


**Variante mista aereo-cavo all'elettrodotto aereo 132 kV "Preci -  
Visso" dal sostegno 13 alla CP Visso**

**RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

**ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva**




00	15.06.2017	Prima emissione	S. Ottobre DTCS-PRI-LI	S. Madonna DTCS-PRI-LI	A. Limone DTCS-PRI
Rev.	Data	Descrizione revisione	Elaborato	Verificato	Approvato

 <small>T E R N A   G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	CODIFICA <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		REV. 00 DEL 15/06/2017	PAGINA <b>2</b> DI 15

## INDICE


1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA VIGENTE E FASCE DI RISPETTO.....	4
3	IPOTESI DI CALCOLO TRATTO AEREO.....	5
3.1	Caratteristiche degli elettrodotti.....	5
3.2	Schemi dei sostegni.....	5
3.3	Valori di corrente utilizzati nell'analisi.....	5
4	VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO TRATTO AEREO .....	6
5	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRATTO AEREO .....	7
5.1	Individuazione e analisi dei ricettori sensibili .....	8
6	IPOTESI DI CALCOLO TRATTO IN CAVO INTERRATO.....	9
6.1	Caratteristiche dell'elettrodotto in cavo interrato.....	9
6.2	Schemi dei sostegni.....	9
6.3	Valori di corrente utilizzati nell'analisi.....	10
7	VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO TRATTO IN CAVO INTERRATO.....	11
8	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRATTO IN CAVO INTERRATO .....	11
8.1	Individuazione e analisi dei ricettori sensibili .....	13
9	CONCLUSIONI .....	15

 <small>T E R N A G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	<small>CODIFICA</small> <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		<small>REV. 00</small> <small>DEL 15/06/2017</small>	<small>PAGINA 3 DI 15</small>

## 1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è l'analisi dell'andamento del campo elettrico e magnetico nell'intorno del tracciato della variante mista aereo-cavo all'elettrodotto aereo 132 kV "Preci - Visso" dal sostegno 13 alla CP Visso.

Tale relazione, allegata al Piano Tecnico delle Opere, si accompagna inseparabilmente alla documentazione relativa al progetto ed in particolare alla Relazione Tecnica Illustrativa Doc. n. "RU23785B1BEV00011", che descrive l'opera nel suo complesso, le scelte tecniche e progettuali che hanno condotto alla definizione del tracciato di variante illustrato in planimetria "DU23785B1BEV00013".

 <small>T E R N A   G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	CODIFICA <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		REV. 00 DEL 15/06/2017	PAGINA <b>4</b> DI 15

## 2    **NORMATIVA VIGENTE E FASCE DI RISPETTO**

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del **DPCM 8 luglio 2003**, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni 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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione:** 10  $\mu$ 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  $\mu$ 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.

Per “**fasce di rispetto**” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3  $\mu$ T, 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 D.P.C.M. 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.

Per le strutture situate all'interno della fascia di rispetto, si riportano gli esiti della valutazione puntuale tridimensionale effettuata dei valori di campo di induzione magnetica per verificare il rispetto dei limiti prescritti dalla normativa in vigore.

### 3 IPOTESI DI CALCOLO TRATTO AEREO

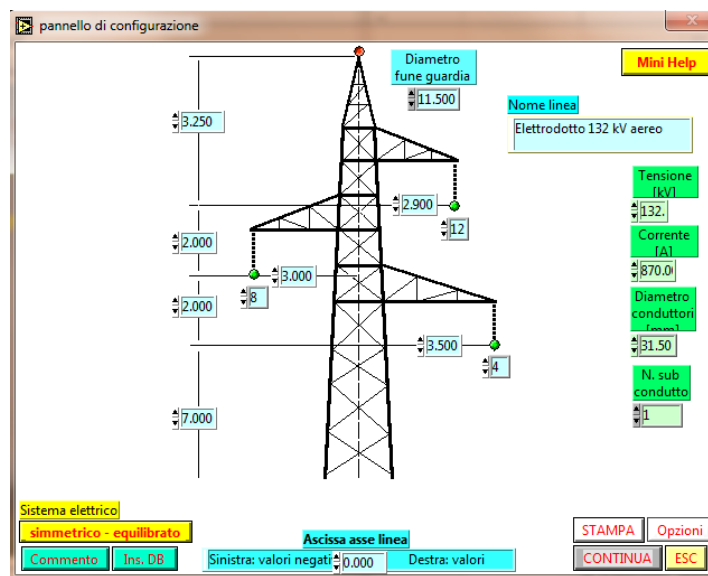
#### 3.1 Caratteristiche degli elettrodotti

I sostegni adoperati per la realizzazione del tratto aereo della variante in argomento saranno della serie 150 kV troncopiramidale in semplice terna.

#### 3.2 Schemi dei sostegni

In questa sezione si riporta lo schema della tipologia di sostegni da installare, utilizzato per il calcolo della distanza di prima approssimazione per il tratto aereo.

La configurazione utilizzata nella simulazione prevede un'altezza dei conduttori dal terreno di 7 m (approssimazione per eccesso del franco verso terra previsto dalla normativa in vigore), in modo che le valutazioni vengano fatte nelle ipotesi maggiormente conservative (vedi figura 1).



**Figura 1**

#### 3.3 Valori di corrente utilizzati nell'analisi

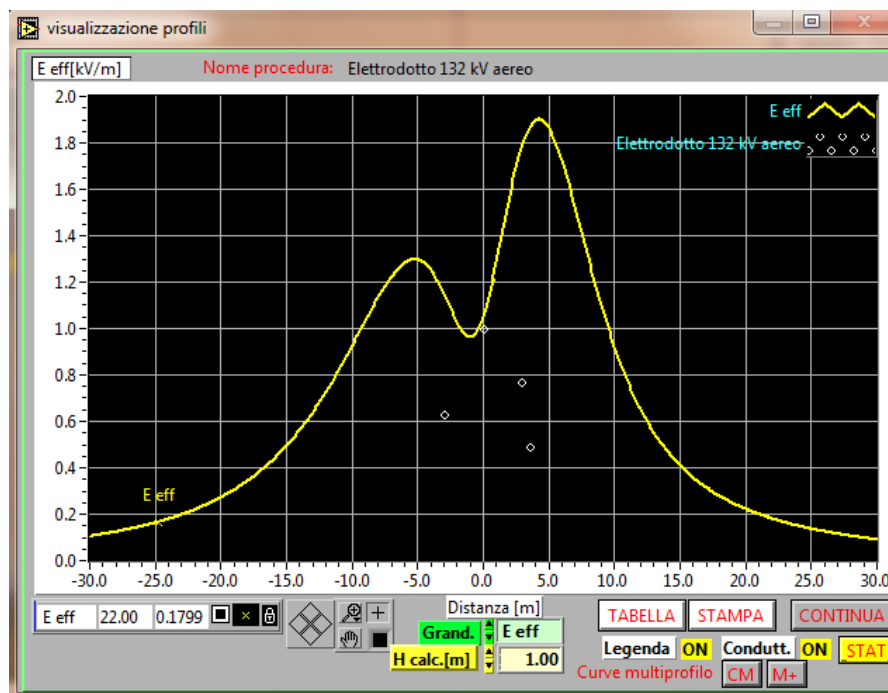
Il calcolo della DpA e dei valori puntuali del Campo Magnetico (in corrispondenza di eventuali recettori), è stato condotto considerando un valore di corrente pari a 870 A, corrispondente alla portata del "conduttore standard" definito dalla Norma CEI 11-60 nel periodo freddo in zona A. Questa scelta è stata effettuata per un'analisi maggiormente cautelativa essendo la variante all'elettrodotto quasi completamente situata in zona B, per la quale la norma CEI 11-60 stabilisce delle portate più basse.

## 4 VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO TRATTO AEREO

La valutazione del campo elettrico al suolo è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Vers 4.0" sviluppato per T.E.R.N.A. da CESI.

La metodologia di calcolo di tale software utilizzata per i calcoli dei campi elettromagnetici, è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili sia per le linee aeree che per quelle in cavo. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi, in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase, sono rappresentati dalle somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo.

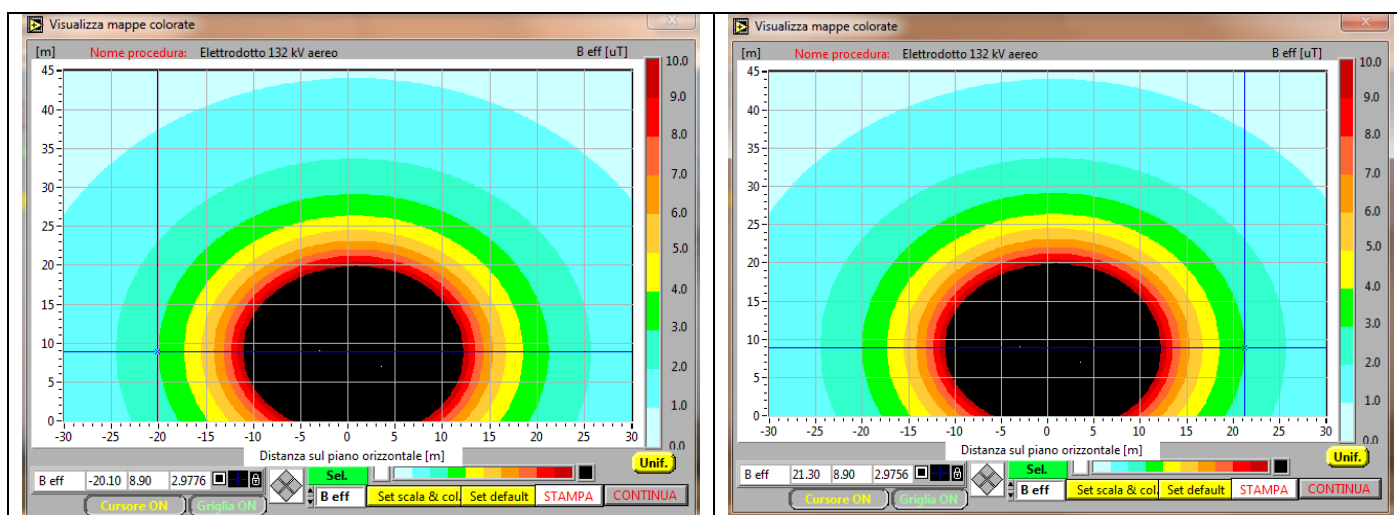
Come si evince dalla figura 2, per l'intervento di variante mediante l'utilizzo di una geometria a 150 kV, il valore del campo elettrico è **sempre inferiore al limite previsto** dal DPCM 08/07/03 fissato in **5 kV/m**.



**Figura 2**

## 5 VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRATTO AEREO

Per la definizione della DpA nelle condizioni di assenza di interferenze (parallelismi, incroci, deviazioni, ecc..) e cioè in condizioni indisturbate è stato utilizzato invece, così come per il campo elettrico, il programma “EMF Vers 4.0” sviluppato per T.E.R.NA. da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4 ed in conformità a quanto disposto dal DPCM 08/07/03.



Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico Sost. 150 kV ST:

**DPA SX= 20,10 m**

Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico Sost. 150 kV ST:


**DPA DX= 21,30 m**

Ponendosi nelle ipotesi maggiormente conservative **il valore della DPA** considerato per effettuare le analisi sui campi magnetici è pari a **22 metri**.

Tale distanza di prima approssimazione viene ricavata secondo la metodologia indicata nel Decreto 29 Maggio 2008 come di seguito indicato:

- Calcolo della fascia di rispetto (volume attorno all'elettrodotto entro il quale si hanno valori superiori a 3  $\mu$ T);
- Proiezione al suolo della fascia di rispetto.

La rappresentazione di tale distanza di prima approssimazione è riportata nelle planimetria in scala 1:2000 allegata, Doc n. DU23785B1BEV00052.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	CODIFICA <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		REV. 00 DEL 15/06/2017	PAGINA <b>8</b> DI 15

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

### **5.1 Individuazione e analisi dei ricettori sensibili**

A seguito della definizione della distanza di prima approssimazione, non sono stati individuati recettori sensibili ricadenti all'interno della stessa, come evidenziato nella Planimetria costituente il PTO Doc n. "DU23785B1BEV00052".



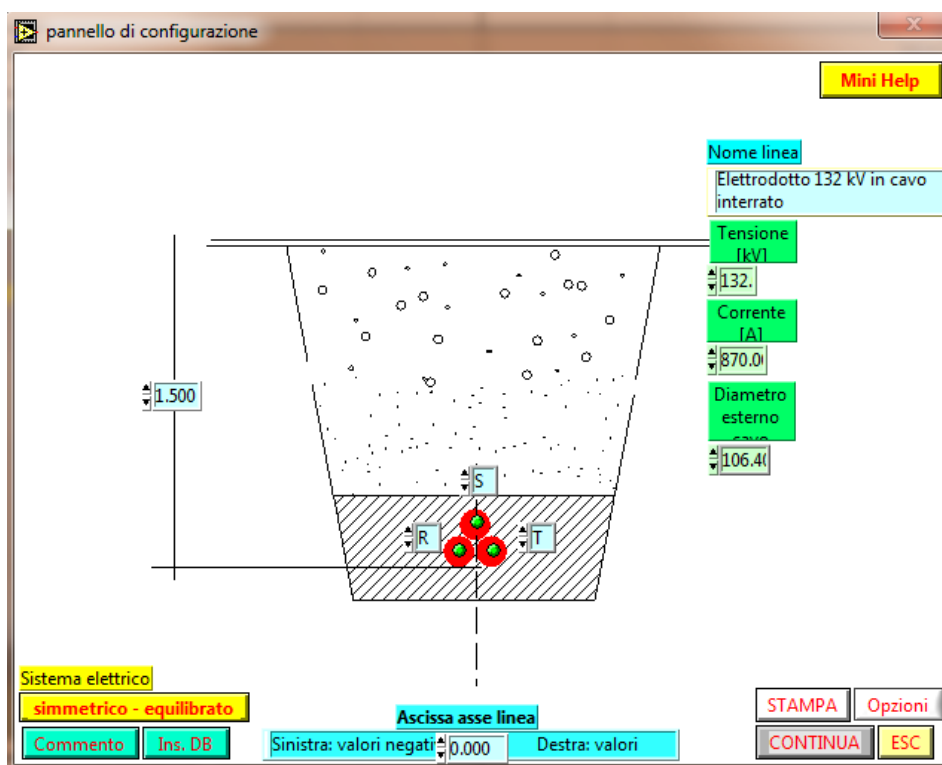
## 6 IPOTESI DI CALCOLO TRATTO IN CAVO INTERRATO

### 6.1 Caratteristiche dell'elettrodotto in cavo interrato

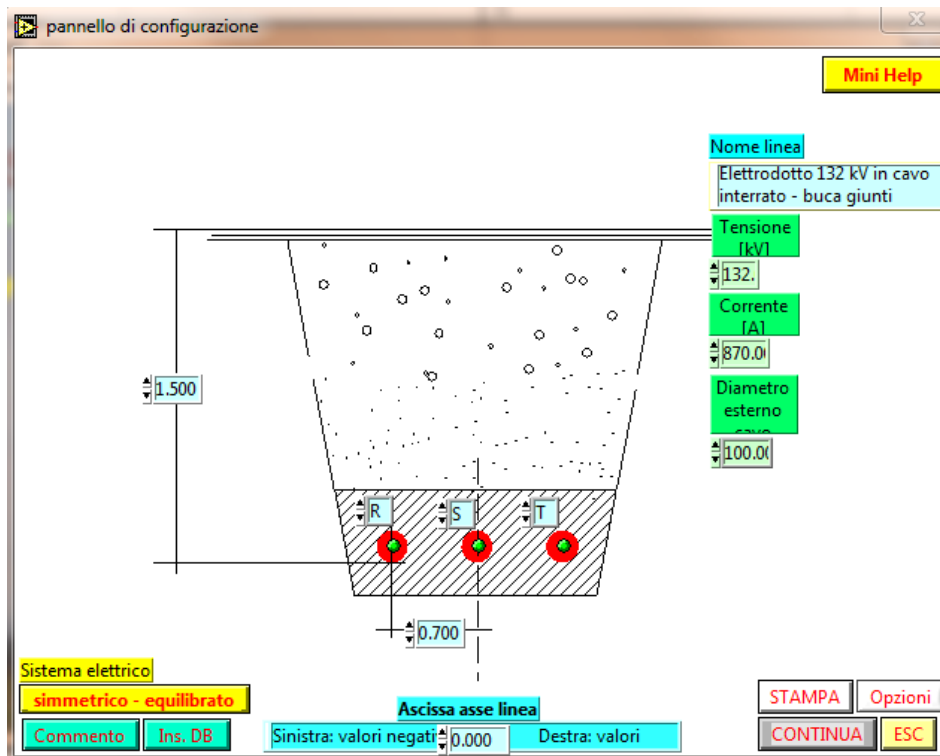
Il tratto in cavo interrato dell'elettrodotto in variante sarà costituito da una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1600 mm<sup>2</sup>.

### 6.2 Schemi dei sostegni

In questa sezione si riporta lo schema della tipologia di posa del cavo da installare, utilizzato per il calcolo della distanza di prima approssimazione per il tratto in cavo interrato (figura 3) e per le buche giunti (figura 4).




**Figura 3**



**Figura 4**

### 6.3 Valori di corrente utilizzati nell'analisi

Il calcolo della DpA e dei valori puntuali del Campo Magnetico (in corrispondenza di eventuali recettori), è stato condotto considerando un valore di corrente pari a 870 A, corrispondente alla portata del “conduttore standard” definito dalla Norma CEI 11-60 nel periodo freddo in zona A. Questa scelta è stata effettuata per un’analisi maggiormente cautelativa essendo la variante all’elettrodotto quasi completamente situata in zona B, per la quale la norma CEI 11-60 stabilisce delle portate più basse.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	CODIFICA <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		REV. 00 DEL 15/06/2017	PAGINA <b>11</b> DI 15

## 7 VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO TRATTO IN CAVO INTERRATO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

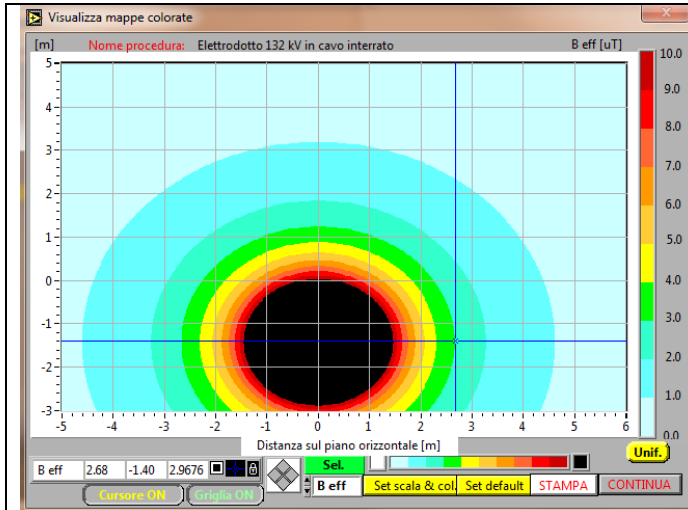
Non si riporta rappresentazione del calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, **poiché il campo elettrico esterno al cavo è nullo.**

## 8 VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRATTO IN CAVO INTERRATO

Per il calcolo del campo magnetico è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.0" (o versione aggiornata), 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.

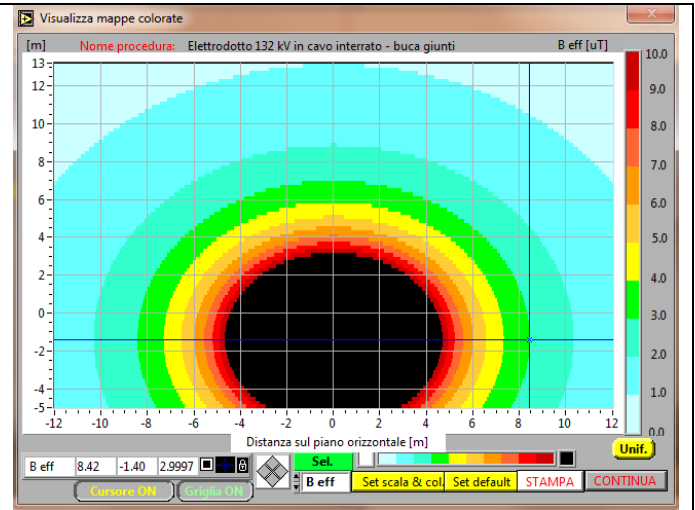
- i profili laterali visualizzano le curve dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione di linea in esame; l'asse delle ascisse del diagramma coincide con l'asse perpendicolare all'asse longitudinale della linea ed i valori espressi in metri indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento (coincidente con il punto d'intersezione tra l'asse delle ascisse e l'asse longitudinale dell'elettrodotto) mentre l'ordinata rappresenta il valore del campo calcolato per i punti situati ad una determinata altezza dal suolo, costante per ciascun diagramma.
- le mappe verticali rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse longitudinale dell' elettrodotto in esame; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza orizzontale rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento suddetto, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

Si riportano di seguito i valori delle DPA ottenute per la configurazione di posa del cavo e per le buche giunti.



Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico tratto in cavo interrato 132 kV:

**DPA= 2,68 m**



Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico buca giunti 132 kV:

**DPA = 8,42 m**

La rappresentazione della mappa verticale in corrispondenza di una sezione del cavo evidenzia che i valori dell'induzione magnetica superano il limite di  $3 \mu\text{T}$  solo per distanze dall'asse della terna di cavi inferiori a 2,68 m.

Ciò consente di valutare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) dall'asse dell'elettrodotto che, approssimata all'intero superiore, **risulta pari a 3 metri**.

La rappresentazione della mappa verticale in corrispondenza di una sezione della buca giunti evidenzia che i valori dell'induzione magnetica superano il limite di  $3 \mu\text{T}$  solo per distanze dall'asse della terna di cavi inferiori a 8,42 m.


Ciò consente di valutare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) in corrispondenza delle buche giunti che, approssimata all'intero superiore, **risulta pari a 9 metri**.

Fermo restando che **la collocazione delle buche giunti è indicativa** ed in fase di progettazione esecutiva potrebbe essere suscettibile di variazioni, occorre evidenziare che mediante utilizzo di adeguate schermature (canalette schermanti o loop passivi), si riuscirà sempre ad ottenere la riduzione dell'ampiezza della fascia DPA ad almeno 6 m per lato dall'asse dell'elettrodotto, nel caso delle buche giunti, ed ad almeno 1,5 m per lato dall'asse del tracciato del cavo interrato.

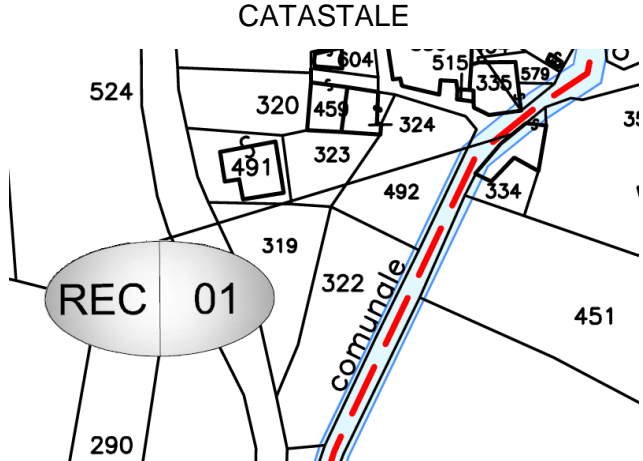
### 8.1 Individuazione e analisi dei ricettori sensibili

A seguito della definizione della distanza di prima approssimazione, sono state individuate alcune strutture ricedenti all'interno della stessa, come evidenziato nella Planimetria costituente il PTO Doc n. "DU23785B1BEV00052".

CARATTERISTICHE STRUTTURA		
STRUTTURA		<b>REC-1</b>
COMUNE		VISSO
UBICAZIONE	(campate)	B.G. 2 – B.G. 3
DESTINAZIONE D'USO		Casa inabitabile
STATO CONSERVAZIONE		Demolito a seguito evento sismico
Ascissa - X	WGS84 33N	343511.9466
Ordinata - Y	WGS84 33N	4756328.5761
QUOTA SUOLO	[m]	654.80
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	1.12
FUORI ASSE	[m]	1.16
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[ $\mu$ T]	<b>B &lt; 3 <math>\mu</math>T</b>



CATASTALE



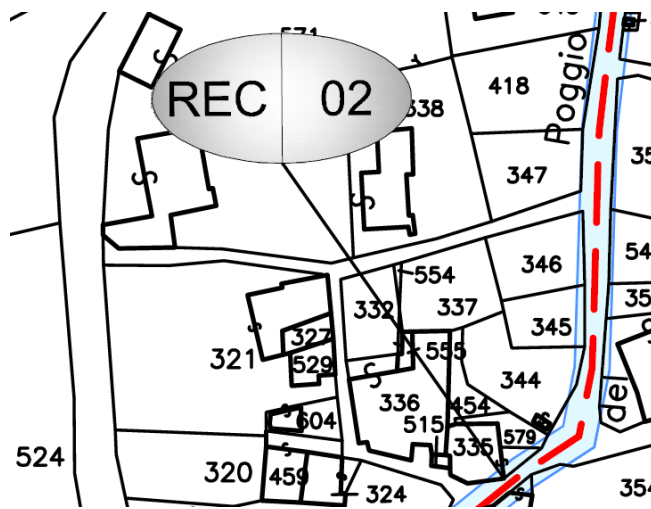
L'UTILIZZO DI CANALETTE SCHERMANTI,  
ALL'INTERNO DELLA TRINCEA CONTENENTE  
IL CAVO, CONSENTE IL RISPETTO  
DELL'OBIETTIVO DI QUALITA'

**CARATTERISTICHE STRUTTURA**


STRUTTURA		<b>REC-2</b>
COMUNE		VISSO
UBICAZIONE	(campate)	B.G. 2 – B.G. 3
DESTINAZIONE D'USO		Casa inabitabile
STATO CONSERVAZIONE		Gravemente lesionato a seguito evento sismico
Ascissa - X	WGS84 33N	343515.9687
Ordinata - Y	WGS84 33N	4756325.8964
QUOTA SUOLO	[m]	654.80
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	9.90
FUORI ASSE	[m]	1.30
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[ $\mu$ T]	<b>B &lt; 3 <math>\mu</math>T</b>



**CATASTALE**



L'UTILIZZO DI CANALETTE SCHERMANTI,  
ALL'INTERNO DELLA TRINCEA CONTENENTE  
IL CAVO, CONSENTE IL RISPETTO  
DELL'OBIETTIVO DI QUALITA'

 <small>T E R N A   G R O U P</small>	<b>RELAZIONE</b>  <b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	CODIFICA <b>RU23785B1BEV00051</b>	
		REV. 00 DEL 15/06/2017	PAGINA <b>15</b> DI 15

## 9 CONCLUSIONI

A seguito della definizione della distanza di prima approssimazione per l'opera in autorizzazione:

- per il tratto in aereo non sono stati individuati ricettori ricadenti all'interno della stessa;
- per il tratto in cavo interrato l'obiettivo di qualità è rispettato su entrambe le strutture ricadenti all'interno della DpA mediante l'utilizzo di canalette schermanti.

Si precisa che in fase di progettazione preliminare non è possibile definire la posizione esatta delle buche giunti e dell'asse del futuro cavidotto; resta inteso pertanto che, qualora in fase di progettazione esecutiva la presunta collocazione dell'asse e/o delle buche giunti dovesse essere modificata, comportando l'intersezione tra i corridoi di prima approssimazione ed eventuali recettori sensibili, si procederà a determinare puntualmente le fasce ed eventualmente a prevedere gli opportuni sistemi di mitigazione del campo magnetico.

In conclusione, dalle valutazioni effettuate, si conferma che il tracciato di variante, sia nel tratto aereo che nel tratto in cavo interrato, è stato studiato in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- il valore del **campo elettrico** è sempre inferiore al limite fissato in 5 kV/m
- il valore del **campo di induzione magnetica**, in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni, aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) è sempre inferiore a 3  $\mu$ T.