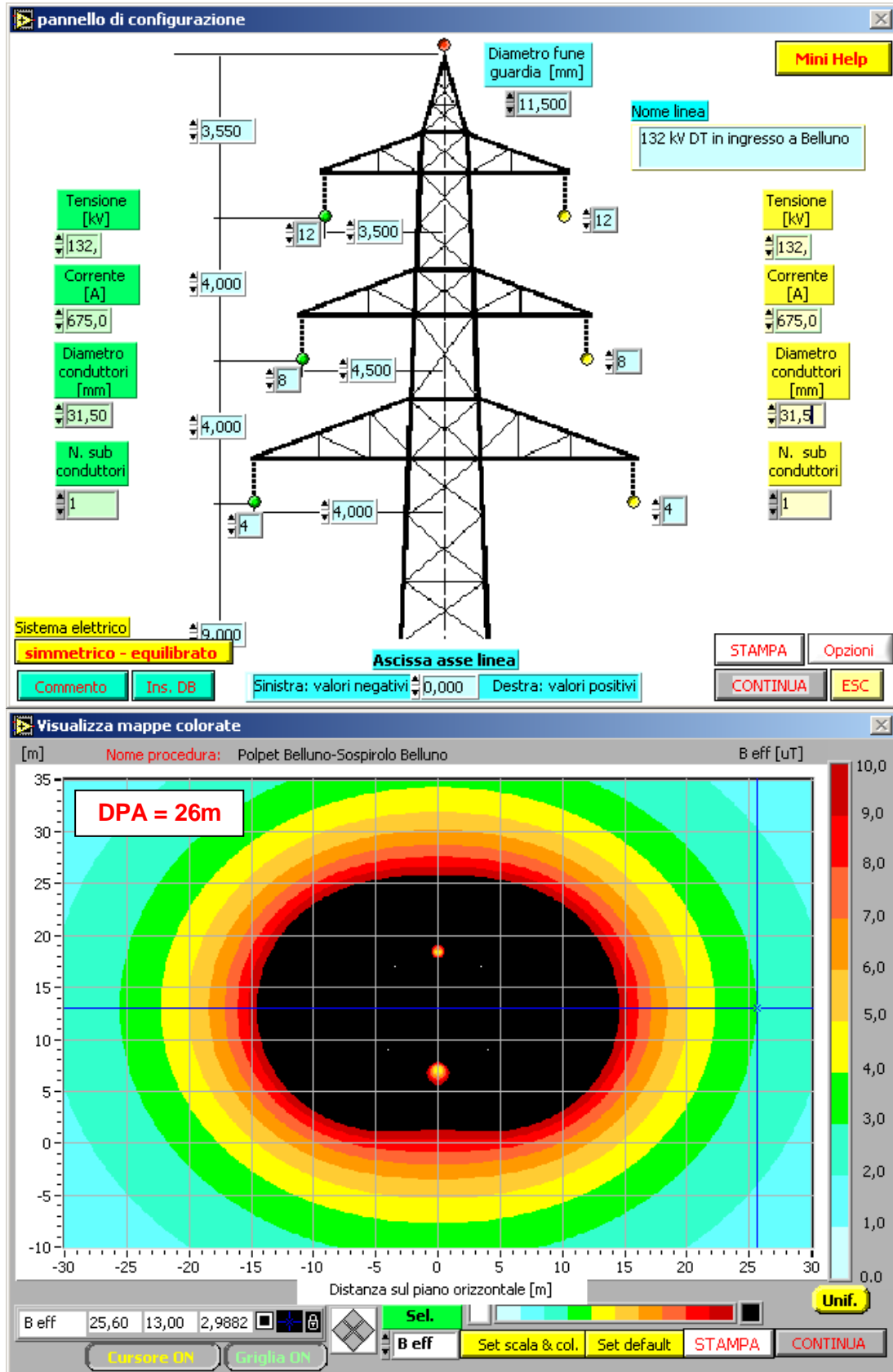
La direttrice impiega il conduttore di riferimento (675 A).

Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "VY"



Linea doppia terna 132KV Polpet – Belluno e Sospirolo-Belluno (in ingresso a Belluno)

Nel tratto in ingresso alla cabina primaria di Belluno in doppia terna con la futura linea 132KV Sospirolo-Belluno) verrà sostituito l'attuale conduttore con un conduttore di riferimento.

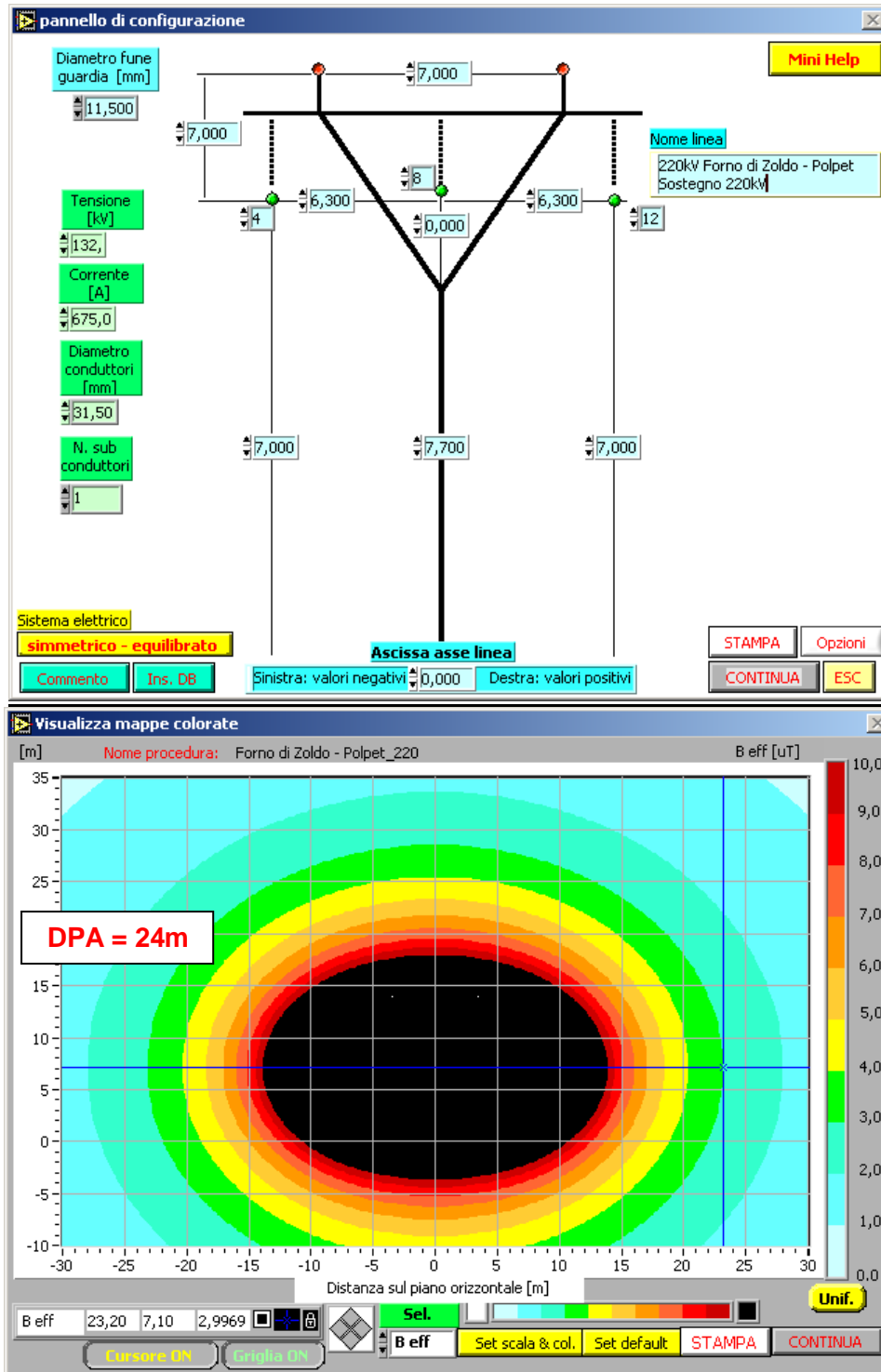


Direttrice 132KV Forno di Zoldo – Polpet

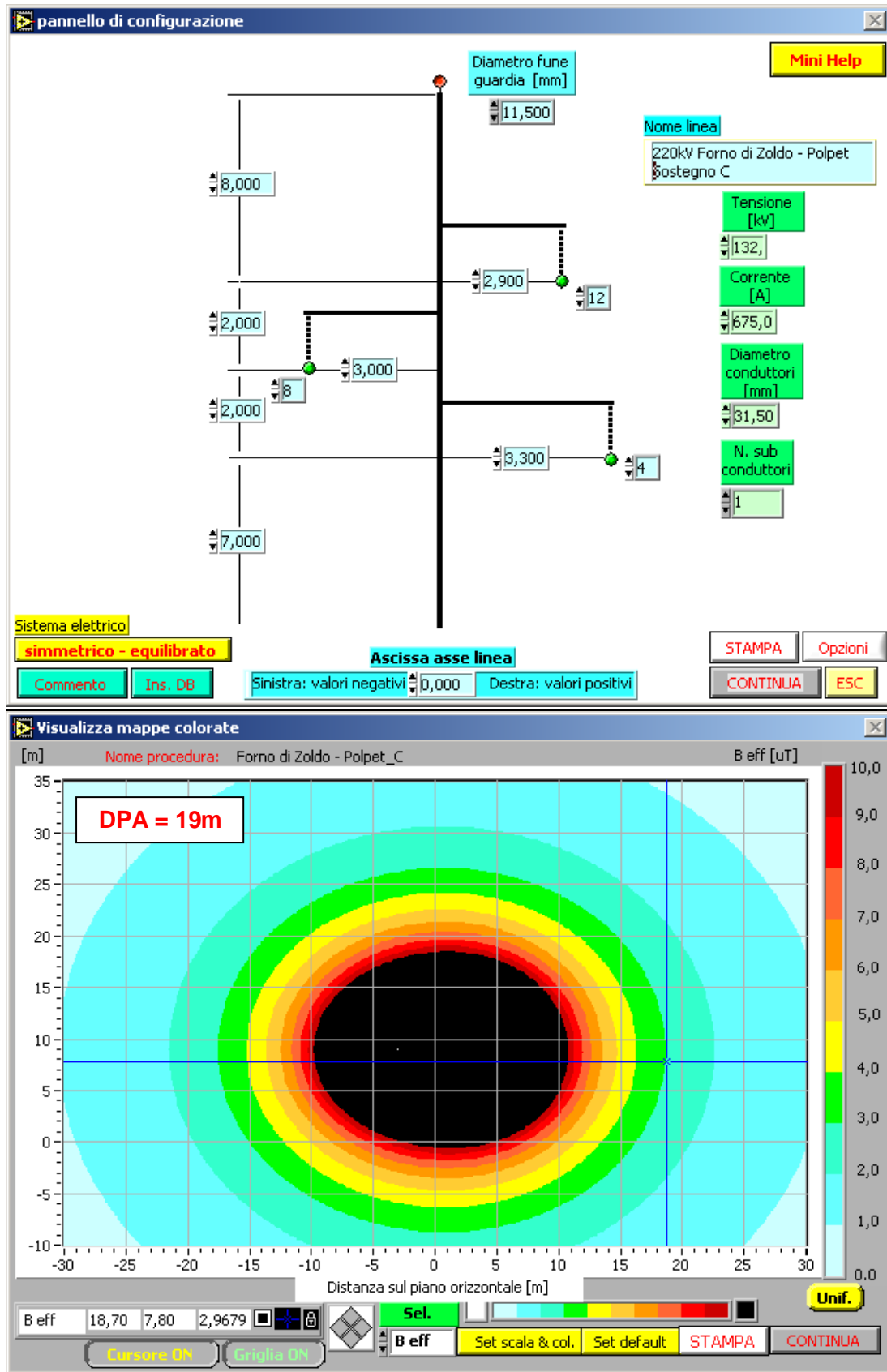
Per questo collegamento viene impiegato il conduttore di riferimento (675 A).

La linea ha sostegni 132kv semplice terna unificati e stesso conduttore e corrente della linea Pelos-Gardona-Desedan. In corrispondenza di questi sostegni la larghezza della DPA è uguale e non è stata ricalcolata. Di seguito si riportano i calcoli per i soli sostegni utilizzati in casi eccezionali che hanno DPA diversa.

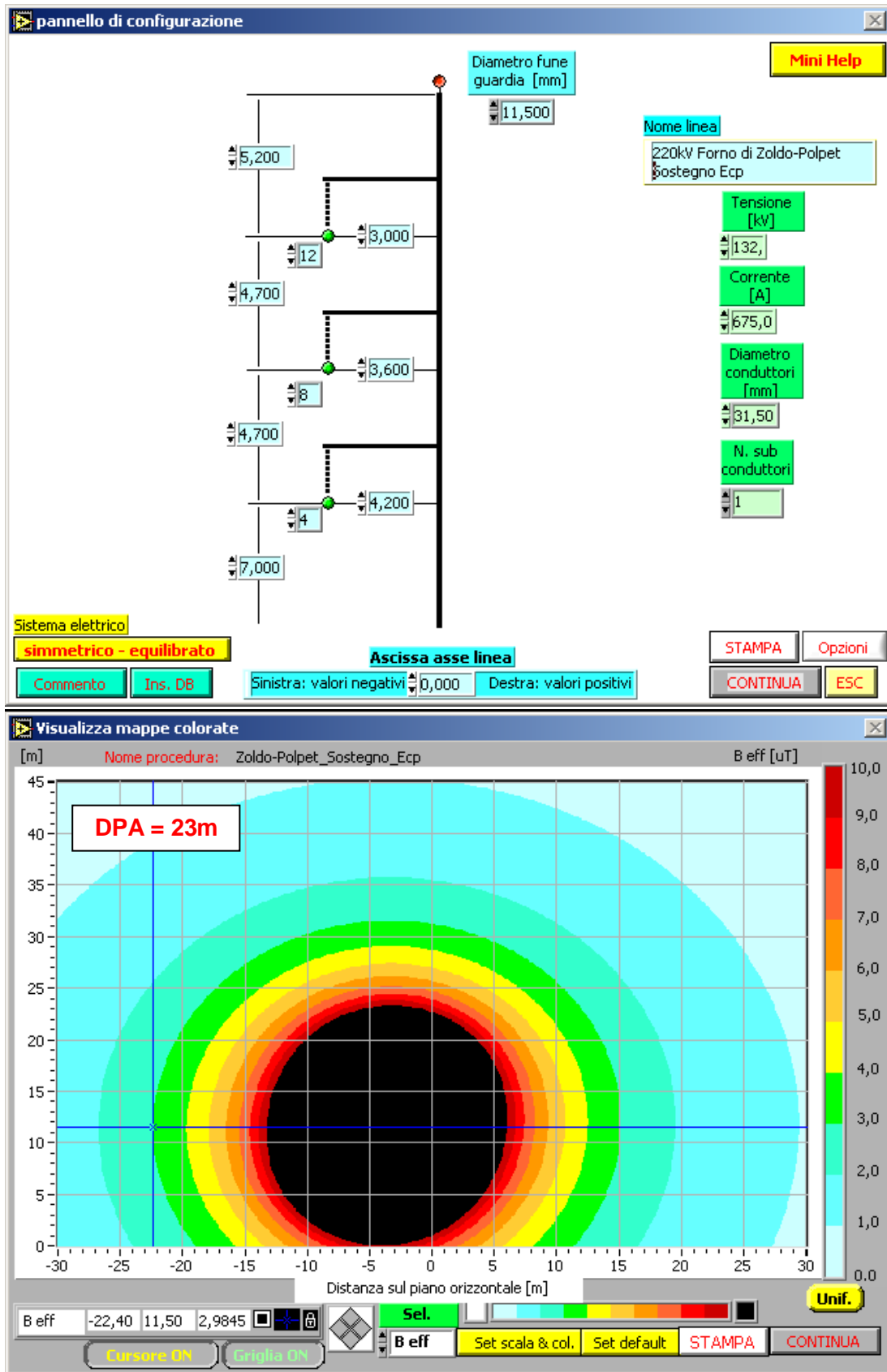
Calcolo fascia DPA per sostegni unificati 220kv (impiegati per la sola campata 13-14)



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "C" esistente

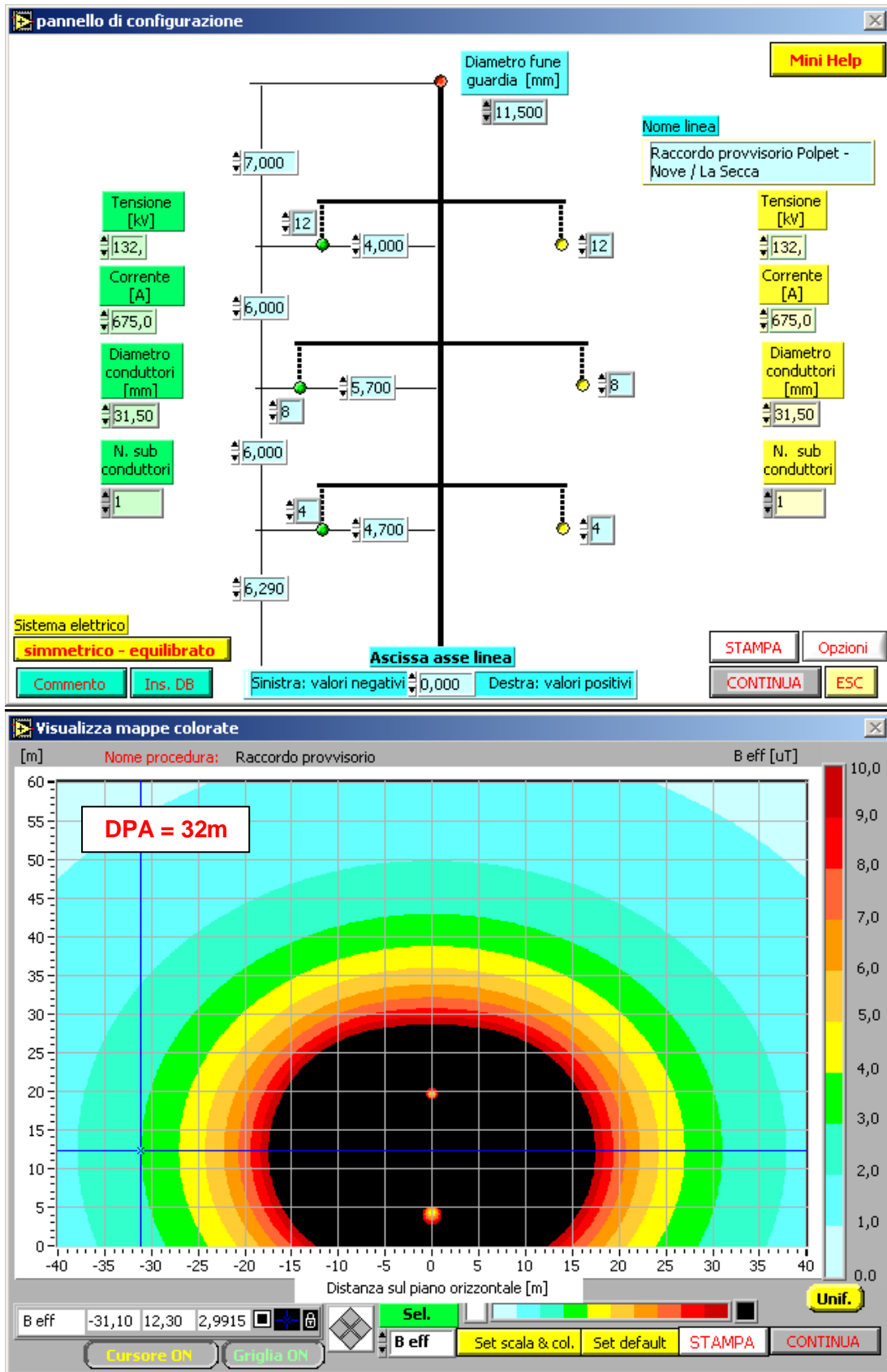


Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "Edt" (una sola terna impiegata - ingresso CP Desedan)



Raccordo provvisorio 132 kV Polpet - Nove / Polpet - La Secca

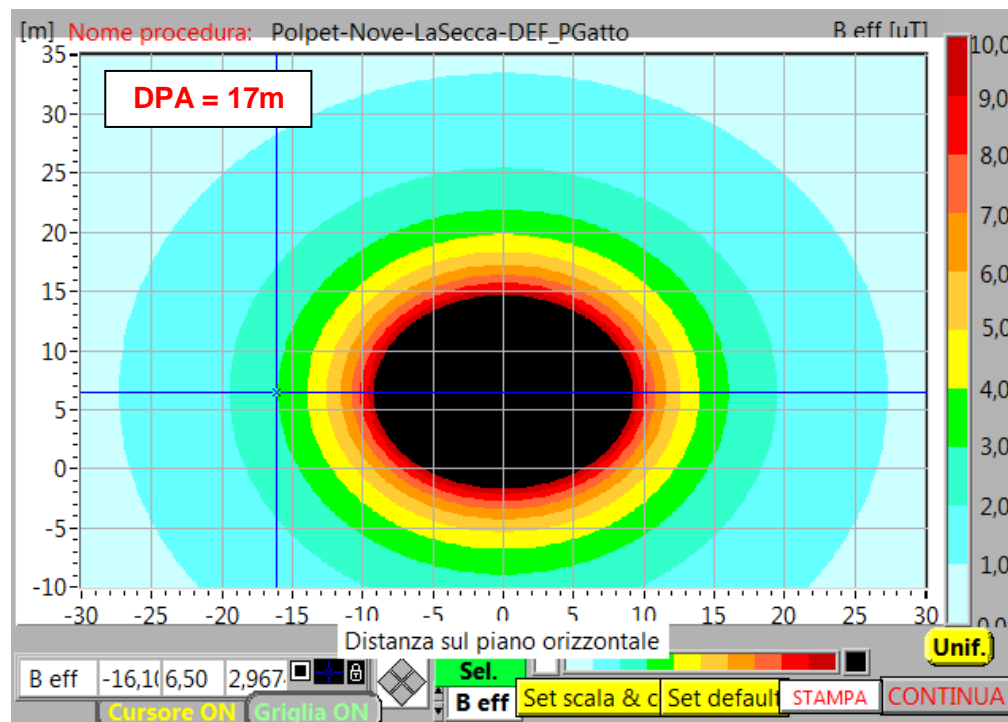
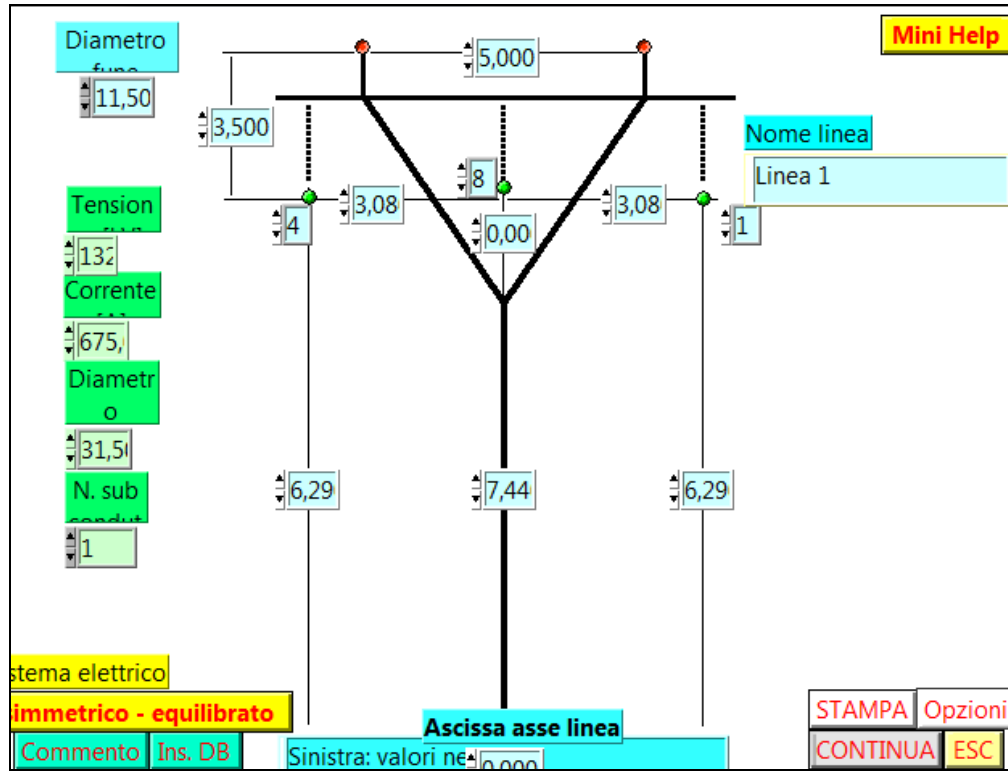
Il raccordo aereo utilizza il conduttore di riferimento (675 A).



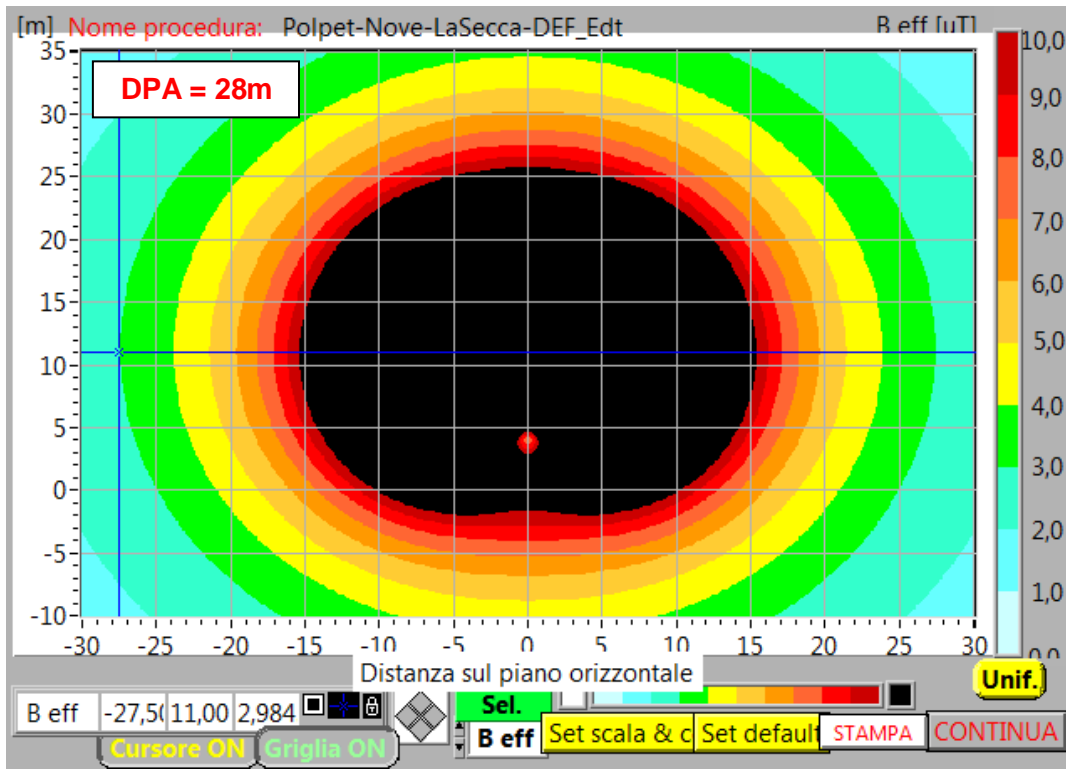
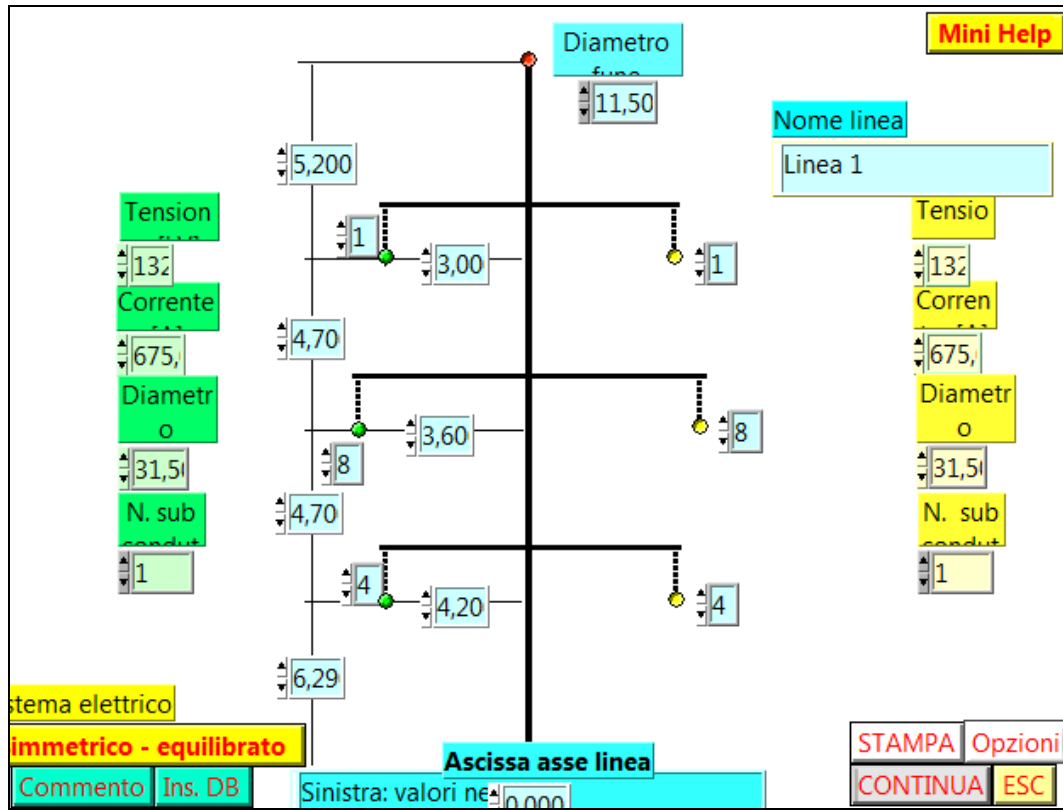
Raccordo definitivo 132 kV Polpet - Nove / Polpet - La Secca

Il raccordo aereo utilizza il conduttore di riferimento (675 A).

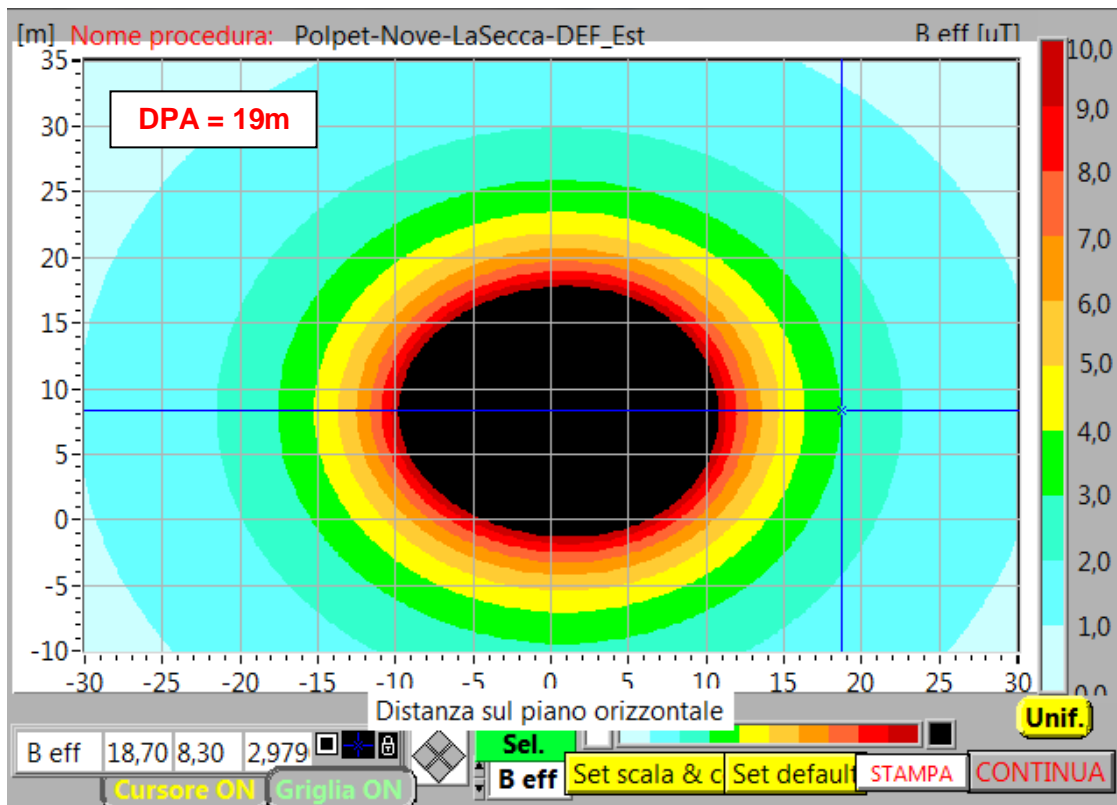
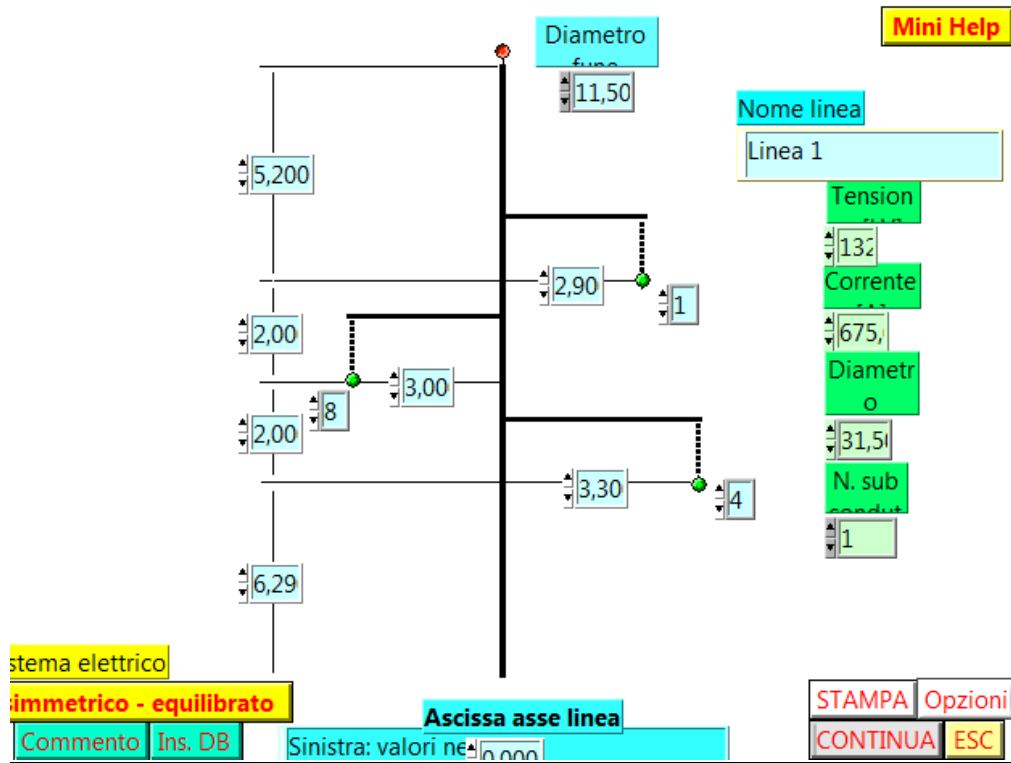
Calcolo fascia DPA in corrispondenza del "Palo Gatto"



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "Edt"



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "Est"



Linee Gardona-Gardona centrale e Gardona-Ospitale

La variante al tracciato della linea 132kV Ospitale – Gardona ed il collegamento Gardona-Gardona centrale impiegheranno il conduttore in alluminio-acciaio del diametro $D=22.80\text{mm}$ e formazione $26 \times 3.60\text{mm} + 7 \times 2.80\text{mm}$

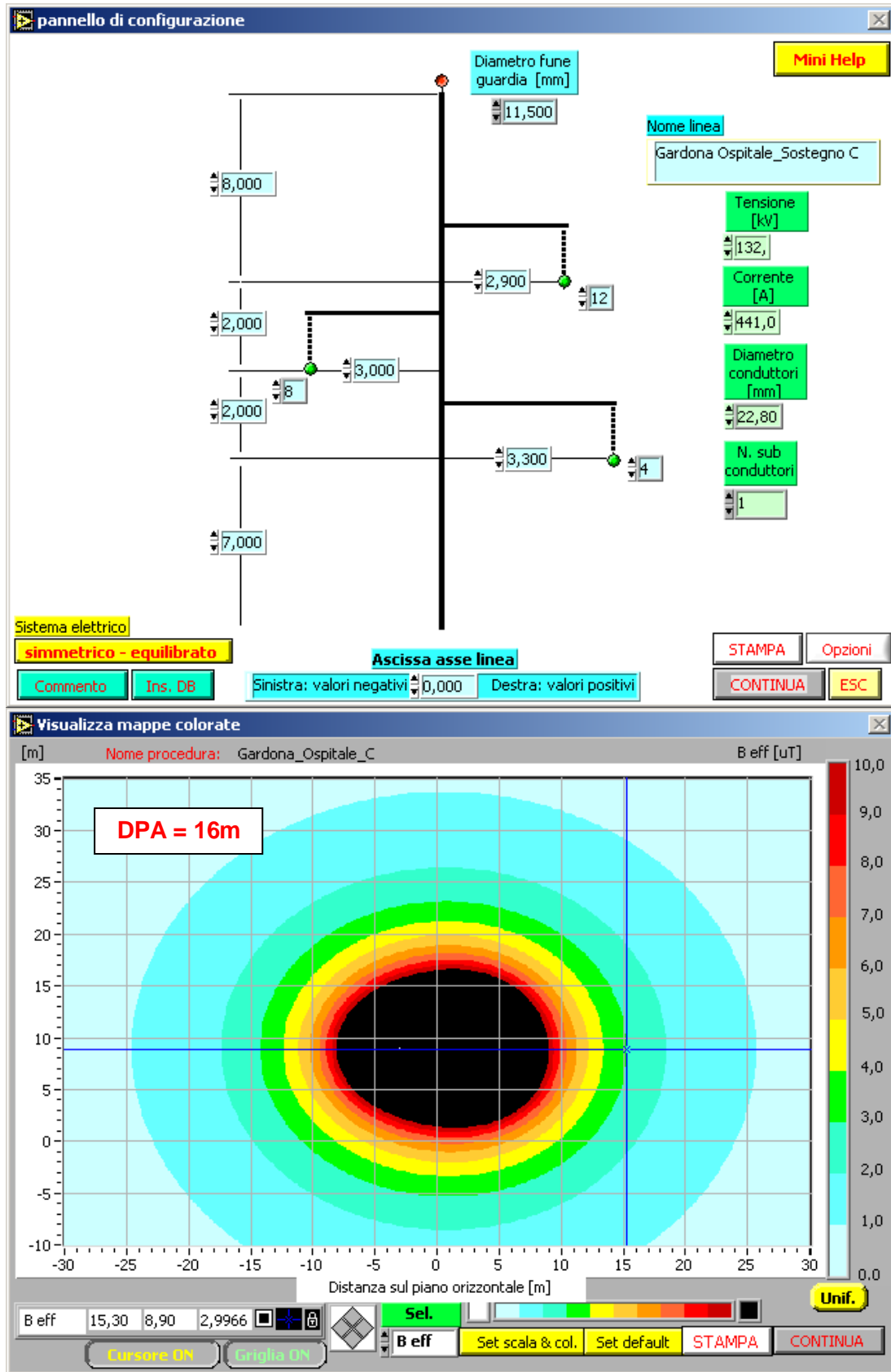
Applicando i seguenti coefficienti:

- Punto 3.1.2 Effetto delle dimensioni del conduttore
- Punto 3.1.3 Portate in corrente dei conduttori bimetallici alluminio-acciaio

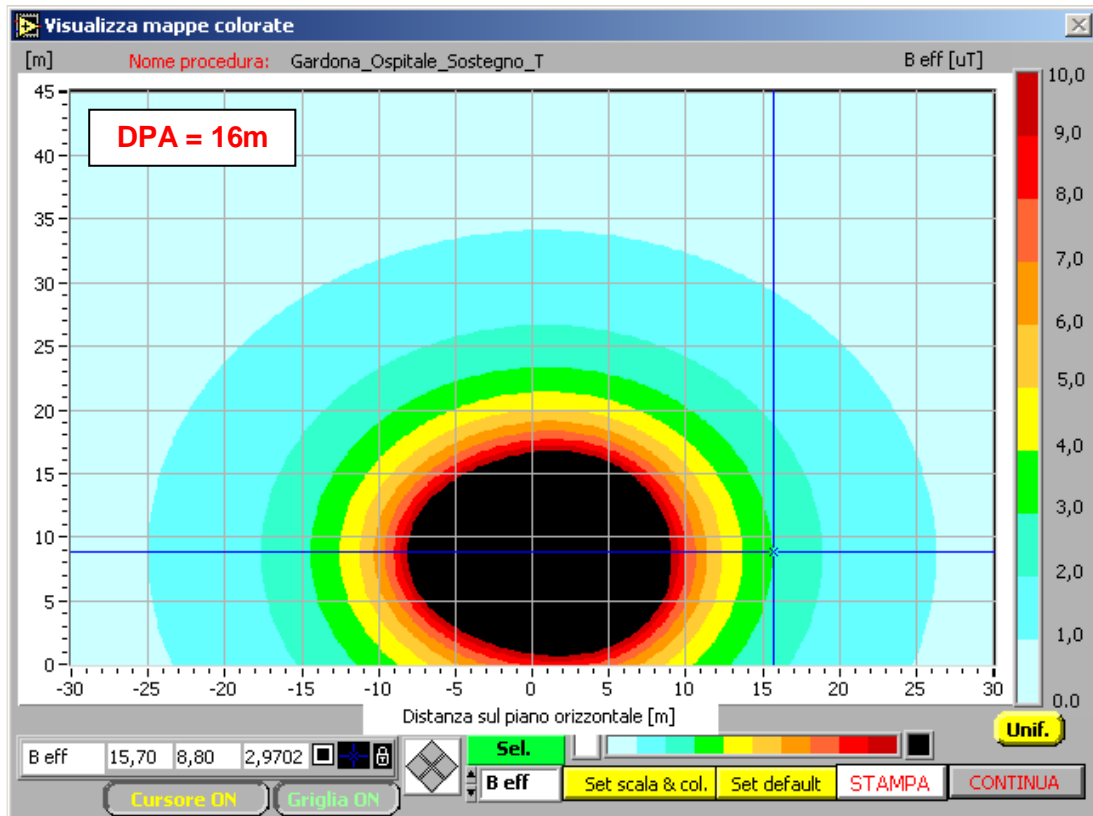
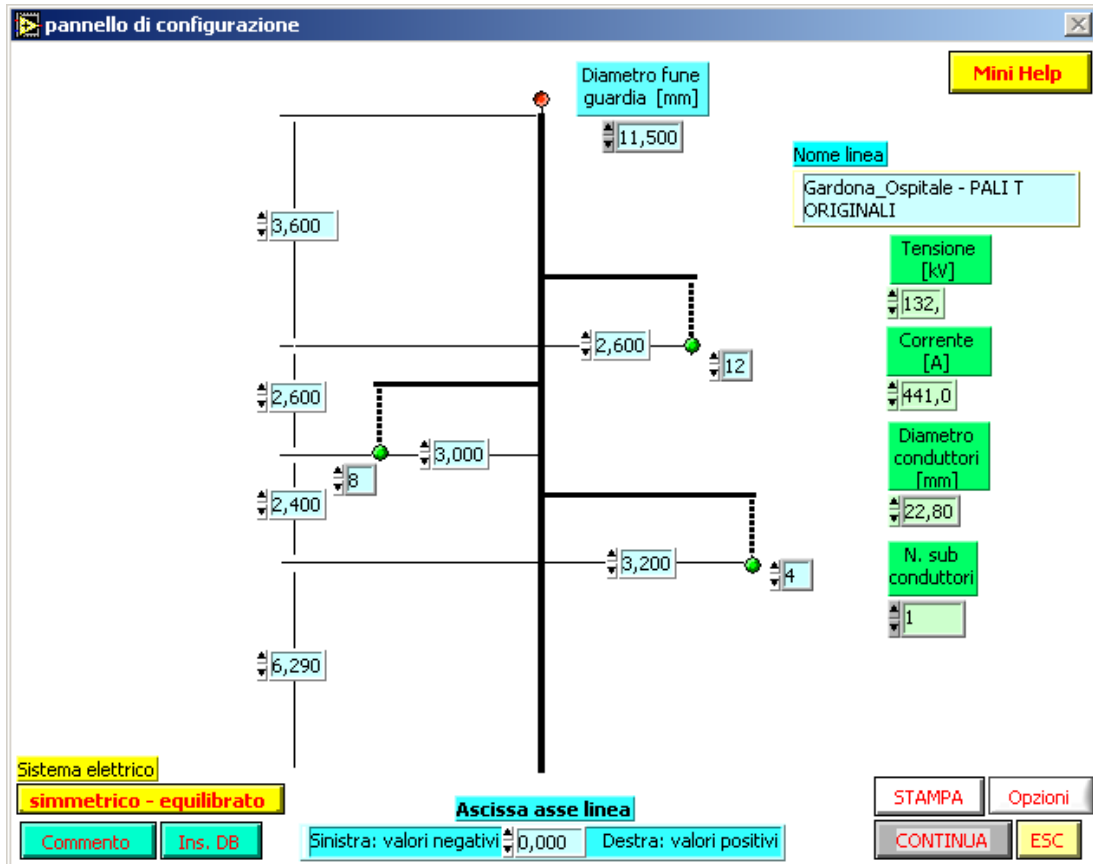
Ne risulta una corrente di **441 A**.

Per queste varianti si riporta geometria e fascia dei sostegni principali (uno per ogni gruppo di geometrie).

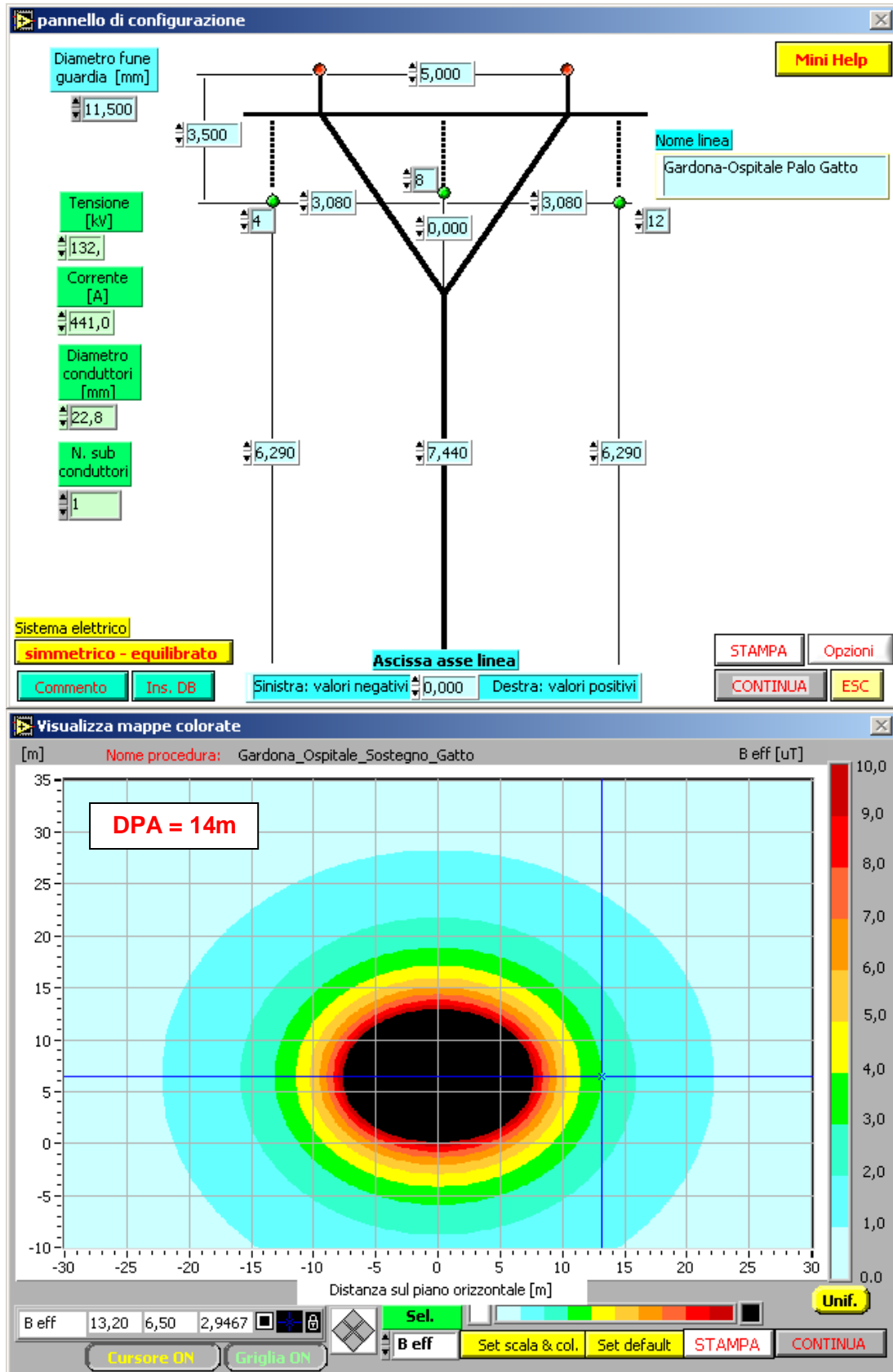
Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "C"



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "T" esistente



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del "Palo Gatto"



2.4.1 Verifica della presenza di punti sensibili all'interno delle Aree di Prima Approssimazione (A.P.A.)

L'applicazione del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", ha permesso la definizione delle A.P.A. e la conseguente verifica della presenza al loro interno di luoghi destinati a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere.

Come mostrato nel doc. n. DU22215A1BCX14054 rev. 01 del 31/05/2015 "Corografia con Aree di Prima Approssimazione", a valle di tale verifica sono emerse delle situazioni di non rispetto delle A.P.A. suddette, per le quali è stato necessario effettuare il calcolo esatto della Fascia di Rispetto.

Da tale calcolo è stato confermato che **il valore di induzione magnetica in corrispondenza dei luoghi destinati a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere è sempre inferiore a 3 μ T**, in ottemperanza alla normativa vigente (i calcoli ed i relativi risultati sono riportati all'interno del doc. n. RU22215A1BCX14053 rev. 02 del 31/05/2015, "Schede recettori sensibili").

2.5 Linee elettriche in cavo interrato

2.5.1 Calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come “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 D.P.A. si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

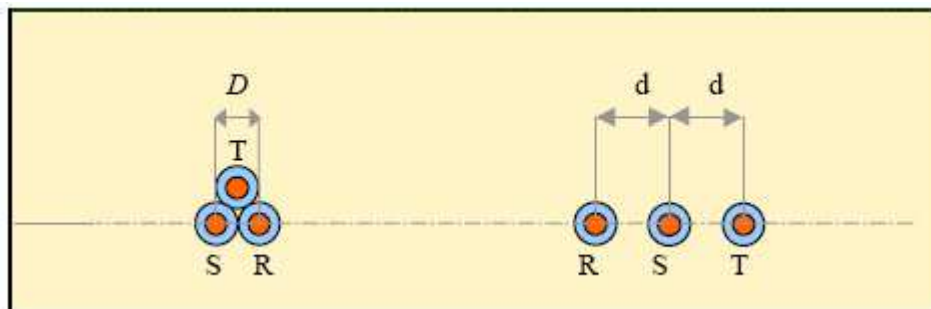
Tale decreto prevede per il calcolo della D.P.A. l'utilizzo:

- della portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17;
- della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo.

Si riporta, di seguito, il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione dell'elettrodotto oggetto dello studio, nelle configurazioni standard di posa (si sottolinea che l'induzione magnetica generata da diverse configurazioni di posa, ad oggi non prevedibili ma che dovessero essere necessariamente adottate in fase realizzativa, sarà valutata in sede di progettazione esecutiva, garantendo il rispetto dell'obiettivo di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003).

2.5.2 Schemi di posa cavi utilizzati per il calcolo delle D.P.A.

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 132 kV sono tipicamente a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:



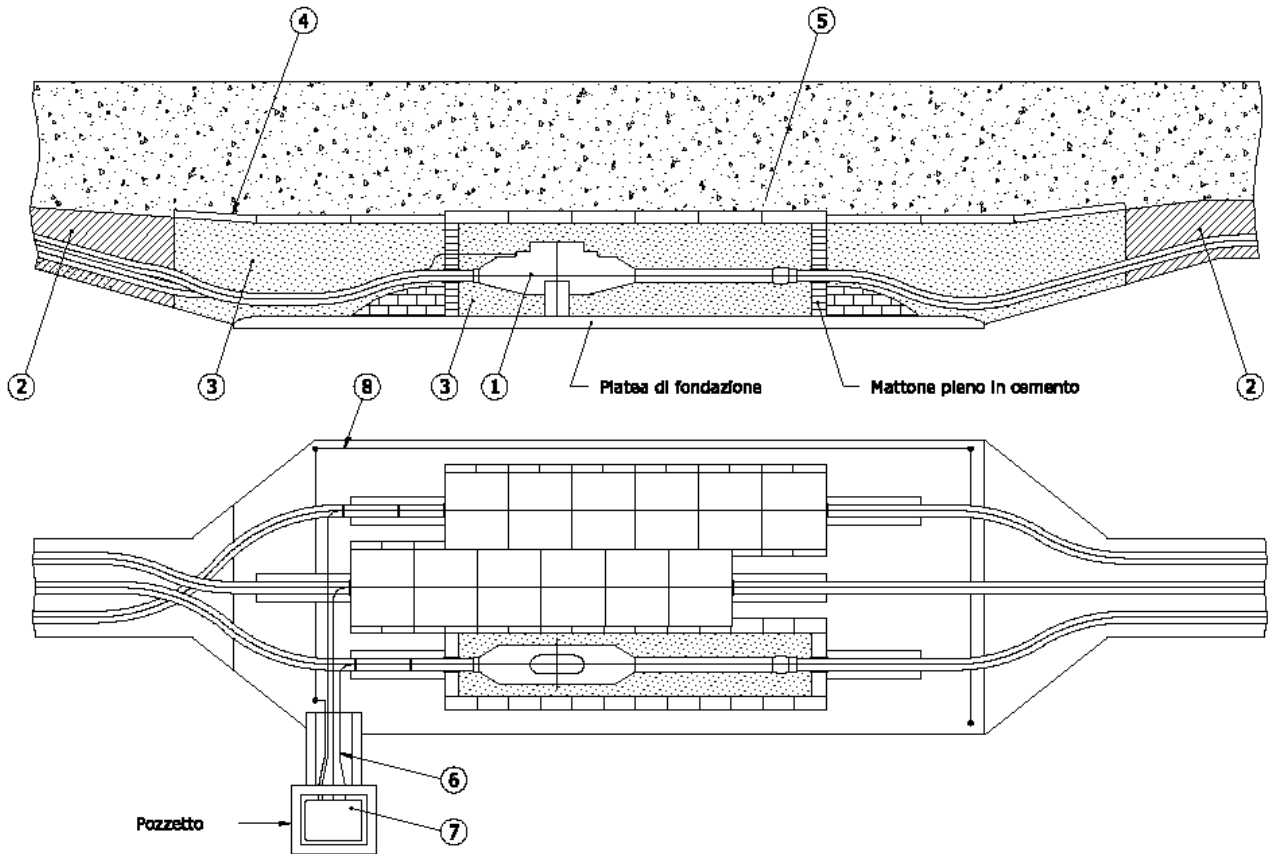
La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza di interasse dei cavi, ed è usualmente utilizzata in corrispondenza delle “buche giunti”, come rappresentato di seguito.

Il passaggio dalla configurazione a trifoglio a quella in piano comporta un incremento della Fascia di rispetto con conseguente aumento della D.P.A.

2.5.3 Schemi di posa cavi in corrispondenza delle buche giunti

Di seguito si riportano le dimensioni tipiche di una buca giunti:

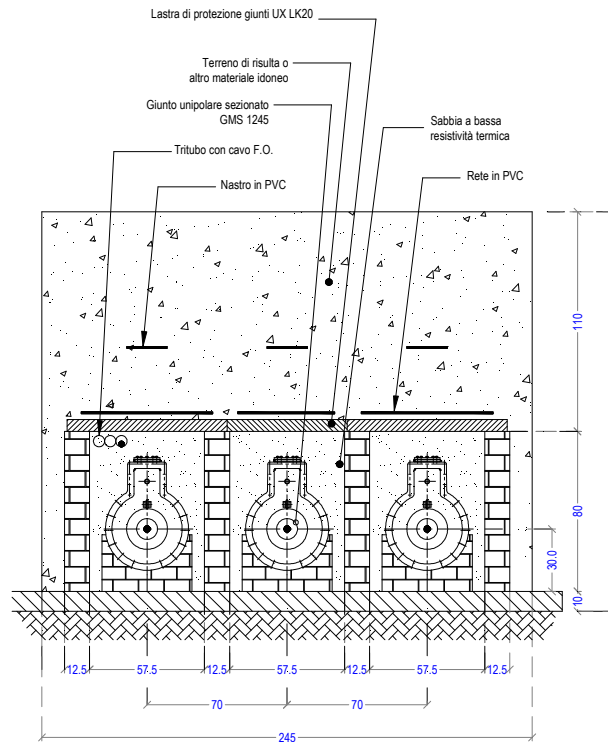
Dimensioni standard della buca giunti		
Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]
10	2,5	2



Rif.	Descrizione dei materiali
1	Giunti unipolari sezionati
2	Cemento magro
3	Sabbia a bassa resistività termica
4	Lastra protezione cavi
5	Lastra protezione giunti
6	Cavo concentrico
7	Cassetta sezionamento guaine
8	Collegamento di messa a terra guaine metalliche

Ai fini del calcolo del campo magnetico prodotto dai cavi in corrispondenza di una buca giunti, si può procedere nel seguente modo:

- si ipotizza la terna di cavi in una buca giunti come se gli stessi fossero posati in piano ed opportunamente distanziati; tale schematizzazione è molto prossima al vero come si può constatare dalla sezione di seguito riportata relativa ad una buca giunti reale.



Nel caso specifico si è ipotizzata una distanza di 70 cm tra gli assi dei cavi vicini.

- Si schematizza la configurazione di cui sopra, come riportato nel seguito, col software “EMF Vers. 4.0”, sviluppato per T.E.R.NA. da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

L'esatta ubicazione delle buche giunti dipende principalmente dai seguenti fattori:

- lunghezza delle pezzature determinata dalla possibilità di trasporto delle bobine in relazione al diametro del cavo stesso. Nel caso specifico per un cavo XLPE 132 kV la lunghezza di ogni singola pezzatura è dell'ordine di 600-800 m.
- analisi dei sottoservizi interrati esistenti, nel caso di posa su sedime stradale esistente;
- caratteristiche plano altimetriche del tracciato (possibile impiego di trasporti eccezionali);
- accessibilità ai mezzi di posa, di ispezione e riparazione in esercizio.

Per quanto sopra il posizionamento delle buche giunti che incidono nel calcolo puntuale della D.P.A. potrà essere definito solo in fase di progettazione esecutiva.

In questa fase di progettazione TERN A si impegna sin da subito e per quanto tecnicamente possibile a realizzare il collegamento evitando di posizionare buche giunti in prossimità di recettori sensibili prospicienti la viabilità su cui vengono posati i cavi. Ciò è possibile potendo realizzare pezzature di cavi di lunghezza variabile e quindi facendo in modo che le buche giunti siano posizionate in aree sgombre da luoghi in cui si prevede la permanenza prolungata.

Qualora motivazioni di carattere tecnico non permettessero di posizionare le buche giunti lontano dai recettori di cui sopra, TERNA si impegna a schermare la buca giunti con canalette in materiale ferromagnetico in modo da abbattere il campo magnetico prodotto garantendo il rispetto dell'obiettivo di qualità.

La rappresentazione di tali distanze è riportata nel doc. n. DU22215A1BCX14055 rev. 01 del 31/05/2015 " Corografia CTR 1:2.000 con indicate le DPA e i recettori sensibili".

Si evidenzia che il tracciato dei cavi insiste generalmente sulla viabilità ordinaria ove la presenza dei sottoservizi non consente a priori l'individuazione dell'esatta posizione della trincea. Pertanto, **al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della Distanza di Prima Approssimazione in accordo al come costruito.**

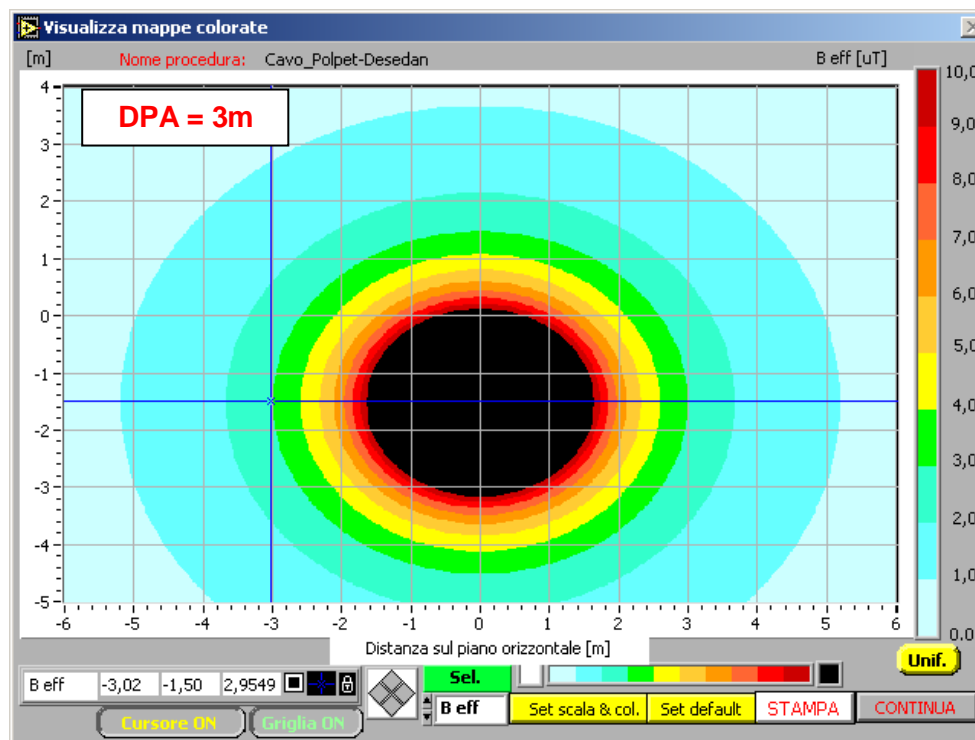
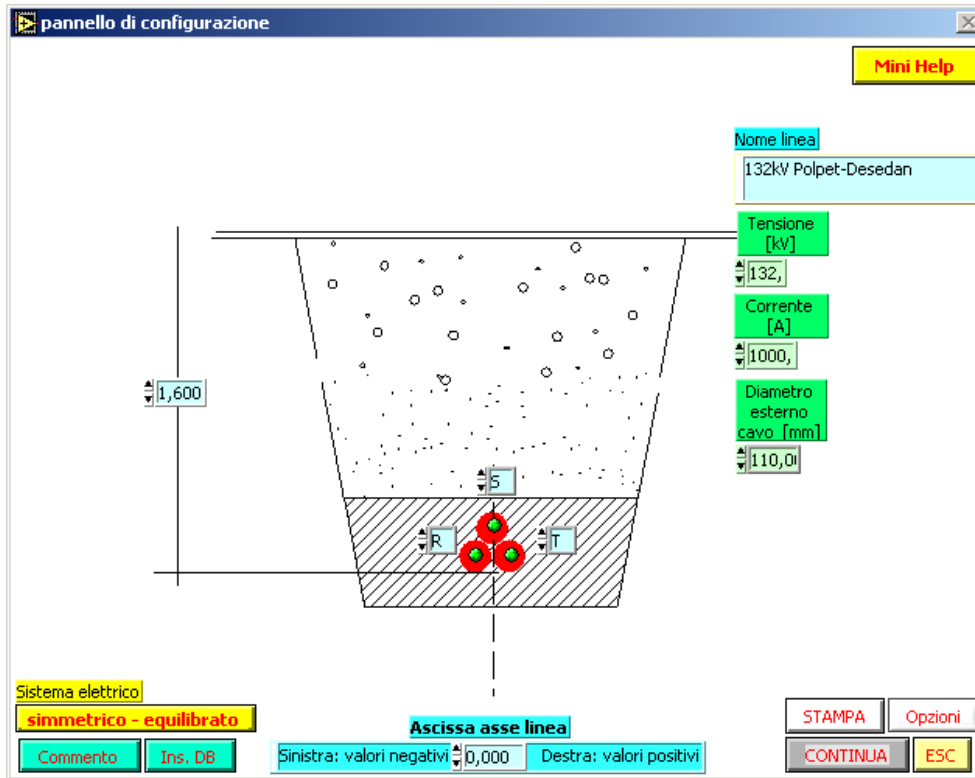
Direttrice 132kV Polpet-Desedan

Per questo collegamento interamente in cavo le correnti utilizzate nel calcolo sono quelle pari alla portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Per questo collegamento viene utilizzata una terna di cavi unipolari in alluminio avente una sezione di 1600 mm² con isolamento in XLPE per la quale si è considerata una corrente di calcolo pari a **1000 A**.

1. Posa standard

Profondità di Posa	1.6m
Cavo impiegato:	XLPE 1600mm ² Al
Corrente di riferimento:	1000 A
	DPA = 3m



2. Posa profonda in attraversamento

Profondità di Posa	4m	
Cavo impiegato:	XLPE 1600mm ² Al	
Corrente di riferimento:	1000 A	DPA = 5m

Cavi 132kV

configurazione generica

Nome procedura: 132kV_Polpet_Desedan_toc

Nome configurazione: 132_Polpet_Desedan

Parametri elettrici e geometrici

	Tensione [kV]	Corrente [A]	Fase	Coordinata X conduttori [m]	Coordinata Y conduttori [m]	Diametro conduttori r. di g. [mm]	Numero subcond.ri	Spacing [mm]
#1	132,000	1000,000	R	0,125	-3,75	110	1,000	1,000
#2	132,000	1000,000	S	0,125	-4	110	1,000	1,000
#3	132,000	1000,000	T	-0,055	-4	110	1,000	1,000
#4								
#5								
#6								
#7								
#8								
#9								
#10								
#11								
#12								
#13								
#14								
#15								

Sistema elettrico: **simmetrico - equilibrato**

STAMPA CONTINUA ESC

Visualizza mappe colorate

Nome procedura: 132kV_Polpet_Desedan_toc

B eff [uT]

Distanza sul piano orizzontale [m]

B eff: -4,47 -4,01 2,9944

Unif.

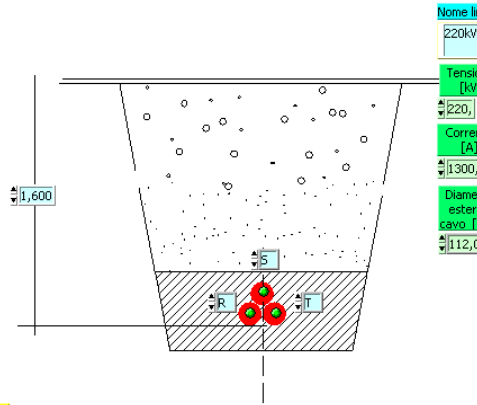
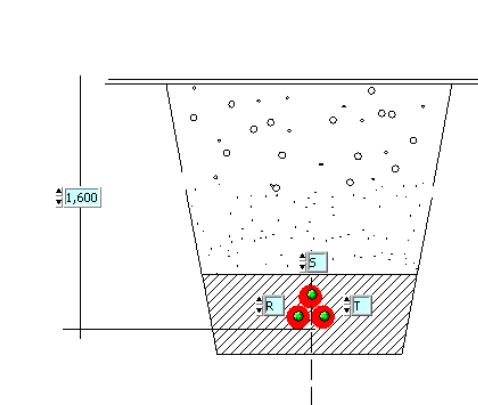
Sel. B eff Set scala & col. Set default STAMPA CONTINUA

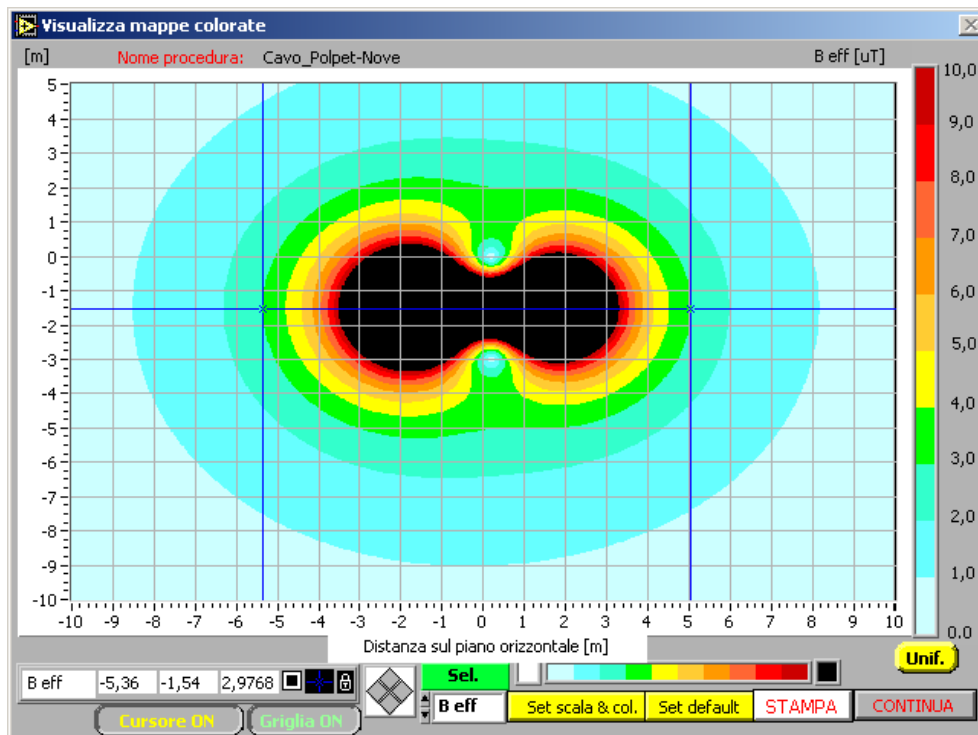
Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA

Linea 220kV Polpet-Vellai e 132kV Polpet-Nove cd La Secca - posa standard in parallelo

1. Posa standard

In questo tratto le due terne sono disposte sulla stessa trincea alla distanza di interasse di 3m
Profondità di Posa 1.6m

220KV Polpet-Vellai	132KV Polpet-Nove, La Secca
Cavo impiegato: XLPE 1200mm ² Cu	Cavo impiegato: XLPE 1600mm ² Al
Corrente di riferimento: 1300 A	Corrente di riferimento: 1000 A
 <p>Nome linea: 220KV Polpet-Vellai Tensione [kV]: 220 Corrente [A]: 1300 Diametro esterno cavo [mm]: 112,0 Profondità: 1,600</p> <p>Sistema elettrico: simmetrico - equilibrato Ascissa asse linea: Sinistra: valori negativi 0,000; Destra: valori positivi</p>	 <p>Nome linea: 132KV Polpet-Nove Tensione [kV]: 132 Corrente [A]: 1000 Diametro esterno cavo [mm]: 112,0 Profondità: 1,600</p> <p>Sistema elettrico: simmetrico - equilibrato Ascissa asse linea: Sinistra: valori negativi 0,000; Destra: valori positivi</p>



DPA = 6m

2. Posa in parallelo in tubiera

Profondità di Posa 1,5m
Correnti di riferimento: 1000 A/1300 A
DPA = 9m

Cavi 132kV

Cavi 220kV

4.00

configurazione generica

Nome procedura: 220-132kV_Parallelo_tubiera

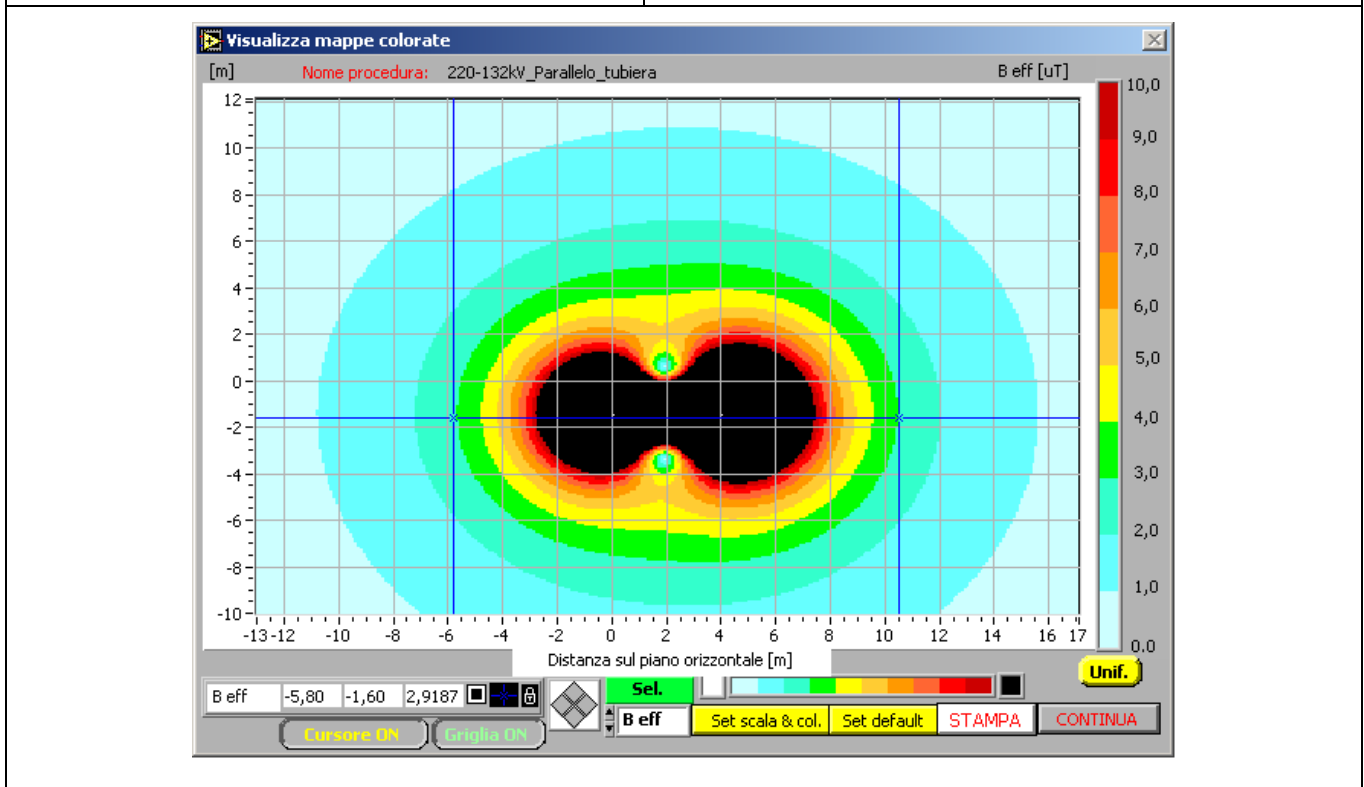
Nome configurazione: Parallelo 132/220 tubiera

Parametri elettrici e geometrici

	Tensione [kV]	Corrente [A]	Fase	Coordinata X conduttori [m]	Coordinata Y conduttori [m]	Diametro conduttori f. di g. [mm]	Numero subcond.ri	Spacing [mm]
#1	220,000	1300,000	R	4,000	-1,500	130,000	1,000	1,000
#2	220,000	1300,000	S	4,250	-1,250	130,000	1,000	1,000
#3	220,000	1300,000	T	4,250	-1,500	130,000	1,000	1,000
#4	132,000	1000,000	R	0,000	-1,500	110,000	1,000	1,000
#5	132,000	1000,000	S	0,250	-1,250	110,000	1,000	1,000
#6	132,000	1000,000	T	0,250	-1,500	110,000	1,000	1,000
#7								
#8								
#9								
#10								
#11								
#12								
#13								
#14								
#15								

Sistema elettrico: **simmetrico - equilibrato**

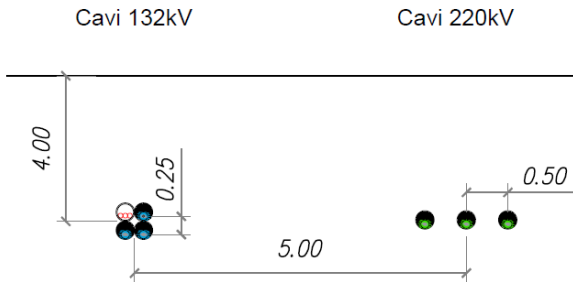
STAMPA CONTINUA ESC



3. Posa profonda in attraversamento stradale

Profondità di Posa 4m

Correnti di riferimento: 1000 A/1300 A DPA = 12m



configurazione generica

Nome procedura: 220-132kV_Parallelo_profonda

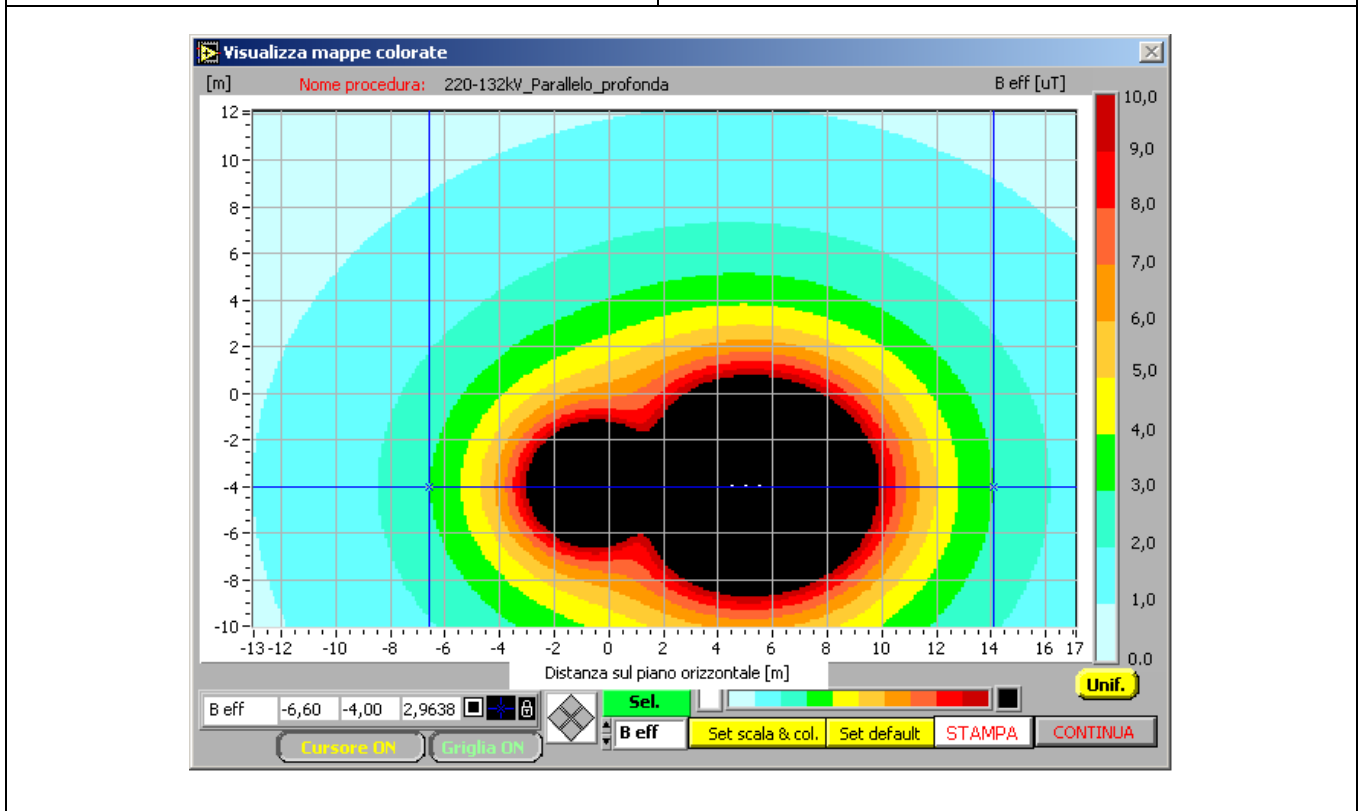
Nome configurazione: Parallelo 132/220 tubiera

Parametri elettrici e geometrici

	Tensione [kV]	Corrente [A]	Fase	Coordinata X conduttori [m]	Coordinata Y conduttori [m]	Diametro conduttori f. di g. [mm]	Numero subcond.ri	Spacing [mm]
#1	220,000	1300,000	R	4,50	-4	130,000	1,000	1,000
#2	220,000	1300,000	S	5,0	-4	130,000	1,000	1,000
#3	220,000	1300,000	T	5,50	-4	130,000	1,000	1,000
#4	132,000	1000,000	R	-0,125	-4	110,000	1,000	1,000
#5	132,000	1000,000	S	0,125	-3,75	110,000	1,000	1,000
#6	132,000	1000,000	T	0,125	-4	110,000	1,000	1,000
#7								
#8								
#9								
#10								
#11								
#12								
#13								
#14								
#15								

Sistema elettrico: simmetrico - equilibrato

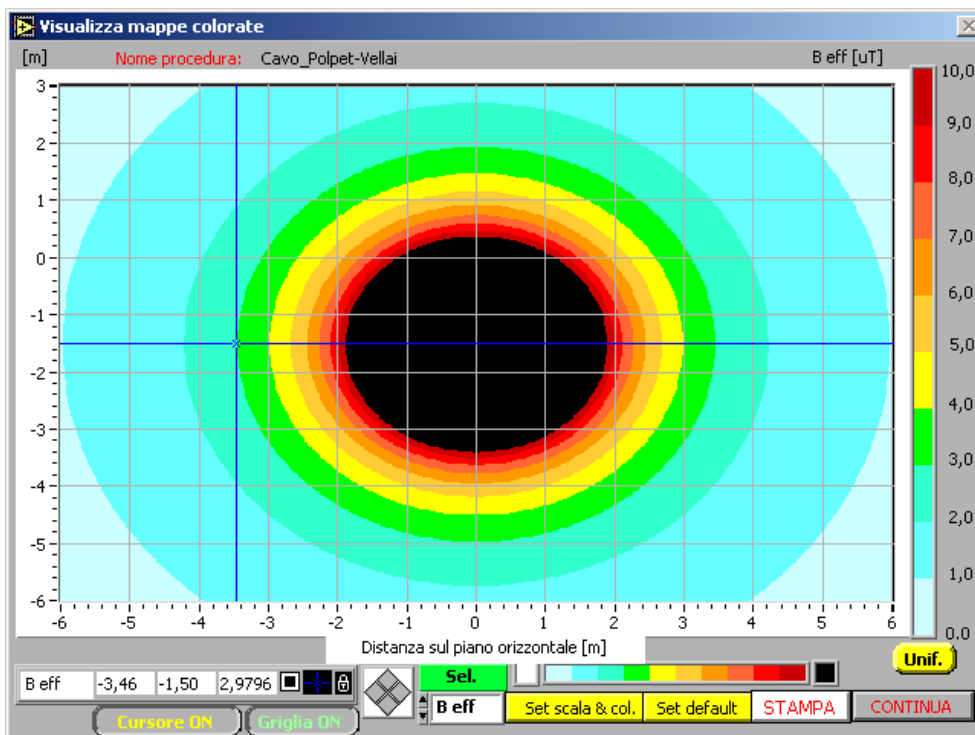
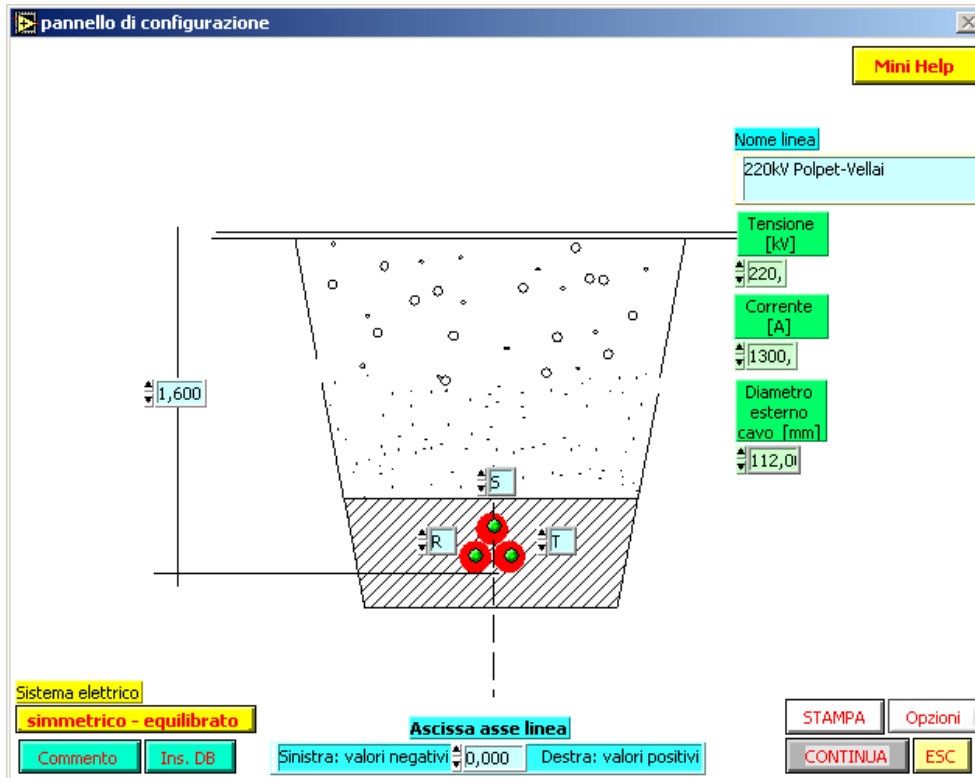
STAMPA CONTINUA ESC



Linea 220kV Polpet-Vellai

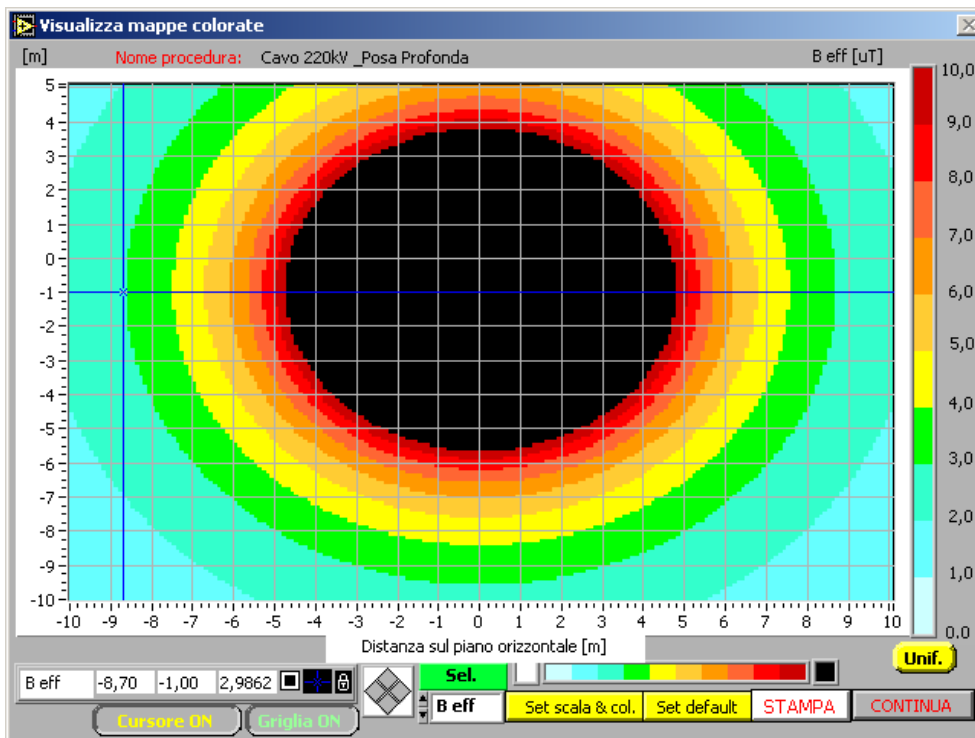
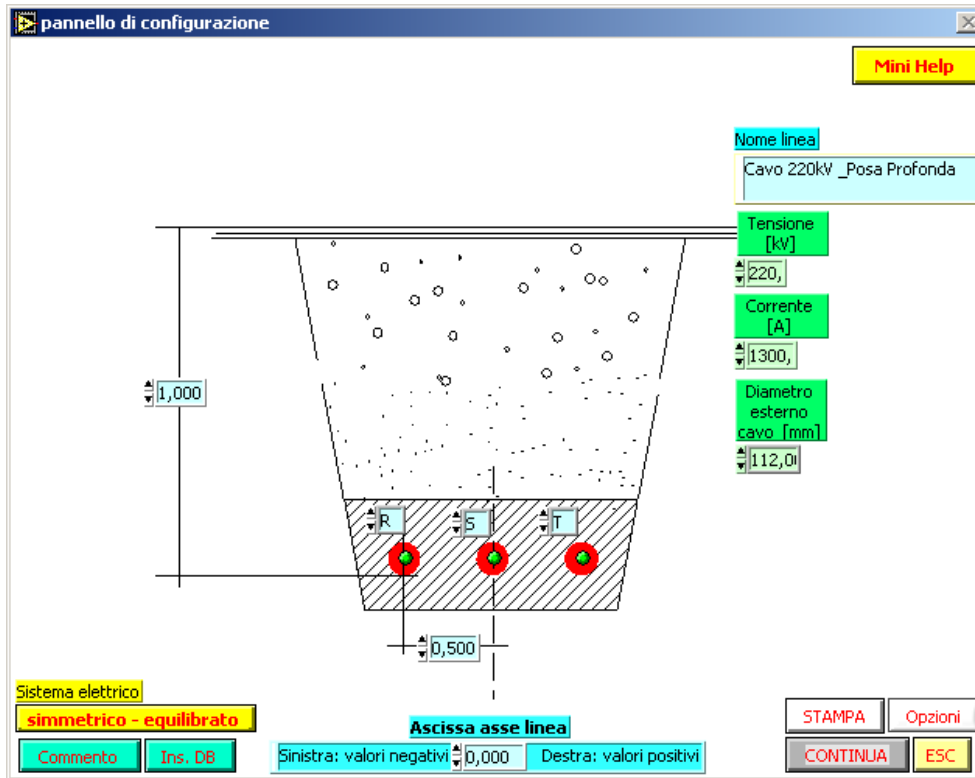
1. Posa a trifoglio

Profondità di Posa	1.6m
Cavo impiegato:	XLPE 1200mm ² Cu
Corrente di riferimento: 1300 A	DPA = 4m



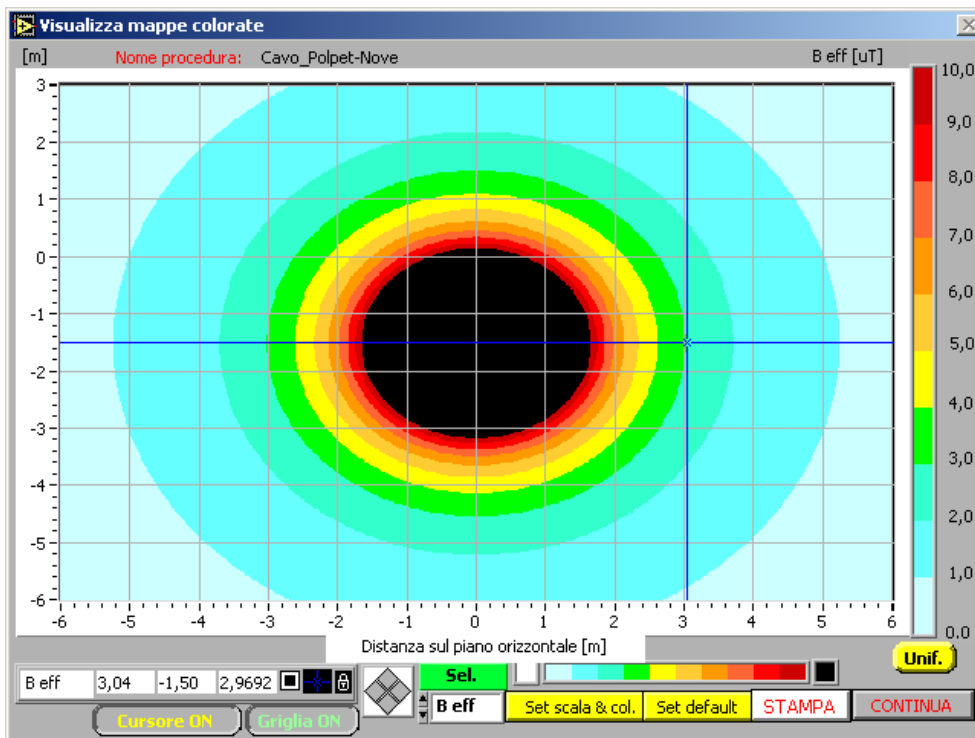
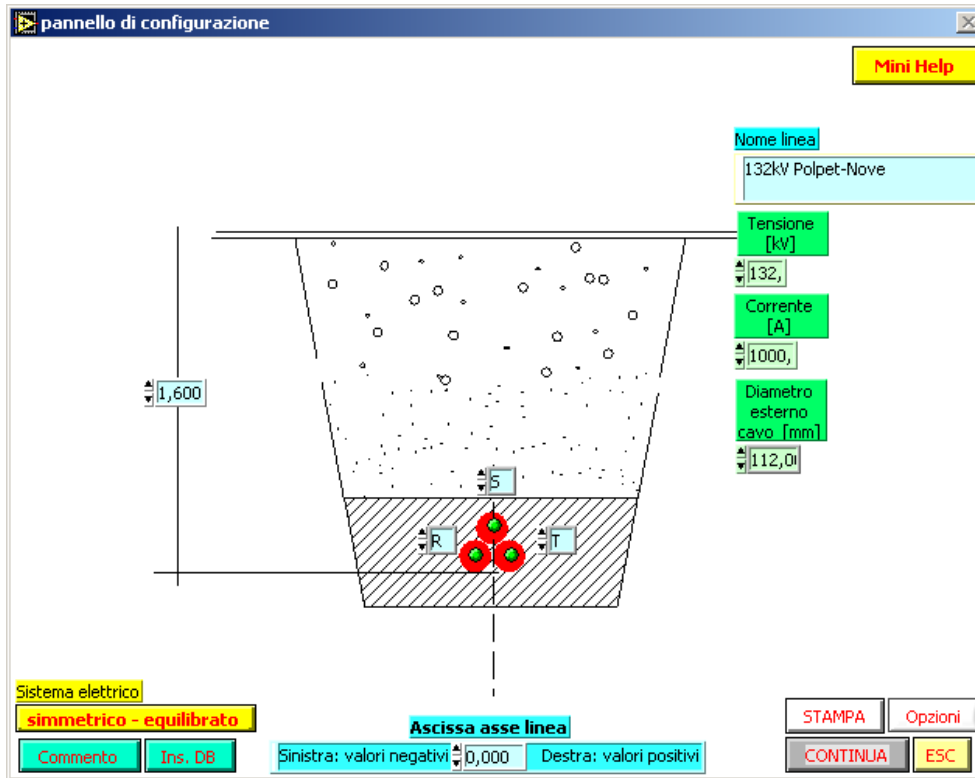
Posa profonda in attraversamento stradale

Profondità di Posa	1.6m	
Cavo impiegato:	XLPE 1200mm ² Cu	
Corrente di riferimento:	1300 A	DPA = 9m



Linea 132kV Polpet-Nove cd La Secca

Profondità di Posa	1.6m	
Cavo impiegato:	XLPE 1600mm ² Al	
Corrente di riferimento:	1000A	DPA = 3m



2.5.4 Verifica dei punti sensibili all'interno della Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A)

L'applicazione del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", ha permesso la definizione delle D.P.A. e la conseguente verifica della presenza al loro interno di luoghi destinati a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere.

Come mostrato nel doc. n. DU22215A1BCX14055 rev. 01 del 31/05/2015 " Corografia CTR 1:2.000 con indicate le DPA e i recettori sensibili", a valle di tale verifica non sono emerse delle situazioni di non rispetto delle D.P.A. suddette.

Pertanto, **il valore di induzione magnetica in corrispondenza dei luoghi destinati a permanenza non inferiore alle quattro ore giornaliere è sempre inferiore a 3 μ T**, in ottemperanza alla normativa vigente. Come evidenziato al paragrafo 3.5.2, l'eventuale presenza di recettori sensibili posti all'interno della D.P.A. definitiva in accordo al come costruito, comporterà l'impiego di opportuni accorgimenti schermanti progettati ad hoc che consentiranno **il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM dell' 8 luglio 2003.**

2.6 Calcolo del campo elettrico

Utilizzando la stessa configurazione geometrica utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica, viene calcolato il valore di campo elettrico generato dagli elettrodotti a 1,5m di altezza dal suolo.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 408" sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre, i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per le linee elettriche aeree, le simulazioni sono state eseguite considerando le altezze minime dei conduttori rispetto al suolo previste dalle norme CEI 11-4. Tale considerazione è sicuramente conservativa in quanto gli elettrodotti aerei suddetti sono stati progettati garantendo altezze minime dei conduttori dal suolo superiori a quelle indicate nella Norma CEI 11-4.

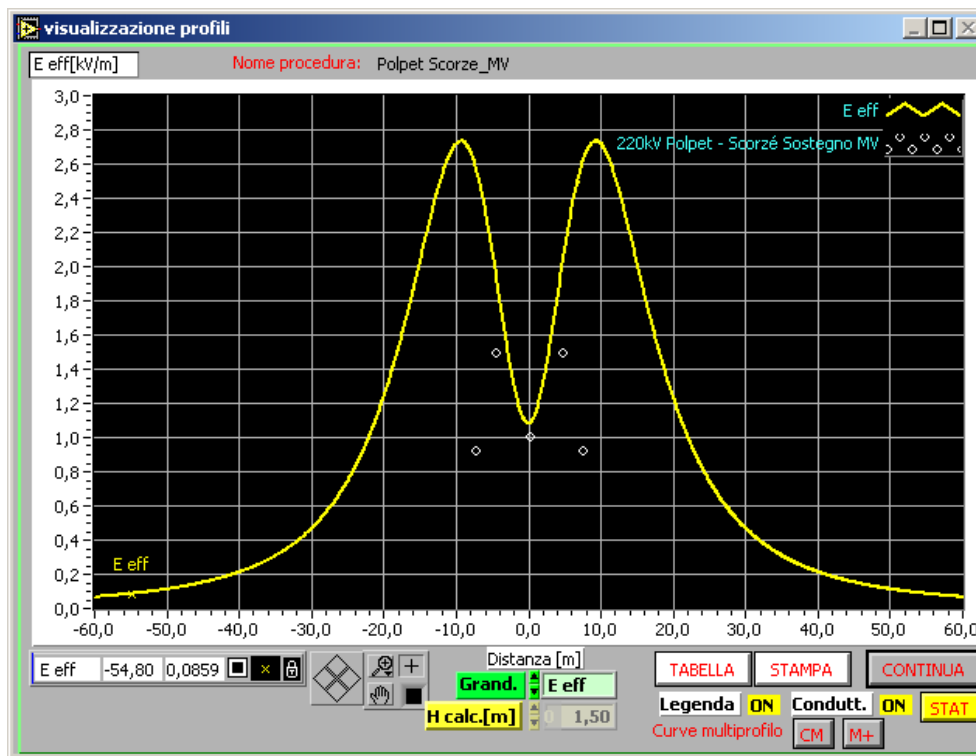
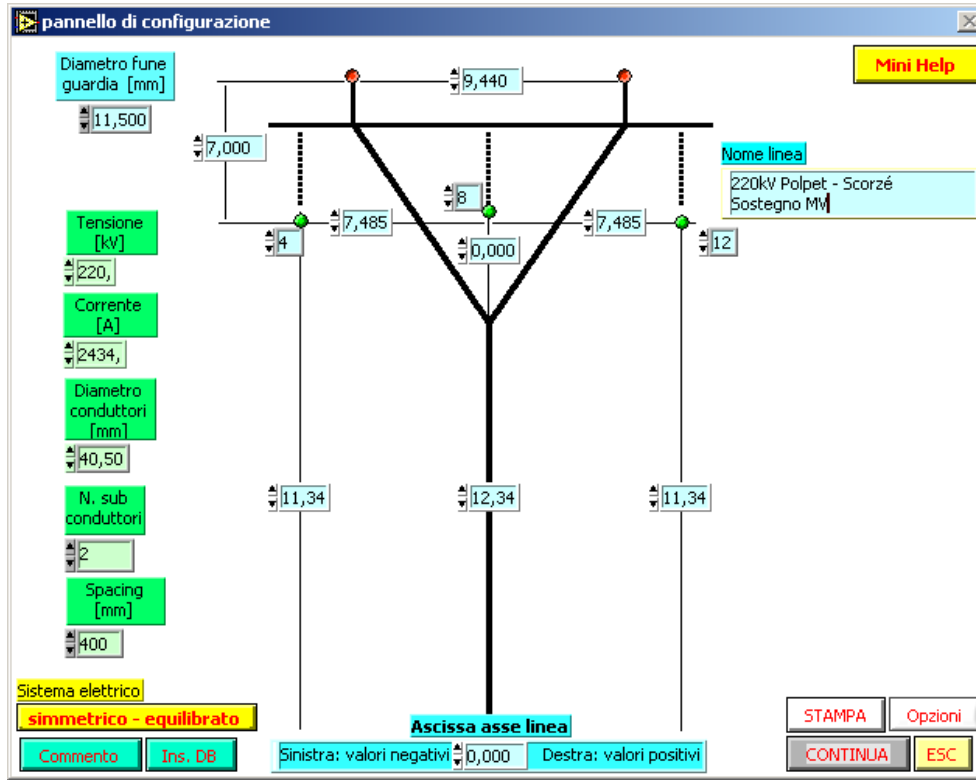
Con tale ipotesi conservativa è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, **il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM dell' 8 luglio 2003 (5 kV/m).**

Per quanto concerne i cavi interrati, invece, essendo dotati di schermatura, **il campo elettrico esterno ad essi è nullo.**

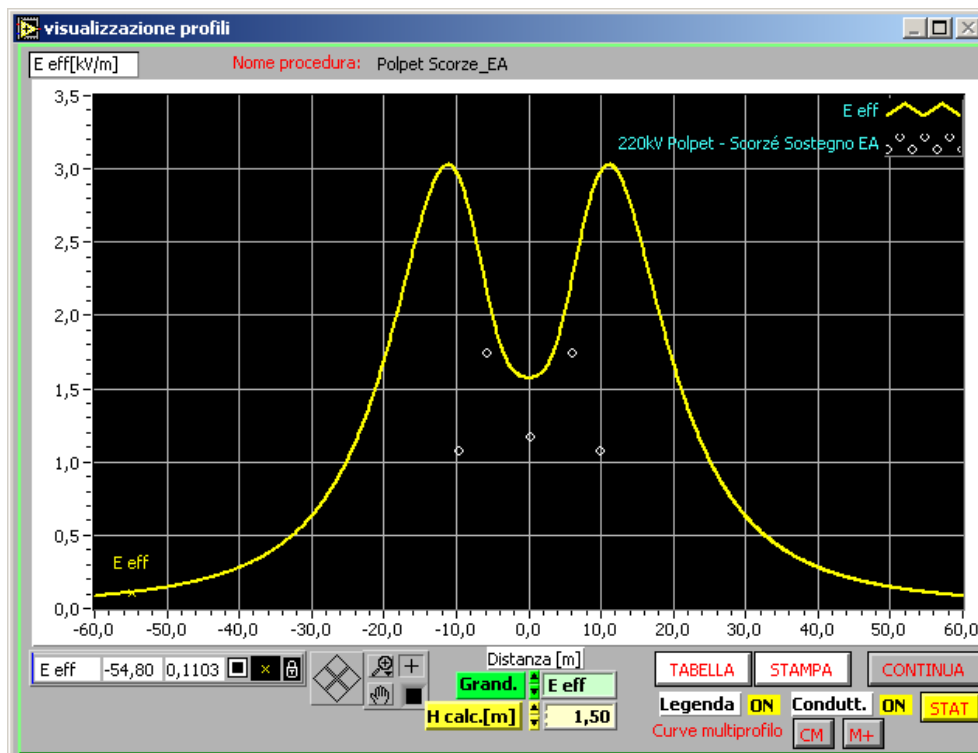
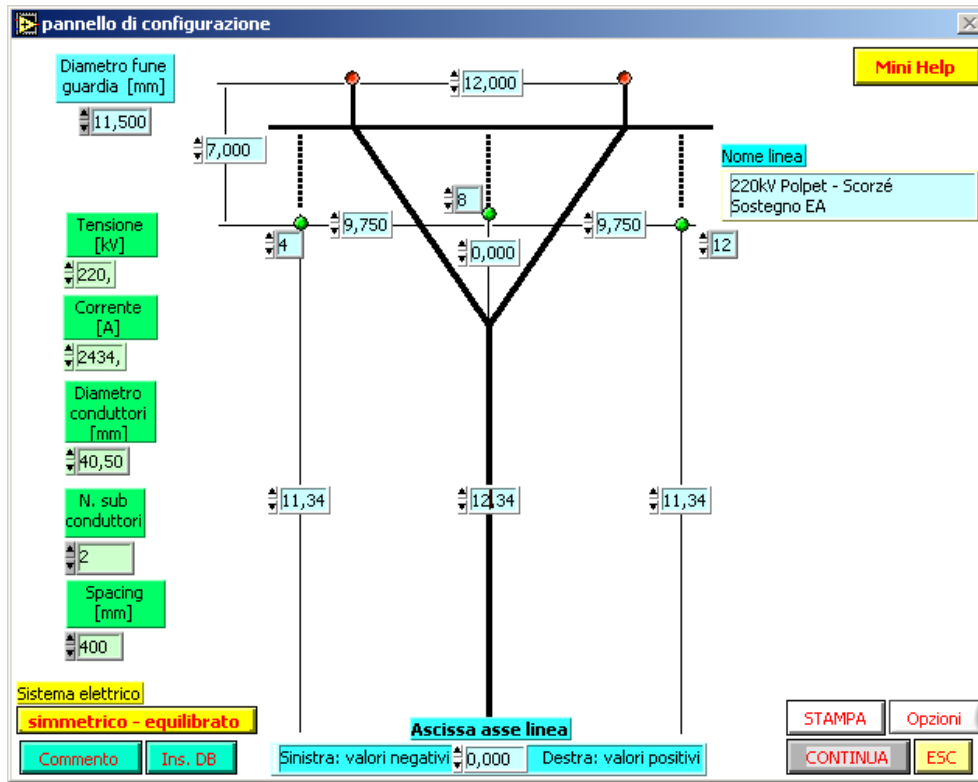
Si riporta, di seguito, il profilo del campo elettrico per gli elettrodotti aerei; la configurazione dei portali di stazione non è compresa nello studio in quanto posizionati all'interno della stazione stessa.

Direttrice 220KV Polpet-Lienz e Polpet-Scorzè

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "MV".

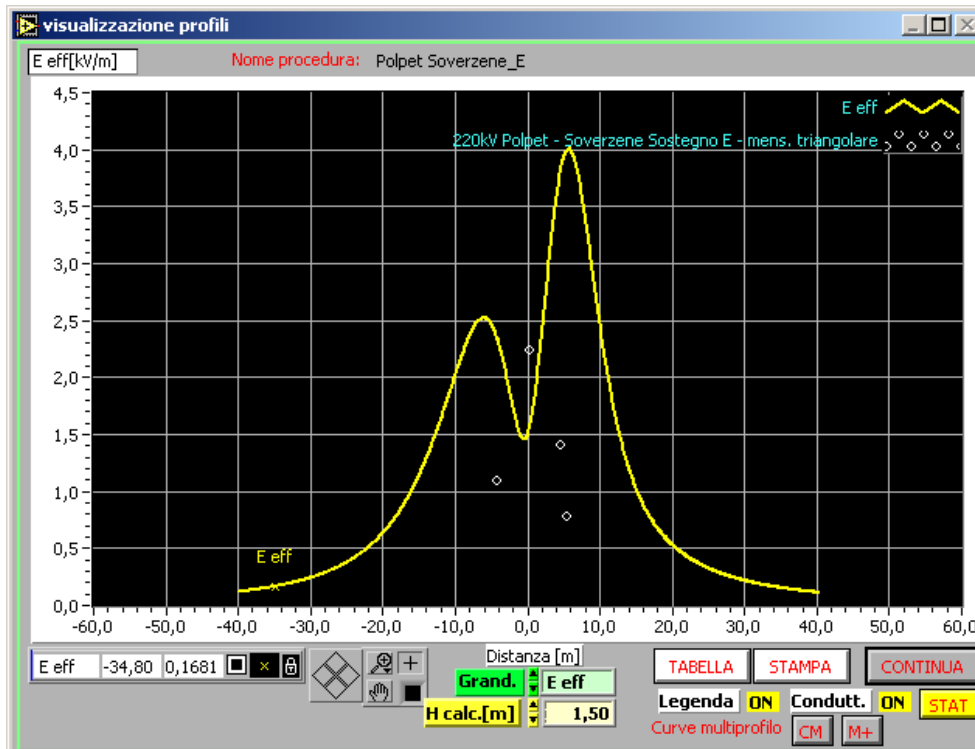
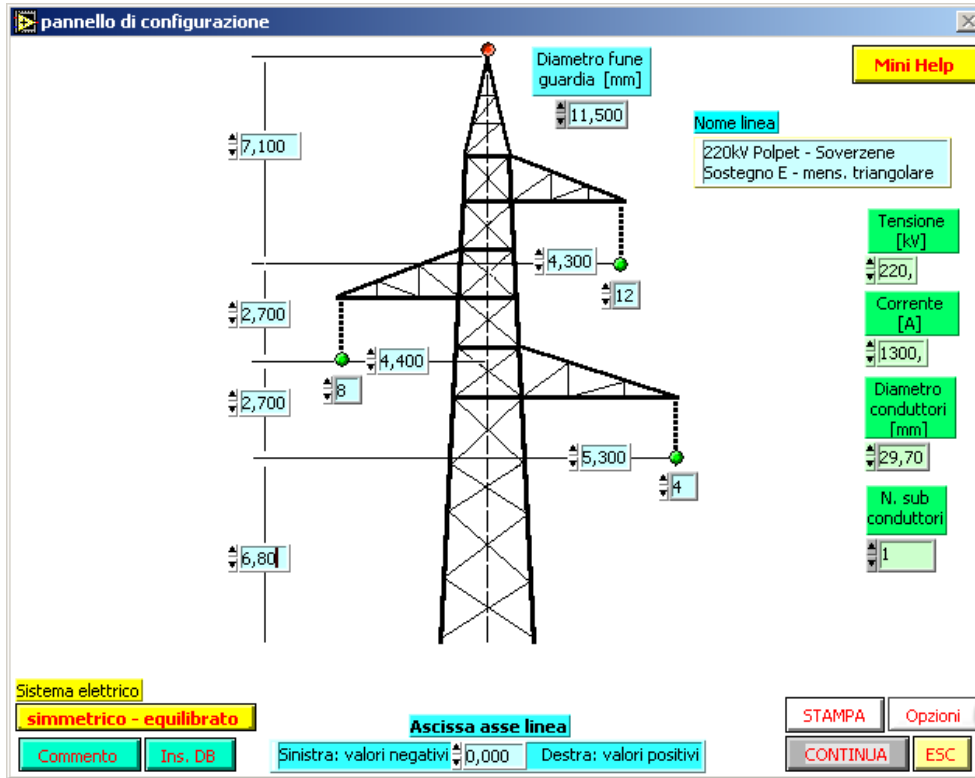


Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "EA".

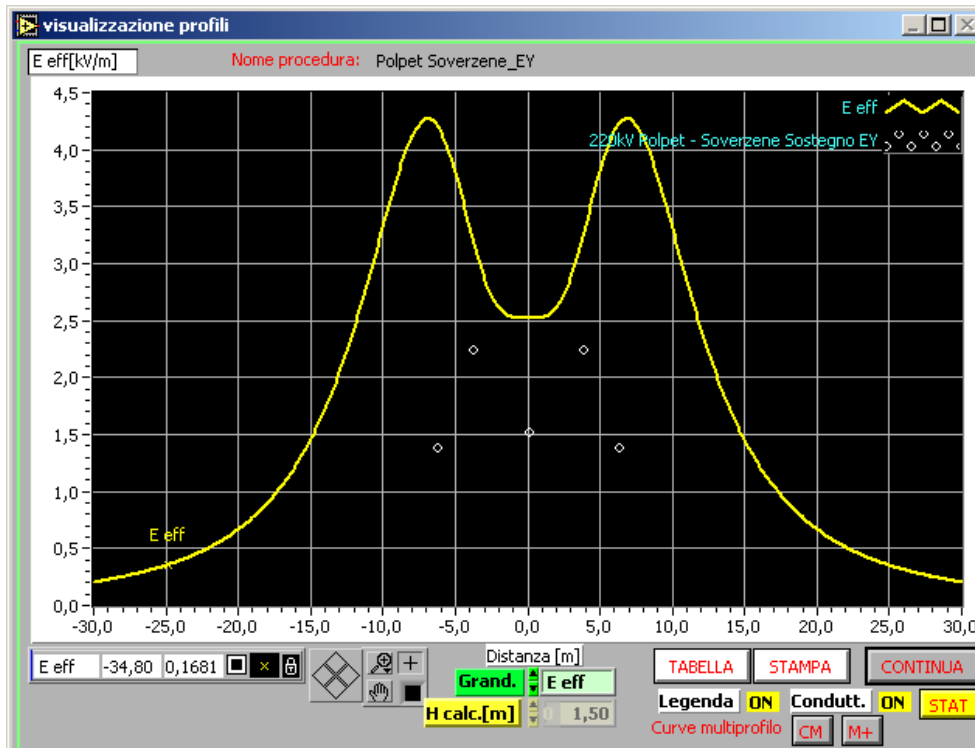
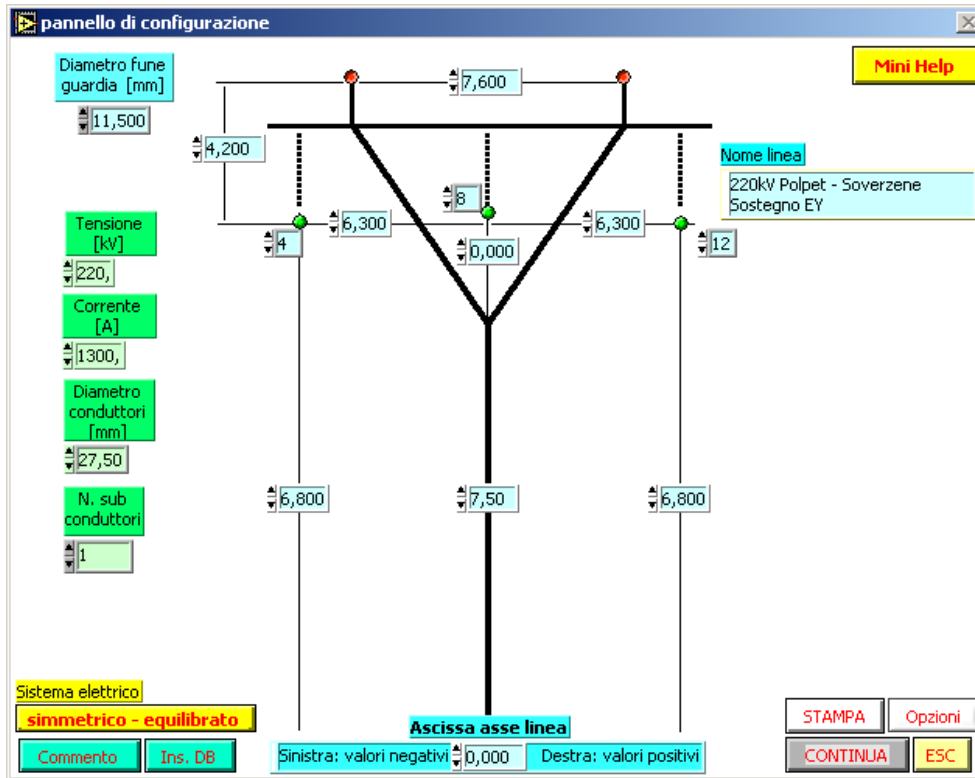


Direttrice 220KV Polpet – Soverzene

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "E"

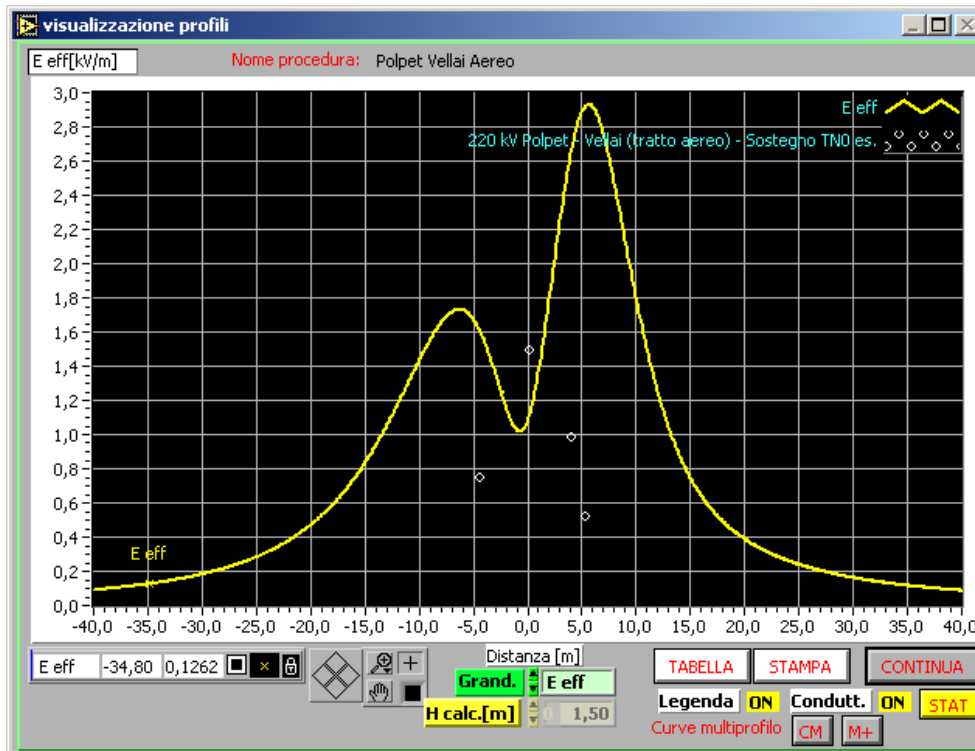
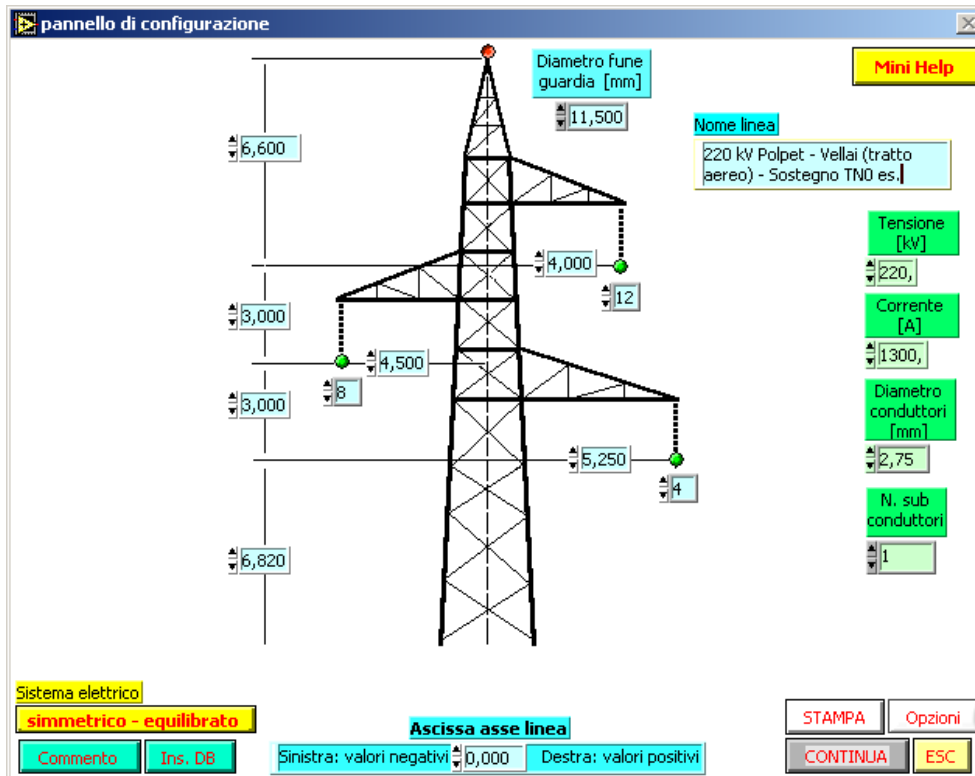


Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "EY"



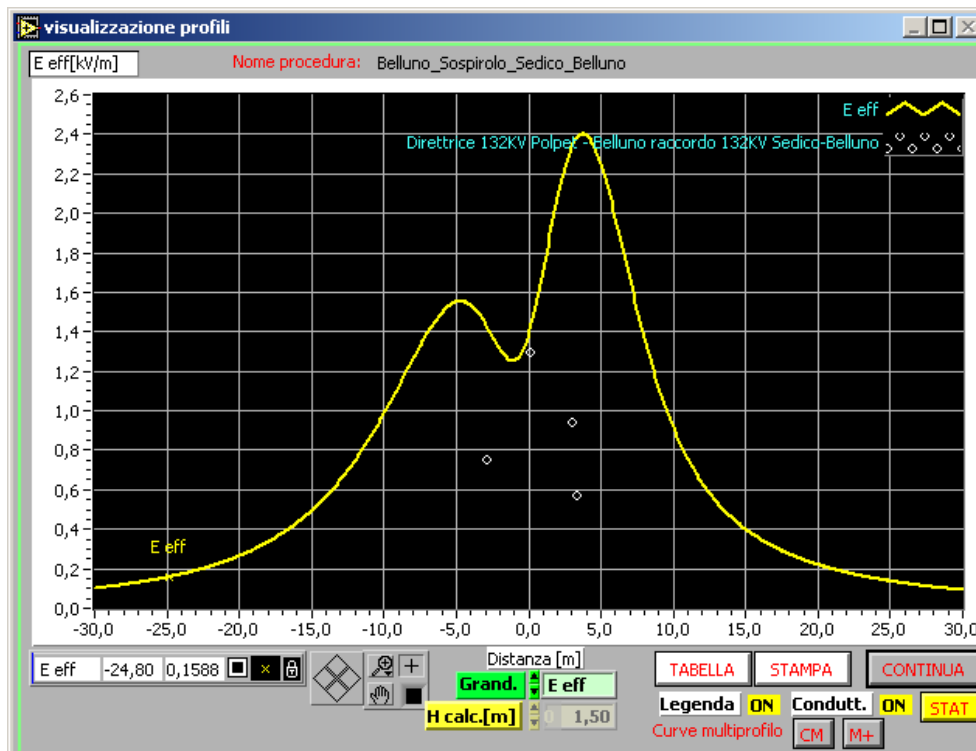
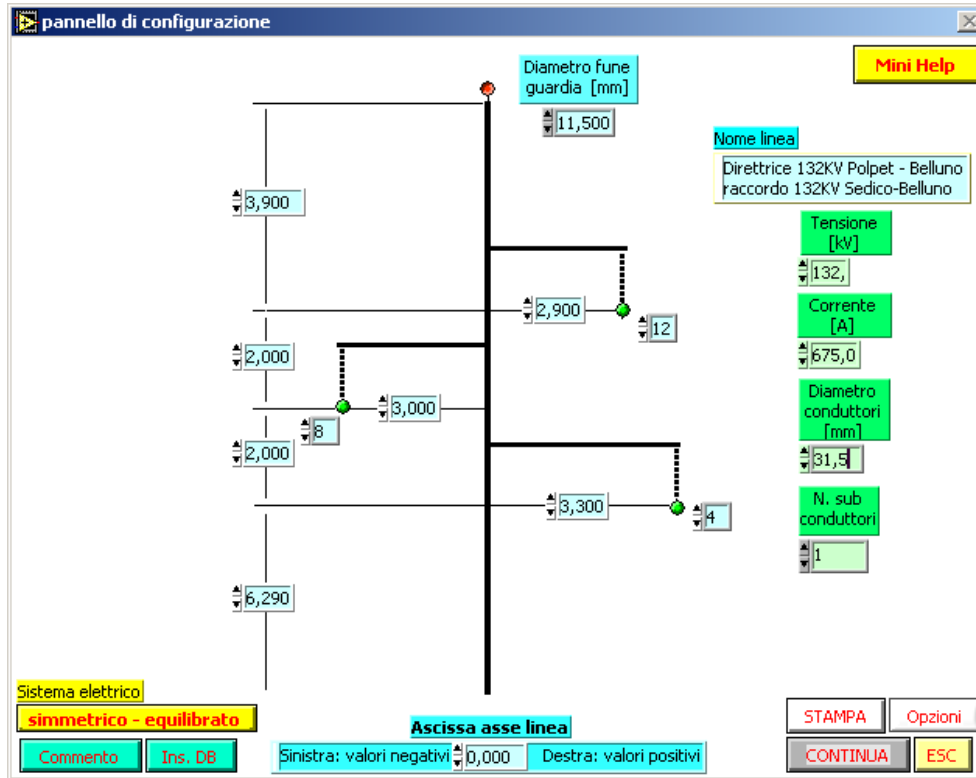
Direttrice 220KV Polpet – Vellai (tratto aereo)

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "TN esistente"



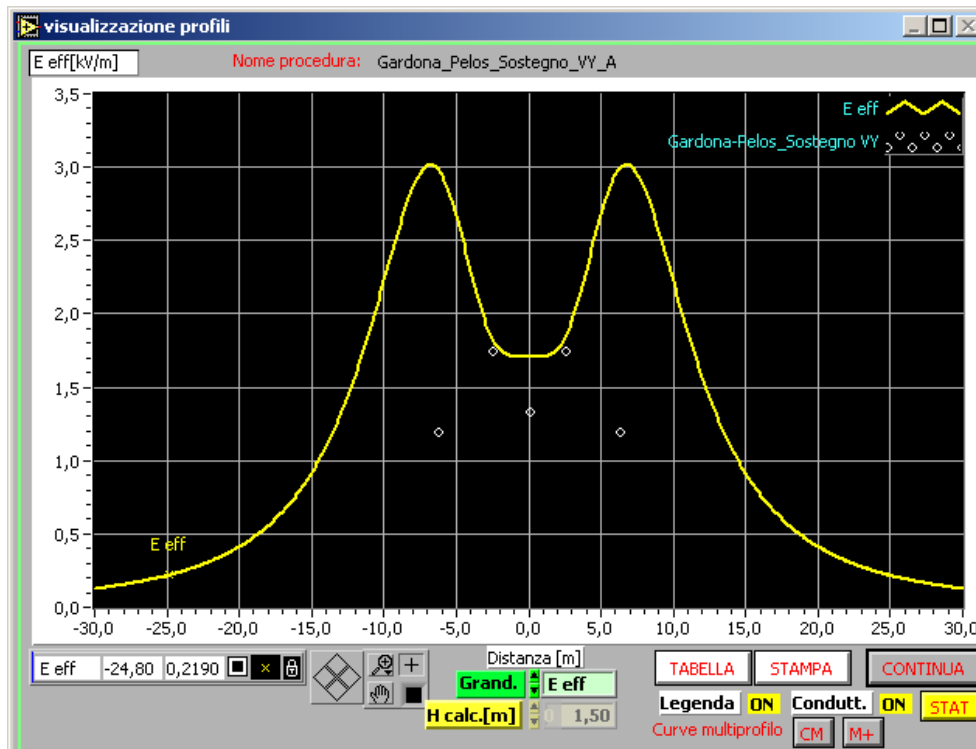
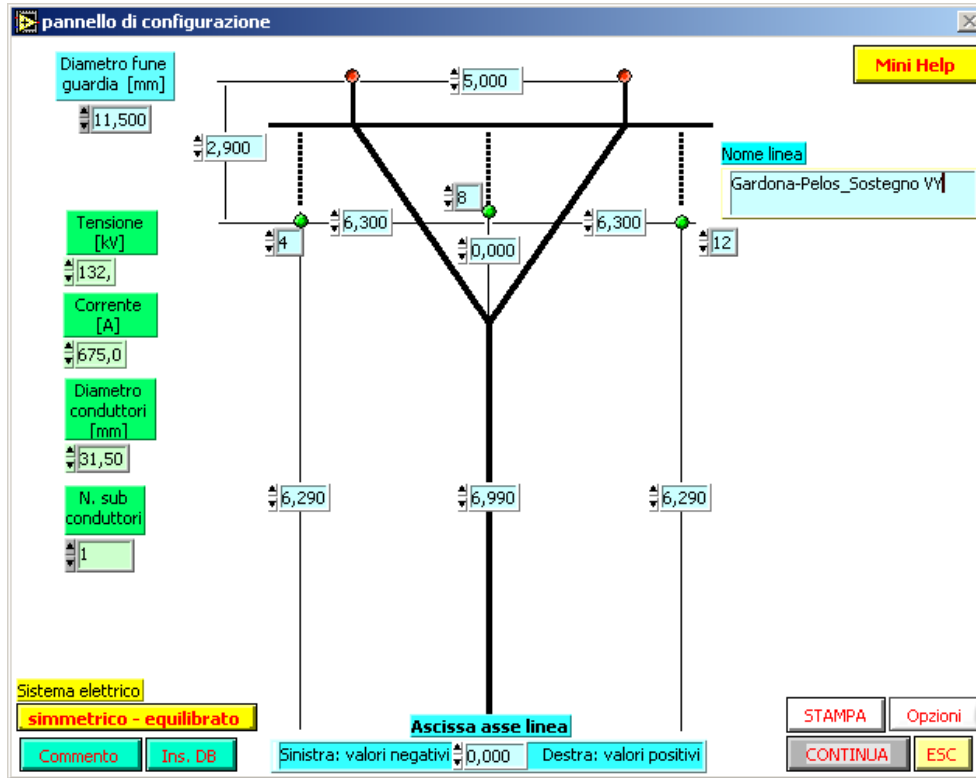
Direttrice 132KV Polpet – Belluno (tratto in semplice terna), raccordo 132KV Sedico-Belluno

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno 132kV unificato



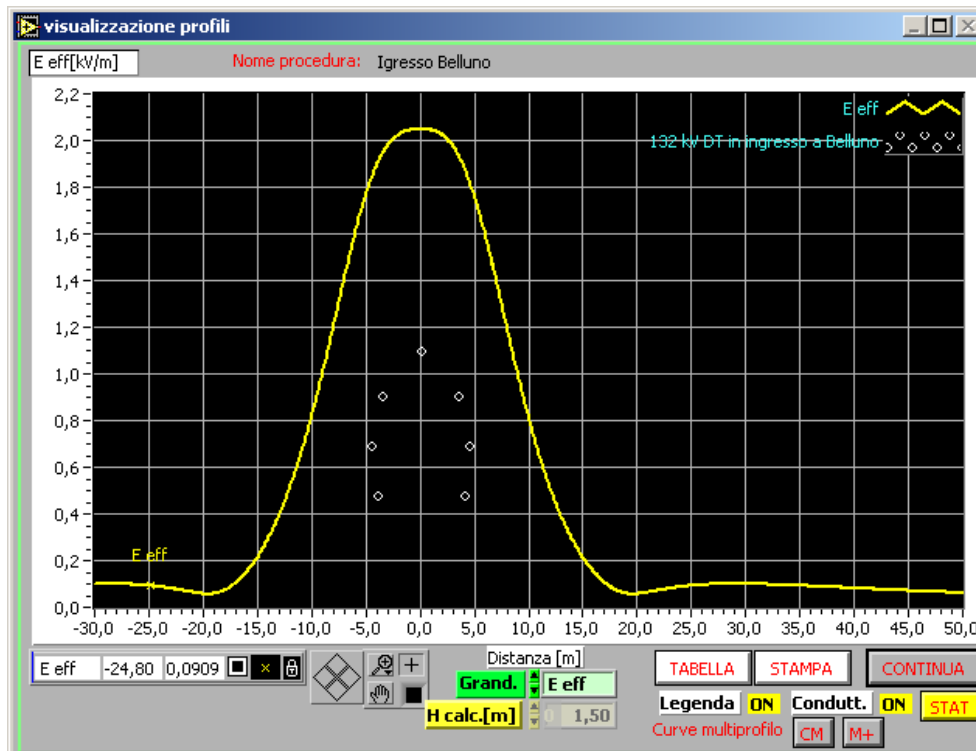
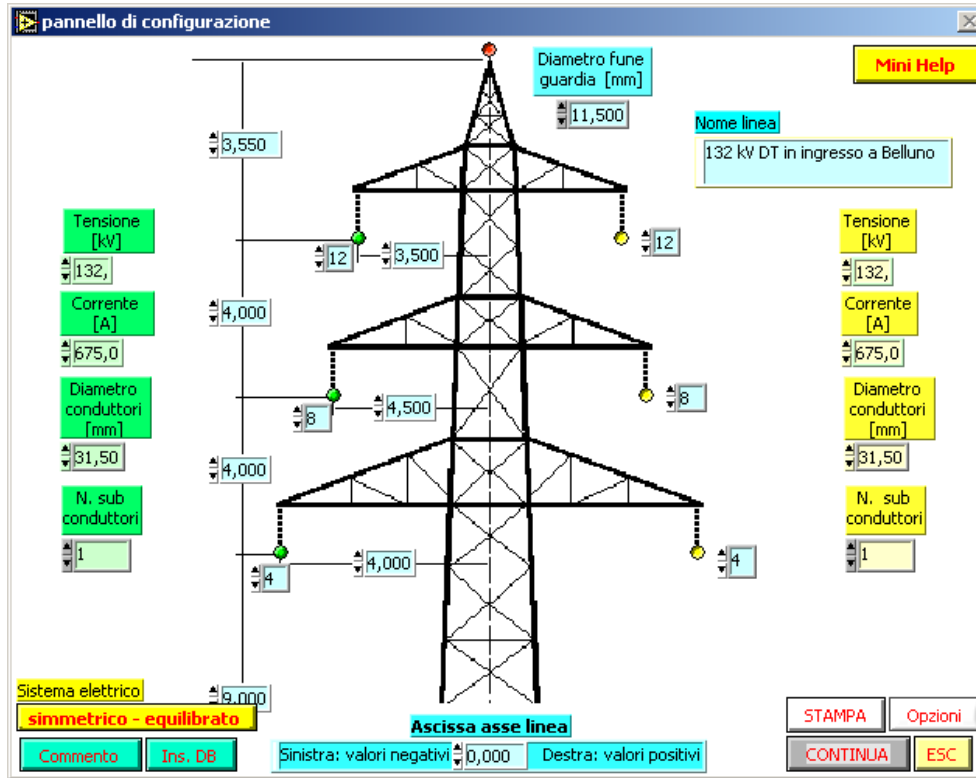
Direttrice 132KV Pelos-Gardona-Desedan

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "VY"



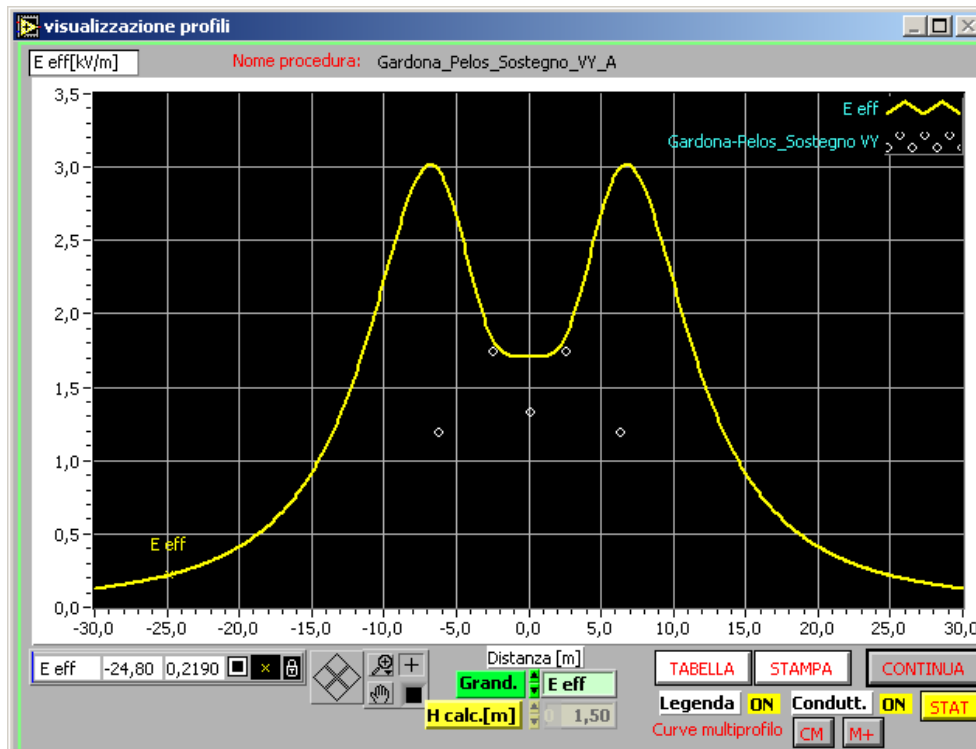
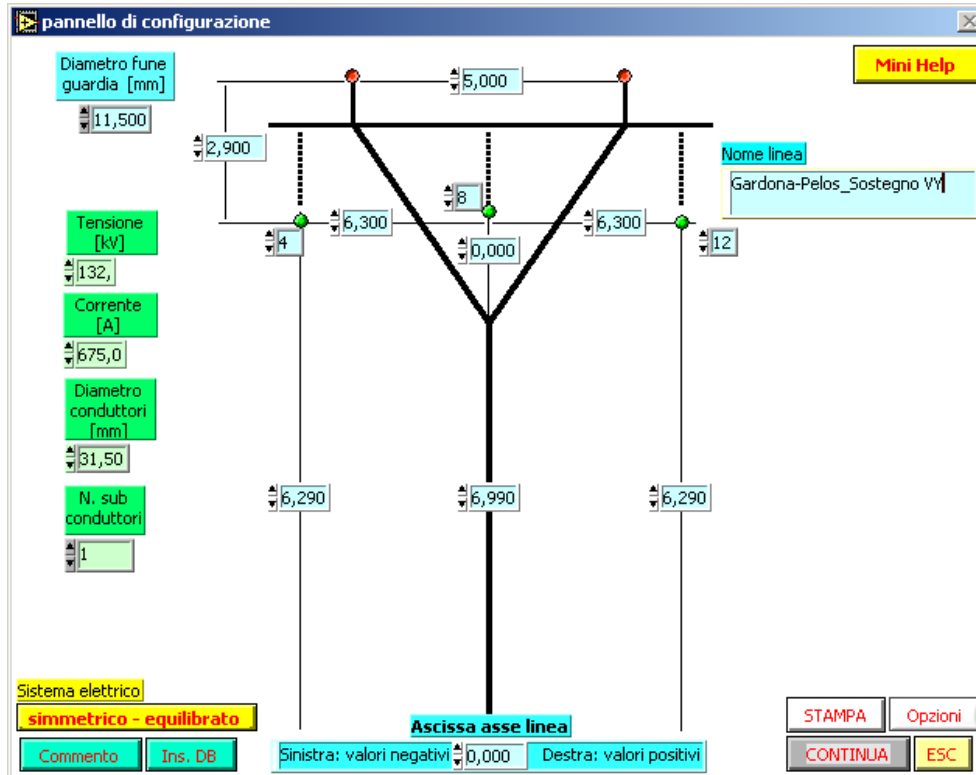
Linea doppia terna 132KV Polpet – Belluno e Sospirolo-Belluno (in ingresso a Belluno)

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza dei sostegno 132KV DT

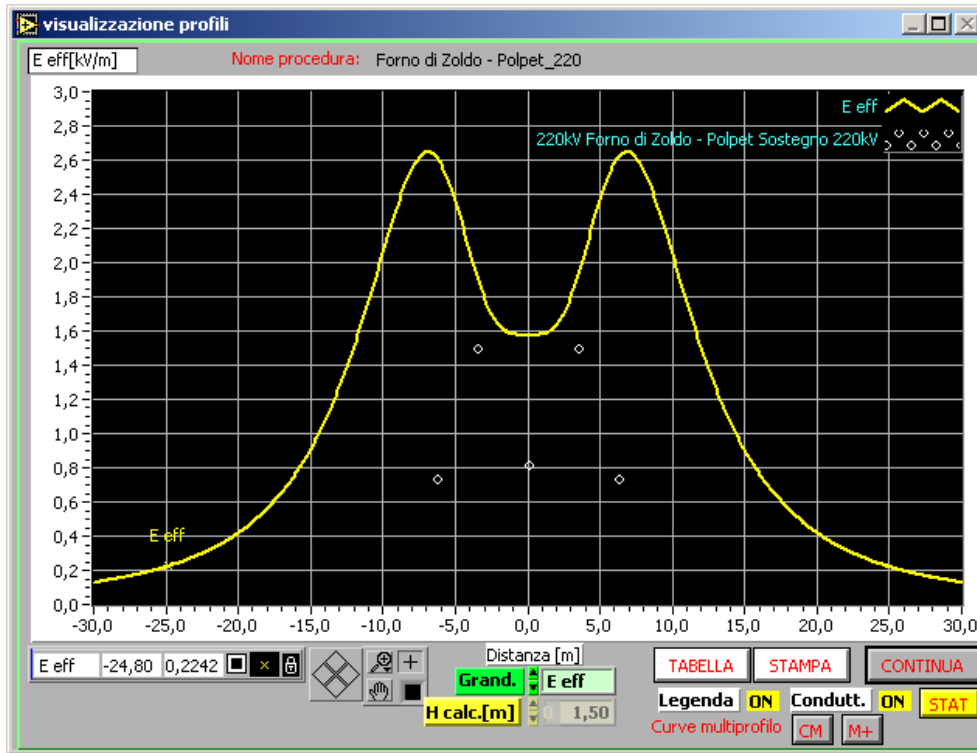
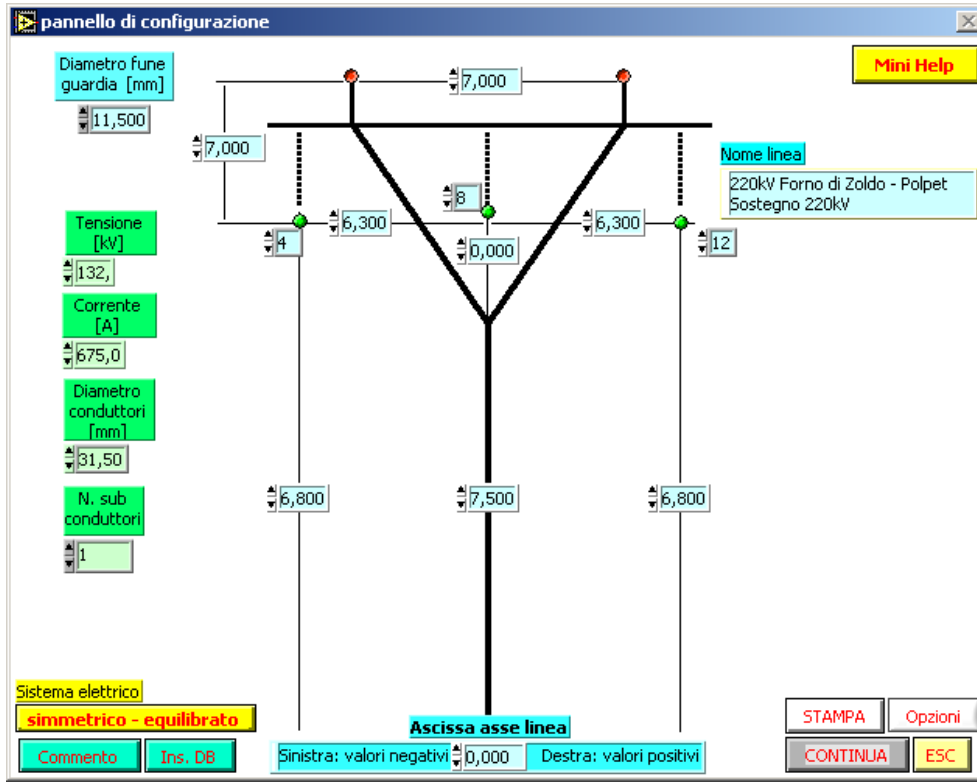


Direttrice 132KV Forno di Zoldo – Polpet

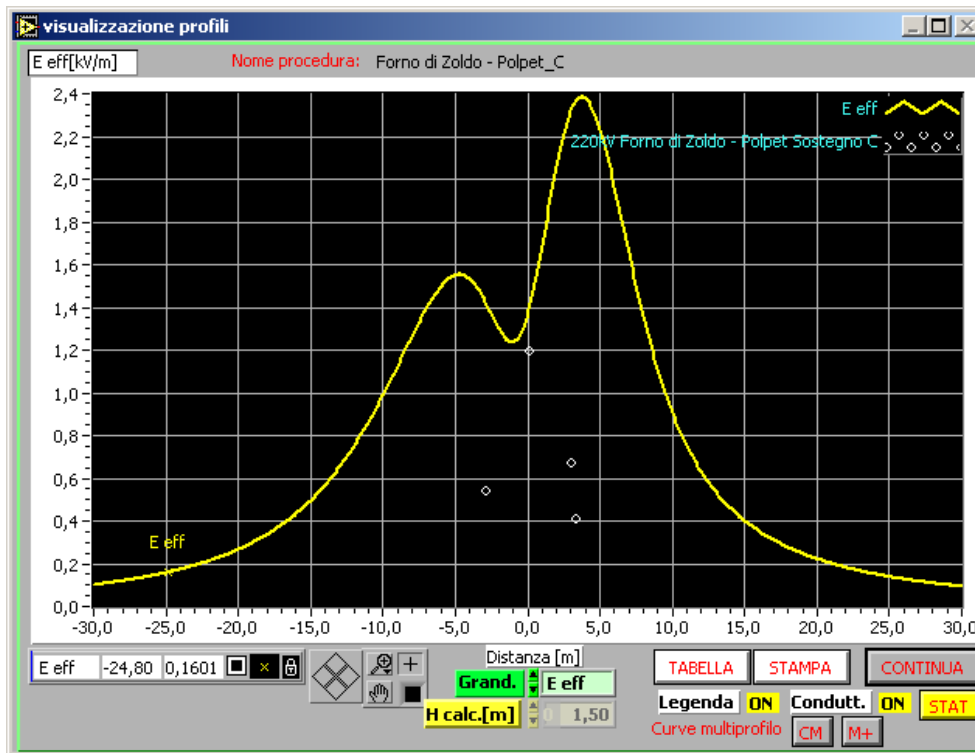
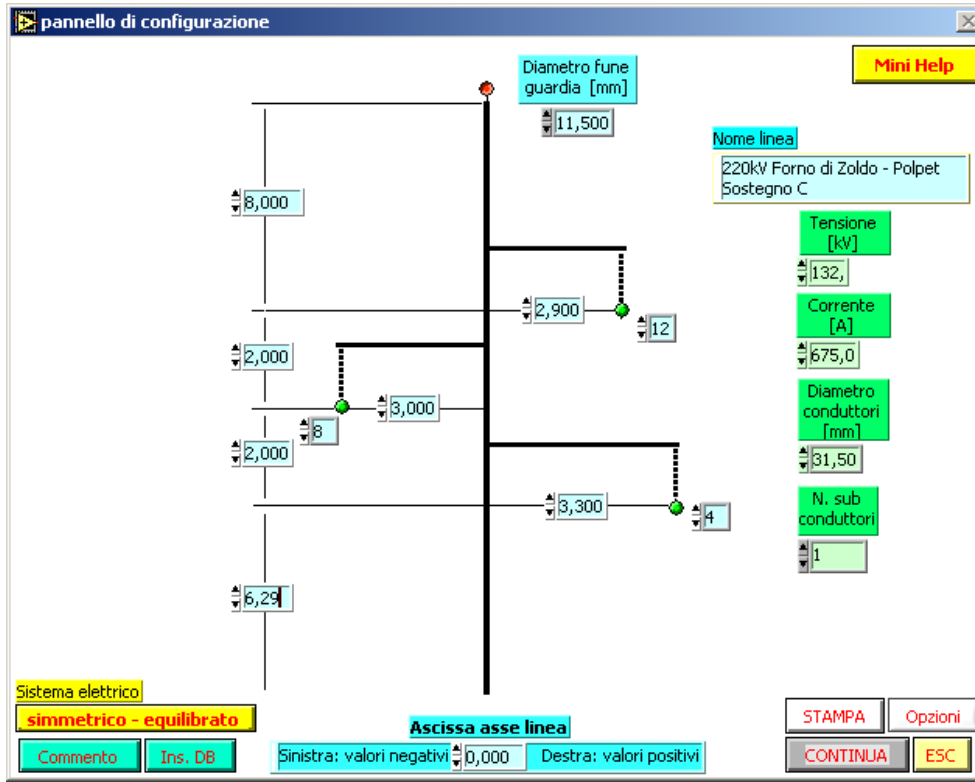
Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "VY"



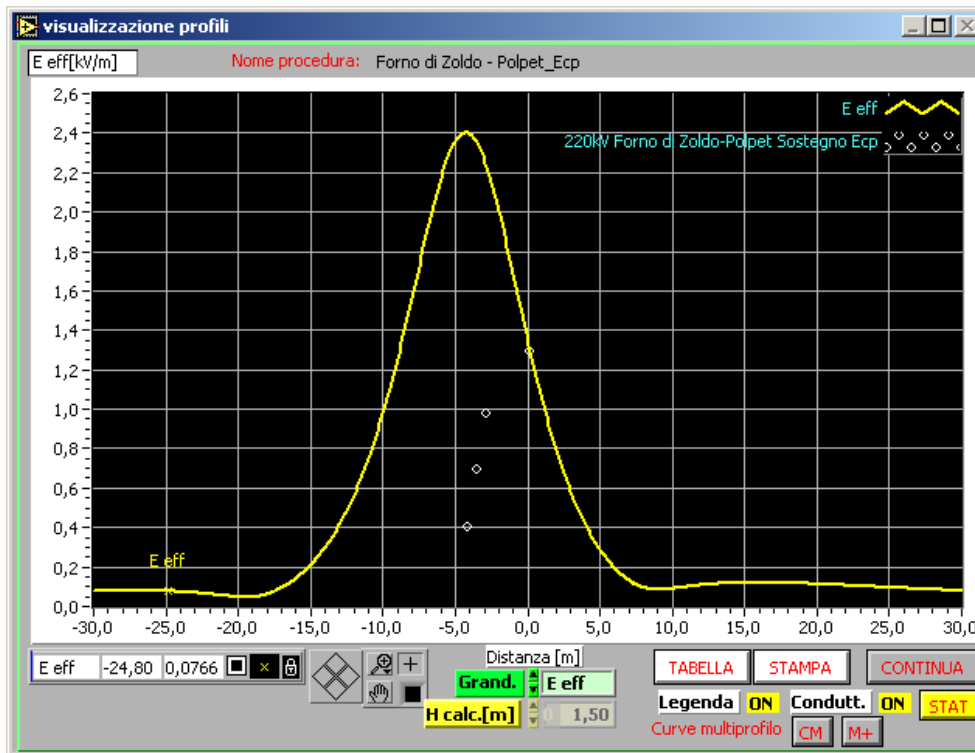
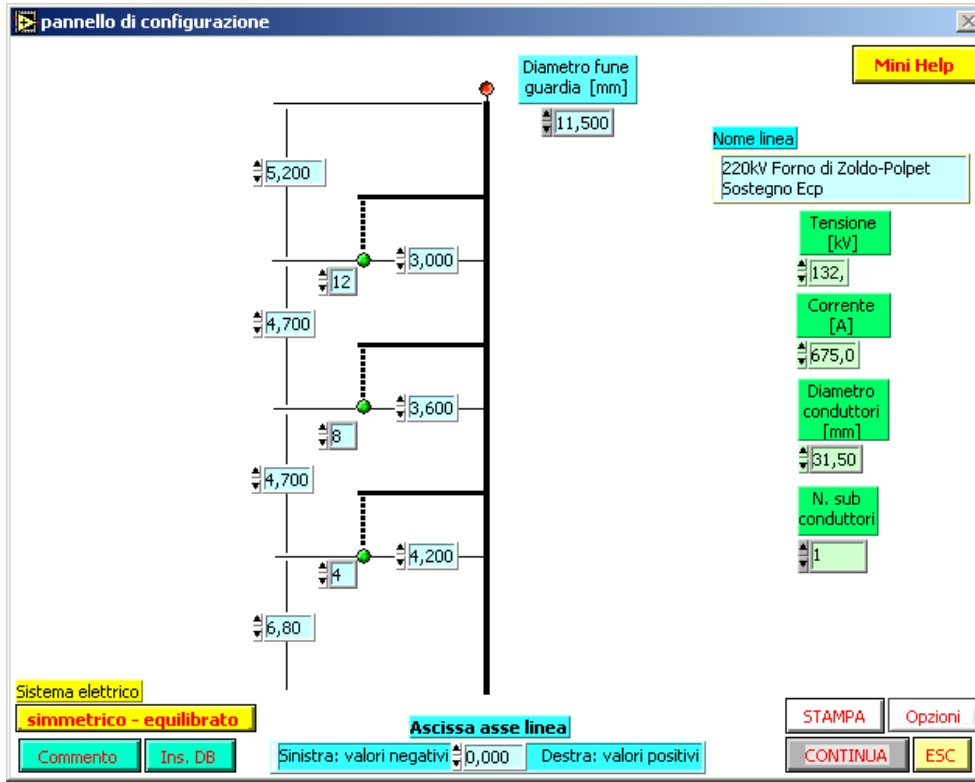
Calcolo del campo elettrico per sostegni unificati 220kV



Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "C"

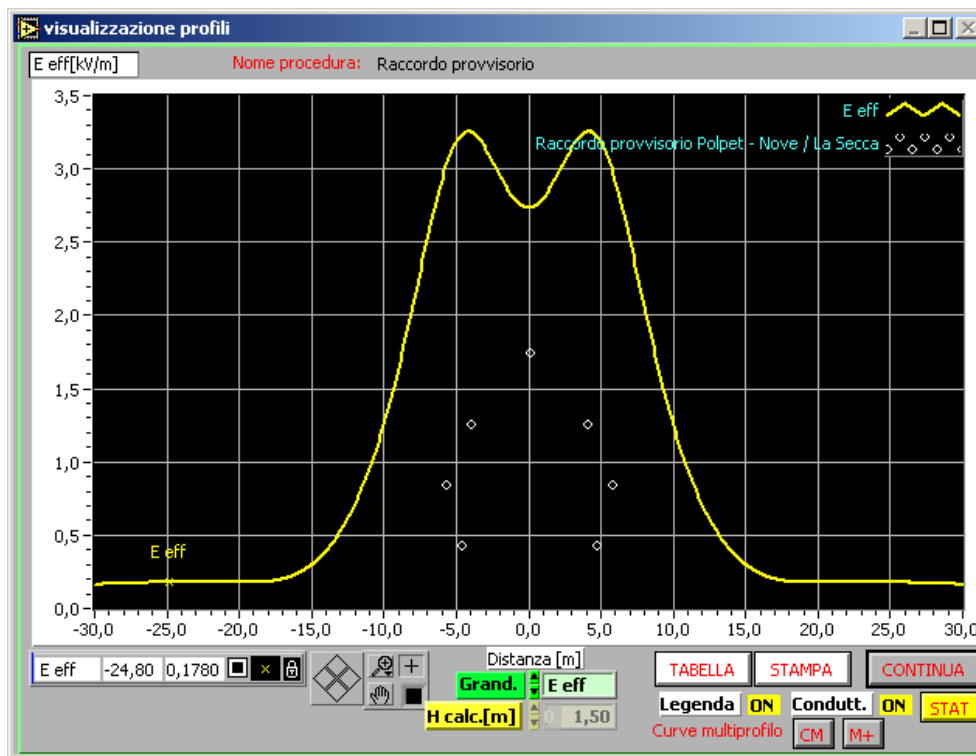
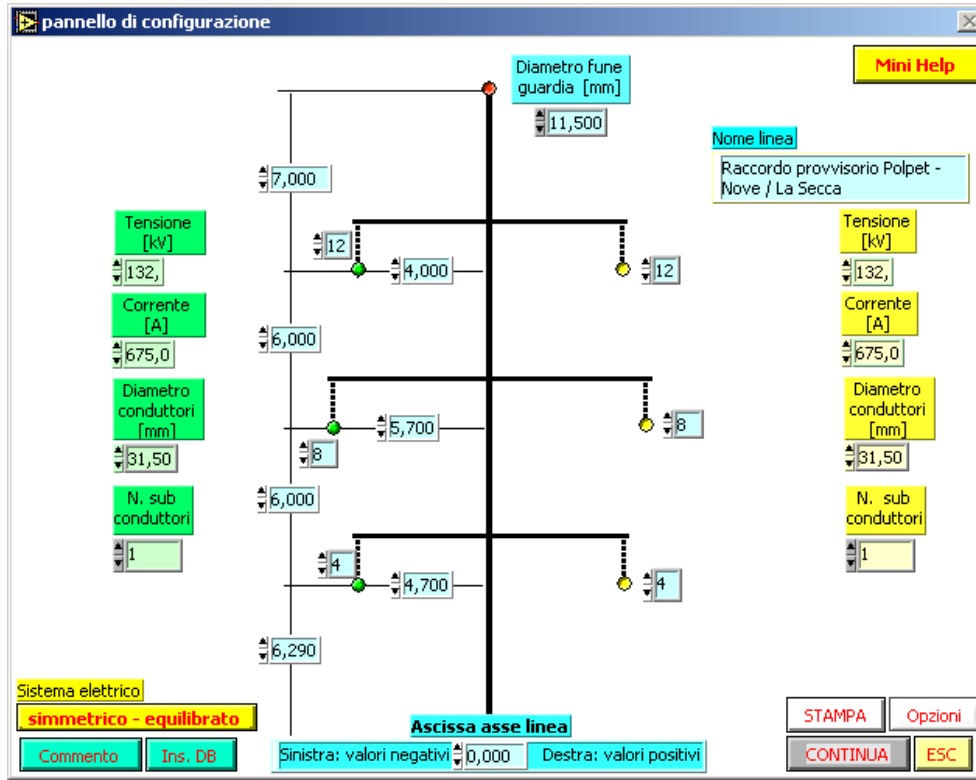


Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "Edt" (una sola terna impiegata)



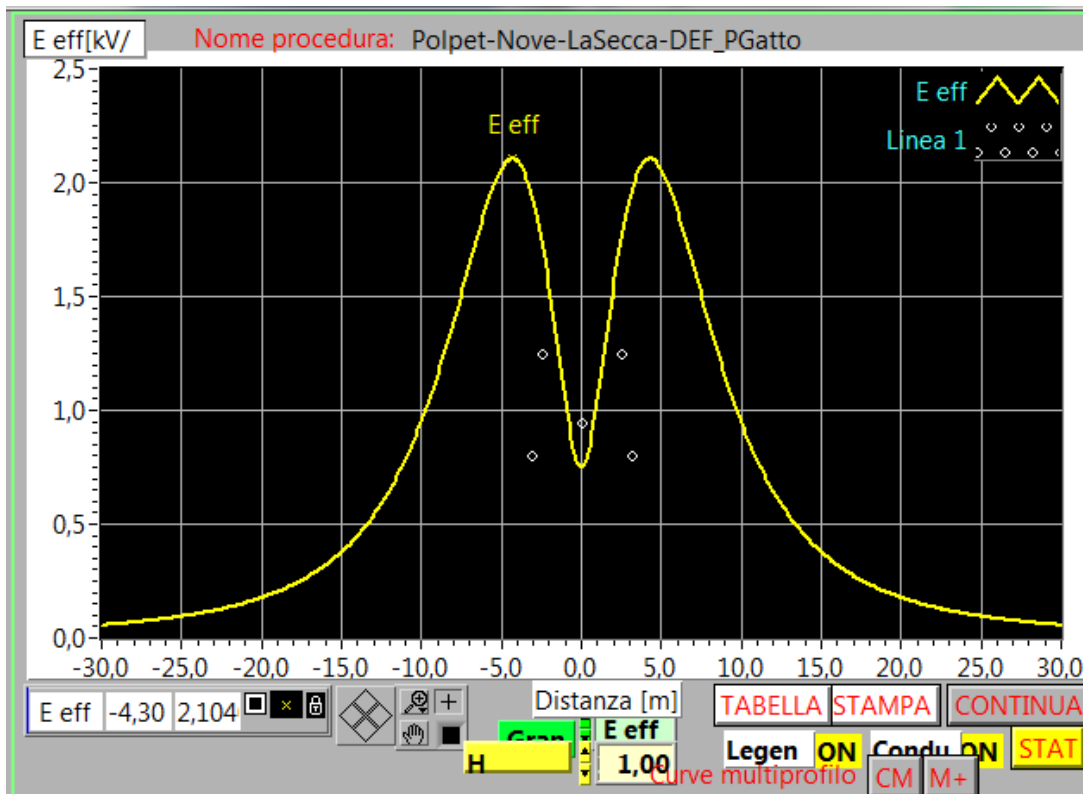
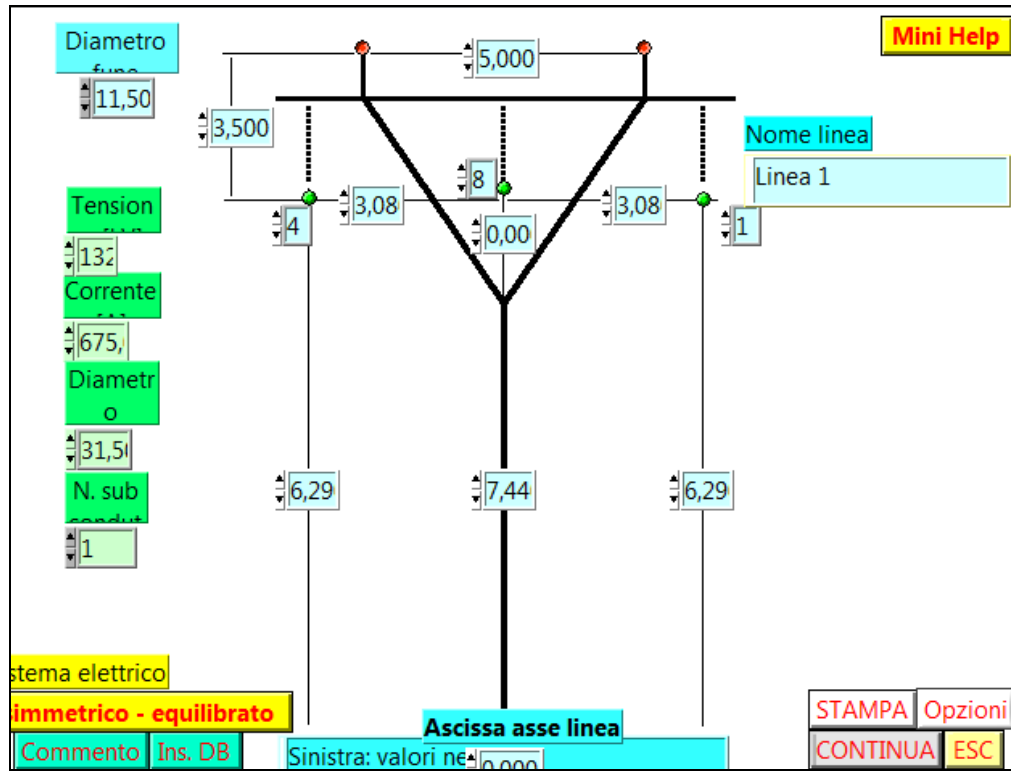
Raccordo provvisorio 132 kV Polpet - Nove / Polpet - La Secca

Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno DT

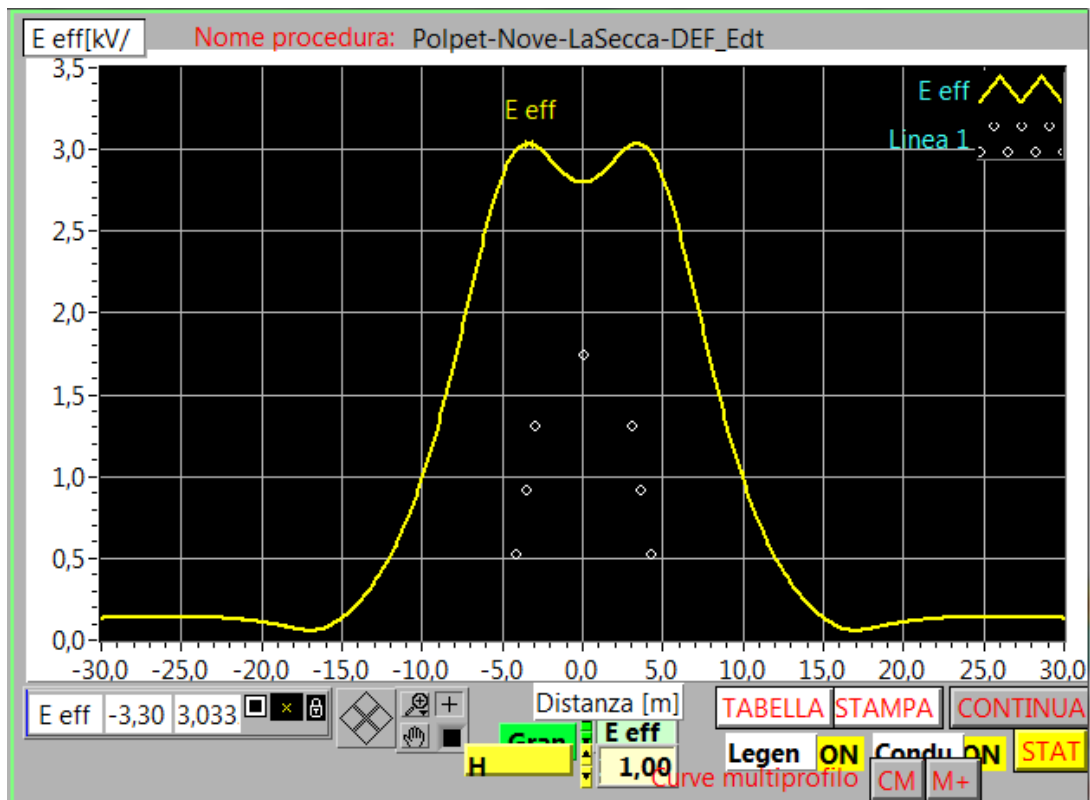
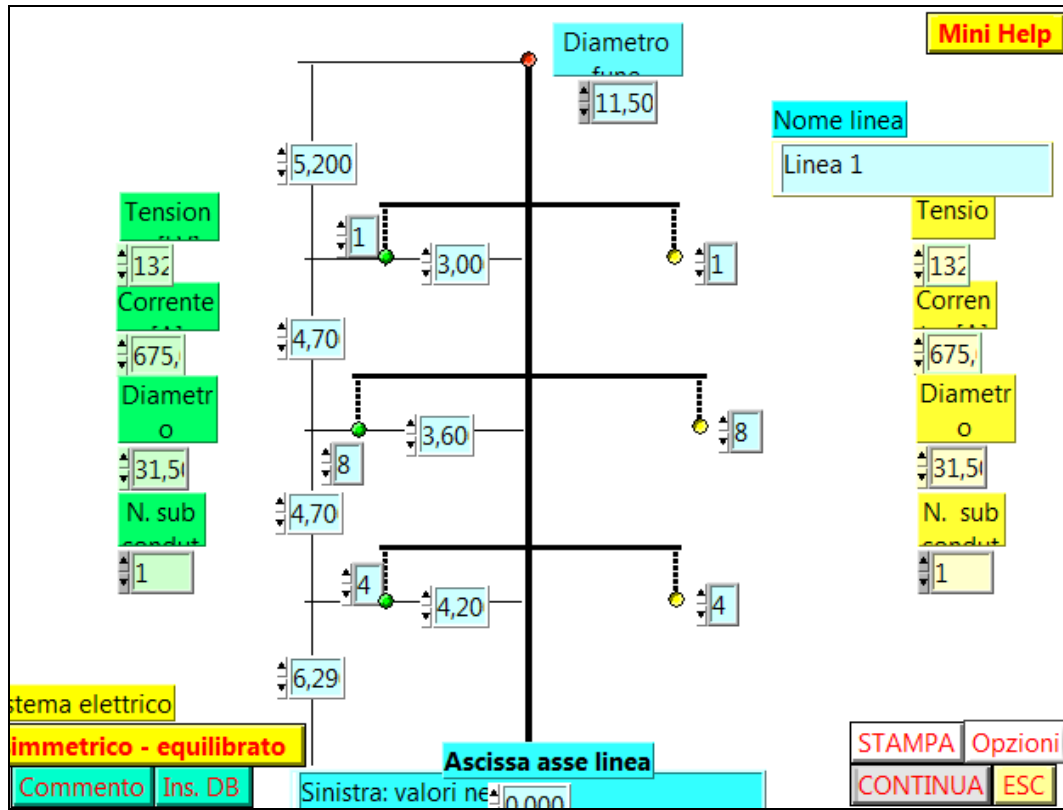


Raccordo definitivo 132 kV Polpet - Nove / Polpet - La Secca

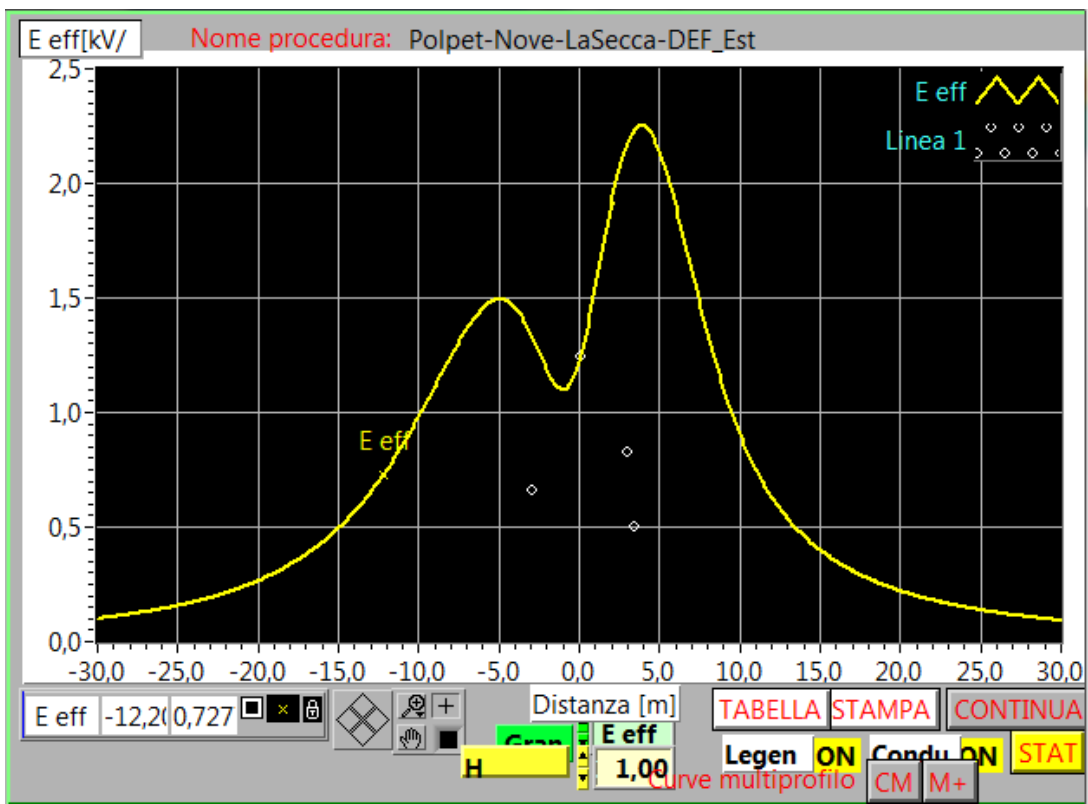
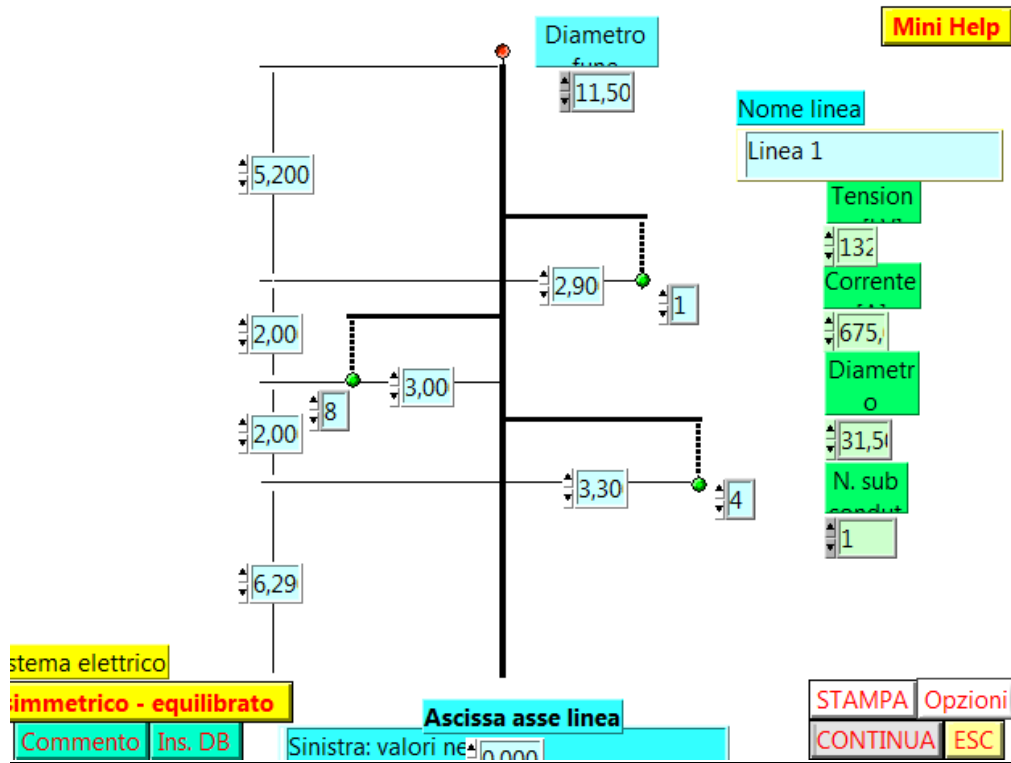
Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del "Palo Gatto"



Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "Edt"

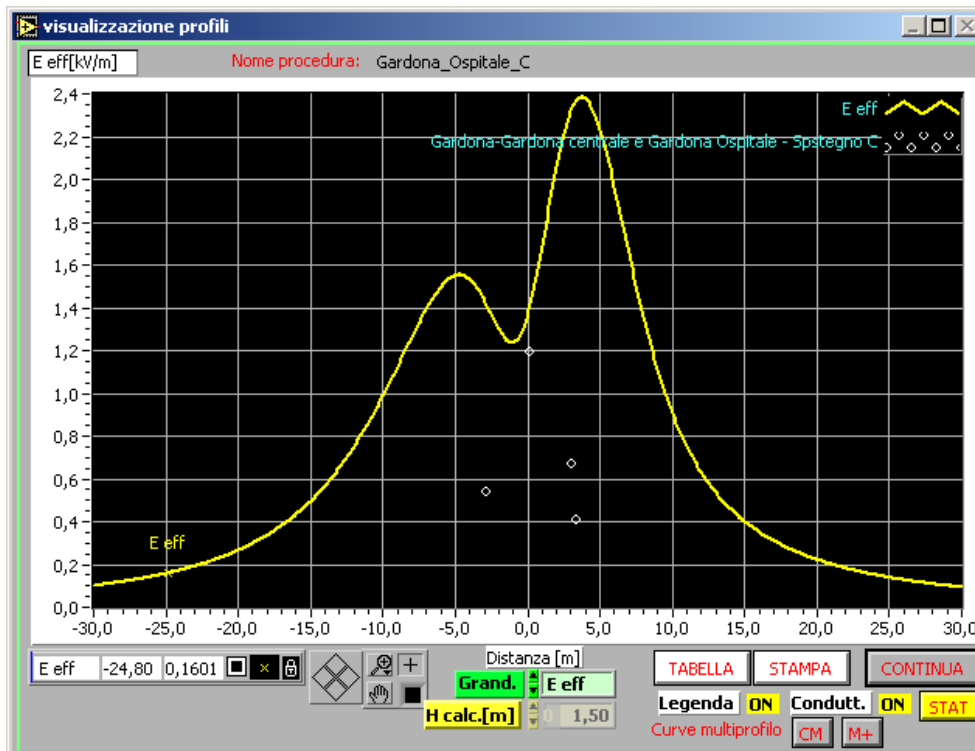
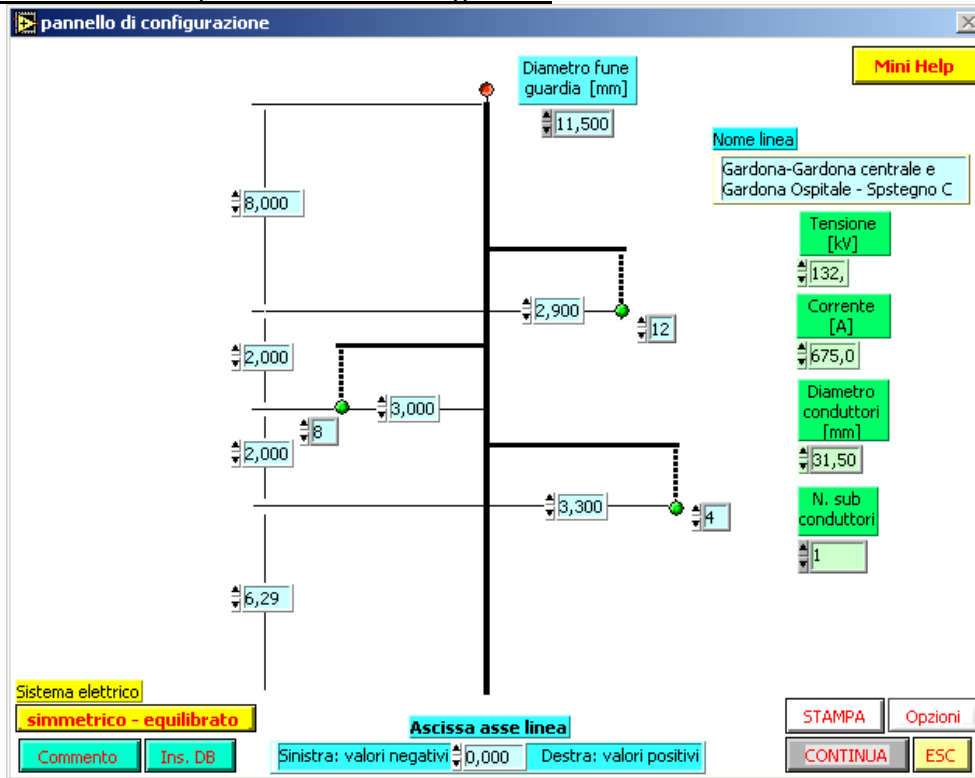


Calcolo del campo elettrico in corrispondenza del sostegno "Est"

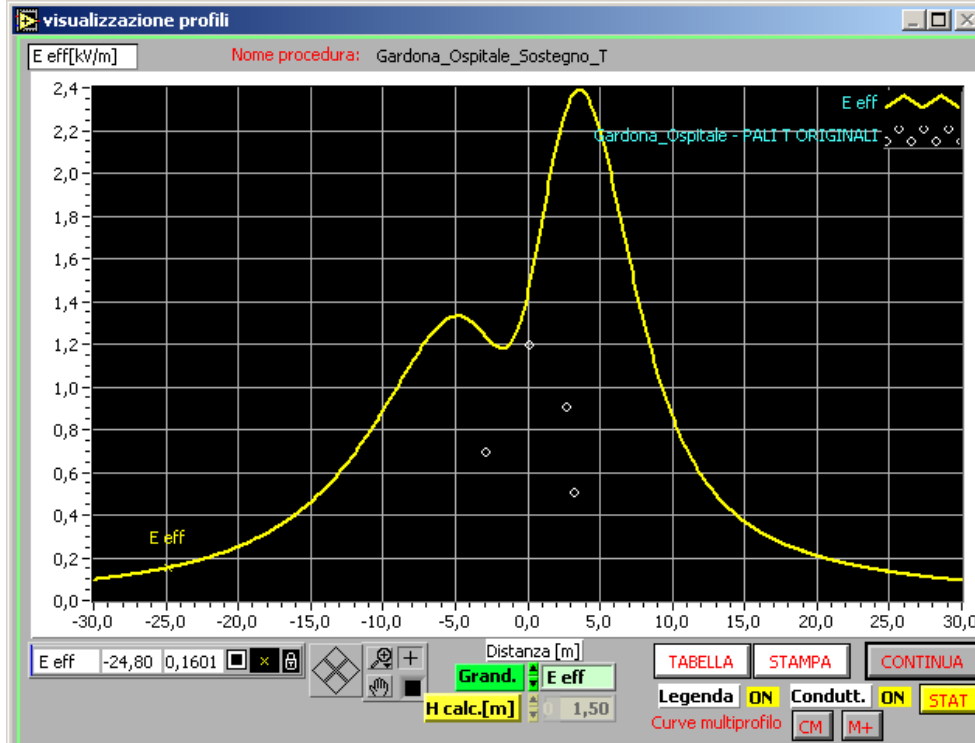
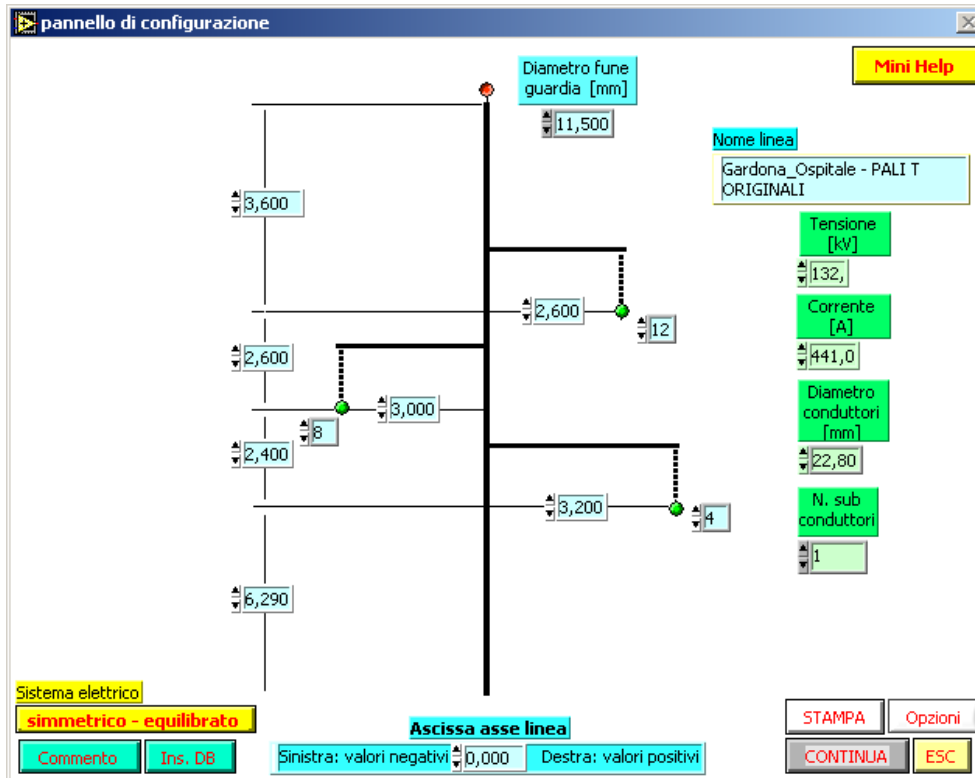


Linee Gardona-Gardona centrale e Gardona-Ospitale

Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "C"



Campo elettrico in corrispondenza del sostegno "T" esistente



Calcolo fascia DPA in corrispondenza del sostegno "MY"

