

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO DEFINITIVO

PREDIZIONE DEI LIVELLI DI CAMPO MAGNETICO A FREQUENZA INDUSTRIALE NELLE S.S.E. ARQUATA A.C., CASTAGNOLA A.C., CORVI A.C., NOVI LIGURE A.C.

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.		SCALA: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE ORDINE INGEGNERI DI MILANO n. 1548 Ettore Pagani	Consorzio COCV Ing. G. Guagnozzi Project Manager			
Data:	Data:			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
A 3 0 1	0 0	D	CV	1 R	SE 0 0 0 0	K 0 4	B	0 0 1 di 0 4 4

CONSORZIO SATURNO	VISTO CONSORZIO SATURNO	
	Firma	Data
		0 2 LUG. 2012

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE	MUSELLA	07/06/05	MANTA	07/06/05	FASCIOLO	07/06/06	
B	REV. A SEGUITO DI ISTR. AND.TV.0025915.12.U DEL 18-05-'12	ALBERTINI	25/06/12	MANTA	25/06/12	FAPPANI	25/06/12	

n. Elab.:	File: A301 00 DCV 1R SE0000 K04 B.DOC
	Cod. origine:
	CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Cooperatori ed Interessi Milanesi

CONSORZIO

SATURNO



Doc. N.

Progetto
A301

Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0000 K04

Rev
B

Foglio
2 di 44

INDICE

1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2. LA PROCEDURA DI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO	3
3. I PROFILI E LE MAPPE DI CAMPO MAGNETICO	4
4. I LIMITI DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISTI DALLE NORMATIVE	6
5. CONCLUSIONI	7
6. ALLEGATO 1	9
7. ALLEGATO 2	16

In grigio sono evidenziate le modifiche dell'attuale revisione rispetto al progetto del 2005.

PREDIZIONE DEI LIVELLI DI CAMPO MAGNETICO A FREQUENZA INDUSTRIALE NELLE S.S.E. ARQUATA A.C., CASTAGNOLA A.C., CORVI A.C., NOVI LIGURE A.C.

1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

A301.00.DCV.2L.SE0100.K01_C: SSE AC CORVI – LAYOUT E SEZIONI ELETTROMECCANICHE PIAZZALE SSE.
 A301.00.DCV.4A.SE0100.K01_C: SSE AC CORVI – SCHEMA ELETTRICO DI POTENZA.
 A301.00.DCV.2L.SE0200.K05_C: SSE AC CASTAGNOLA – LAYOUT E SEZIONI ELETTROMECCANICHE PIAZZALE SSE.
 A301.00.DCV.4A.SE0200.K01_C: SSE AC CASTAGNOLA – SCHEMA ELETTRICO DI POTENZA.
 A301.00.DCV.2L.SE0300.K01_C: SSE ARQUATA – LAYOUT E SEZIONI ELETTROMECCANICHE PIAZZALE SSE.
 A301.00.DCV.4A.SE0300.K01_C: SSE ARQUATA – SCHEMA ELETTRICO DI POTENZA.
 A301.00.DCV.2L.SE0400.K01_B SSE NOVI L. – LAYOUT E SEZIONI ELETTROMECCANICHE PIAZZALE SSE.
 A301.00.DCV.4A.SE0400.K01_B: SSE NOVI L. – SCHEMA ELETTRICO DI POTENZA.
 A301.00.DCV.1R.SE0000.K02_C: RELAZIONE TECNICA PER IL DIMENSIONAMENTO E LA VERIFICA DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE.

NOTE:

A livello nazionale, la Direttiva Europea emanata nel 2004 sulle “Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)” è stata recepita dal D.L. n°81 del 09/08/2008 e successive integrazioni. Nel D.L. sono stati confermati i limiti ammissibili per le esposizioni delle persone e addetti ai lavori prescritti nella Direttiva Europea; pertanto il contenuto della relazione riportato nella rev. A si mantiene ancora valido nella presente.

Da notare che l’adozione di moduli GIS per tutto il reparto AT delle sottostazioni (compresa la sbarra 132kV) ha il vantaggio di schermare ulteriormente i campi prodotti che pertanto risulteranno inferiori rispetto a quanto nel seguito calcolato.

2. LA PROCEDURA DI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

Il calcolo del campo magnetico a 50 Hz è eseguito nei piazzali delle S.S.E. di Arquata A.C., Castagnola A.C., Corvi A.C. e Novi Ligure A.C., infrastrutture ferroviarie della tratta A.V./A.C. Milano-Genova, terzo valico dei Giovi.

Per ciascuna S.S.E. si fa riferimento alla documentazione disponibile costituita dallo “Schema elettrico di potenza”, dal “Layout e sezioni elettromeccaniche piazzale S.S.E.” e dallo schema unifilare corredato dalle sezioni trasversali dei cunicoli cavi (Allegato 1 – schemi unifilari semplificati delle SSE).

Il “Layout e sezioni elettromeccaniche piazzale S.S.E.” consente di definire analiticamente il percorso delle linee trifasi sorgenti del campo magnetico.

Lo schema unifilare indica per ciascun tratto il valore efficace di corrente e la disposizione dei cavi nel cunicolo di ciascuna sezione.

I valori di corrente sono ricavati dalle simulazioni di traffico (doc. A301.00.DCV.1R.SE0000.K02). Per la SSE Castagnola, posta in e/e sulla linea RFI Trasta-Arquata S., si è sommato il carico della SSE RFI Ronco S. Ipotizzato pari a 8 MW.

Nella procedura di simulazione dell’impianto il percorso di ciascuna linea trifase è suddiviso nei seguenti tratti:

- a) arrivo S.S.E. – cunicolo cavi o linea aerea 132 kV - sbarre 132 kV;
- b) sbarre 132 kV – entrata 132 kV trasformatore di potenza;
- c) uscite 3 kV trasformatore di potenza – ingresso cunicolo cavi 3 kV;
- d) ingresso cunicolo cavi 3 kV – ingresso fabbricato 3 kV.

La lunghezza dei tratti a) e d) consente di trascurare l’effetto dei bordi alle terminazioni e quindi di adottare la rappresentazione bidimensionale del campo magnetico; peraltro si deve rilevare che tale ipotesi semplificativa determina valori più elevati di campo e quindi può essere definita cautelativa.

Al contrario i tratti b) e c), di lunghezza limitata, richiedono la simulazione tridimensionale. Nella simulazione dei componenti blindati presenti nel tratto b) la mancanza dei necessari dati analitici non consente di considerare la presenza dei tubi di rivestimento di acciaio: di conseguenza l’assenza dell’effetto schermante prodotto dai tubi determina più elevati valori del campo magnetico esterno. La configurazione semplificata è comunque cautelativa nelle stima dei valori massimi di campo magnetico.

Il terreno è considerato dissipativo e pertanto nella simulazione non si tiene conto dei conduttori immagine che risultano molto distanti dal piano di riferimento.

Le fasi dei cavi presenti nello stesso cunicolo sono disposte in modo da individuare la configurazione che generi i livelli più bassi di induzione magnetica alla superficie del terreno. In base al criterio generale adottato, ai cavi in posizione ravvicinata vengono attribuite le fasi che presentano tra loro lo sfasamento più elevato.

Per le configurazioni considerate si presentano i profili trasversali e le mappe di induzione magnetica (Allegato 2).

Il calcolo del campo magnetico è eseguito utilizzando i codici Maxwell 2D e 3D basati sul metodo numerico agli elementi finiti.

3. I PROFILI E LE MAPPE DI CAMPO MAGNETICO

I profili trasversali e le mappe di campo magnetico sono calcolati alla superficie del terreno per le linee in cavo interrate e ad 1 m sul terreno per la linea aerea della S.S.E. di Novi, per le sezioni indicate in tabella I relative ai seguenti tratti:



- a) arrivo S.S.E. – cunicolo cavi o linea aerea 132 kV - sbarre 132 kV;
 d) ingresso cunicolo cavi 3 kV – ingresso fabbricato 3 kV.

Tabella I – Sezioni dei cunicoli cavi e della linea aerea.

S.S.E. ARQUATA	S.S.E. CASTAGNOLA	S.S.E. CORVI	S.S.E. NOVI LIGURE
Sezione	Sezione	Sezione	Sezione
1'-1'	1 - 1	1 - 1	linea aerea
2'-2'	2' - 2'	2 - 2	2' - 2'
3 -3	3 - 3	-	-
4 -4	4 - 4	-	4 - 4

Le mappe di induzione magnetica nella sezione trasversale dei cunicoli si riferiscono alla tipologia di configurazione cavi che presenta le maggiori intensità di corrente.

La simulazione tridimensionale nei tratti:

- b) sbarre 132 kV – entrata 132 kV trasformatore di potenza;
 c) uscite 3 kV trasformatore di potenza- ingresso cunicolo cavi;

è eseguita per la sezione A-A della sola S.S.E. Arquata che presenta valori di corrente più elevati rispetto alle altre sottostazioni di analoga configurazione geometrica.

In Allegato sono riportati i profili trasversali e le mappe di induzione magnetica calcolati per ciascuna configurazione considerata.

Nelle figure che mostrano i profili trasversali di induzione magnetica lungo l'asse x l'origine si trova al centro della base del cunicolo, e i cavi (fasi) occupano la stessa posizione rappresentata nella sezione del cunicolo.

Nelle figure relative alla sezione A-A della S.S.E. Arquata è rappresentato il sistema di assi cartesiani al quale devono essere riferiti i profili calcolati di induzione magnetica.

Si considerino i profili di induzione magnetica relativi alle disposizioni delle fasi nei cunicoli cavi per le quali il campo generato presenta i valori minori. Tali profili calcolati alla superficie del terreno per le linee in cavo e ad 1 m sul terreno per le linee aeree presentano i valori massimi riportati in tabella II.

Tabella II – Valori massimi di induzione magnetica nelle sezioni dei tratti a) e d).

SSE ARQUATA		SSE CASTAGNOLA		SSE CORVI		SSE NOVI LIGURE	
Sezione	B (μT)	Sezione	B (μT)	Sezione	B (μT)	Sezione	B (μT)
1'-1'	0.59	1 - 1	5.18	1 - 1	0.25	linea aerea	0.34
2'-2'	29.80	2' - 2'	23.40	2 - 2	18.77	2' - 2'	21.20
3 -3	167.00	3 - 3	134.00	-	-	-	-
4 -4	160.00	4 - 4	129.00	-	-	4 - 4	116.00



I profili di induzione magnetica calcolati nei tratti c) e d) della S.S.E. Arquata presentano l'induzione magnetica massima rispettivamente di 1.28 μT e 17.2 μT .

L'induzione magnetica calcolata nelle sezioni delle linee in cavo a 132 kV presenta valori molto bassi a causa della ridotta intensità di corrente: il valore più elevato di 5.18 μT si ha nella S.S.E. Castagnola, nella S.S.E. Arquata la configurazione dei cavi a trifoglio, la maggiore profondità del cunicolo e la presenza della piastra in CLS armato riducono l'induzione a 0.59 μT .

Anche il valore di induzione prodotto dalla linea aerea a 132 kV della sezione di Novi Ligure è molto basso sia per la ridotta corrente che per la distanza rispetto al punto di osservazione ad 1 metro sul terreno. A tale proposito si noti che i cavi nei cunicoli sono in posizione ravvicinata alla superficie del terreno e dunque potenzialmente in grado di generare nel punto di osservazione campi magnetici più elevati rispetto a quelli della linea aerea.

I livelli di induzione magnetica presentano evidentemente maggiori valori nelle sezioni dei cunicoli cavi a 3 kV nei quali si hanno correnti di maggiore intensità: il valore più elevato di 167 μT si ha nella S.S.E. Arquata.

L'induzione magnetica nei tratti compresi tra l'uscita dai trasformatori e gli ingressi ai cunicoli cavi presenta valori modesti nei punti di osservazione considerati ad 1 metro sul terreno.

4. I LIMITI DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISTI DALLE NORMATIVE

Il 23 marzo 2001 è entrata in vigore la "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". L'ambito di applicazione della legge comprende gli elettrodotti, gli impianti radioelettrici, le apparecchiature per usi civili (domestico e lavorativo), militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione della popolazione.

La legge introduce tre livelli di riferimento per il campo elettrico, il campo magnetico ed il campo elettromagnetico:

- a) limite di esposizione: valore definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione per l'esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- b) valore di attenzione: valore che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per almeno quattro ore, e che costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- c) obiettivo di qualità: valore che deve essere rispettato per nuovi impianti anche mediante l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per la progressiva riduzione dell'esposizione.

Il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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" è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 200 del 29 Agosto 2003.

Il decreto è stato emanato prendendo in considerazione la legge 36/01, il decreto del 23 aprile 1992 (Gazzetta ufficiale n.104, 6 maggio 1995), il decreto del 28 settembre 1995 (Gazzetta Ufficiale n.232, 4 ottobre 1995), la Raccomandazione Europea n.199 del 30 luglio 1999 e il parere del Consiglio Superiore della Sanità espresso nella seduta del 24 giugno 2002.

Il DPCM abroga il DPCM del 1992 e il DPCM del 1995, ha come campo di applicazione gli elettrodotti secondo la definizione: "l'elettrodotto è l'insieme delle linee aeree, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione".

Nel decreto vengono definiti i seguenti limiti di esposizione che non devono essere superati in nessun caso: 100 μT per il campo di induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci.

Nell' articolo 3 comma 2 si fissa a misura cautelare in luoghi di permanenza superiore alle 4 ore per il campo di induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore delle normali condizioni di esercizio.

L'articolo 4 (obiettivo di qualità), fissa nel caso di nuova realizzazione di un elettrodotto, in prossimità di centri abitativi il valore limite di 3 μT inteso come mediana dei valori nell' arco delle 24 ore delle normali condizioni di esercizio. Per gli elettrodotti esistenti l'obiettivo di qualità deve essere raggiunto nei modi e nei tempi stabiliti dai piani di risanamento.

Per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di 3 μT , alla portata di corrente in servizio normale (CEI 11-60) dell'elettrodotto che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'Ambiente ($V > 150$ kV) ed alle regioni ($V \leq 150$ kV). All'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore: tale prescrizione non è contenuta nel decreto ma è enunciata nella legge 36/01 art.4 comma 1 lettera h.

I gestori dovranno comunicare i dati per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto.

Si deve rilevare che non sono specificate le condizioni di esercizio dell'elettrodotto alle quali devono essere riferiti i limiti di esposizione, e alcune problematiche devono essere risolte per quanto concerne la determinazione delle fasce di rispetto.

Il DPCM estende il campo di applicazione della precedente normativa anche alle sorgenti di campo elettrico e magnetico, diverse dagli elettrodotti, aventi frequenza da 0 Hz a 100 kHz. Per tali tipologie di sorgenti rimanda all'insieme completo di restrizioni stabilite dalla Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 che riguarda la limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a frequenza compresa tra 0 Hz a 300 GHz. Essa è rivolta alla popolazione in generale e non anche ai lavoratori professionalmente esposti e adotta i limiti di campo elettromagnetico dell'ICNIRP.

Nell'aprile 2004 è stata emanata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio dell'Unione Europea, una Direttiva sulle "Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".

La Direttiva è basata sul lavoro di revisione scientifica svolto dall'ICNIRP e propone i limiti di campo riportati in tabella III per frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz.

Tabella III – Limiti di campo elettrico, di campo magnetico e di induzione magnetica nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 100 kHz per lavoratori (Direttiva Europea 2004).

<i>Intervallo di frequenza</i>	<i>Campo elettrico E (V/m)</i>	<i>Campo magnetico H (A/m)</i>	<i>Induzione magnetica B (μT)</i>
0-1 Hz	—	$1,63 \times 10^5$	2×10^5
1-8 Hz	20 000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$
8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$



0,025-0,82 kHz	500 / f	20 / f	25 / f
0,82-65 kHz	610	24,4	30,7
65-100 kHz	610	1600 / f	2000 / f

Note:

1. f come indicato nella colonna della gamma di frequenza.
2. per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco si ottengono moltiplicando i corrispondenti valori efficaci (rms) per $\sqrt{2}$ (=1,414). Per gli impulsi di durata t_p , la frequenza equivalente da applicarsi deve essere calcolata come $f = 1/(2t_p)$.

Alla frequenza di 50 Hz in base alla tabella III si ha il limite di induzione magnetica $B = 500 \mu\text{T}$.

4. CONCLUSIONI

I livelli di induzione magnetica calcolati nelle quattro S.S.E. presentano valori notevolmente inferiori al limite di $500 \mu\text{T}$ previsto dalla Direttiva Europea del 2004 per i lavoratori.

Il campo magnetico assume valori trascurabili lungo il perimetro esterno di ciascuna sottostazione: infatti l'impianto di bassa tensione con più elevate correnti è sufficientemente distante dallo stesso perimetro, mentre le linee di alta tensione più ravvicinate hanno correnti molto modeste.

Nei fabbricati a 3 kV C.C. non è stata eseguita l'analisi del campo magnetico in quanto le prevedibili correnti armoniche generate dal sistema di raddrizzamento producono livelli di induzione magnetica molto minori del limite di $500 \mu\text{T}$.

Nella procedura di calcolo viene adottata la rappresentazione bidimensionale per le linee aeree o interrate nei cavi cunicoli; nell'approccio tridimensionale si trascura la blindatura nei tratti compresi tra le sbarre di alta tensione e l'ingresso ai trasformatori. Entrambe le ipotesi semplificative sono cautelative ai fini della stima dei valori massimi di campo magnetico.

I valori di induzione magnetica sono calcolati alla superficie del terreno o ad 1 metro sul terreno nelle differenti tipologie di sezione delle sottostazioni: la scelta di tali punti di osservazione è suggerita dalle normative che fanno riferimento all'esposizione delle persone al campo elettromagnetico.

I valori di campo magnetico aumentano al diminuire della distanza del punto di osservazione dalla sorgente; tale situazione di esposizione dei lavoratori deve essere considerata in fase di manutenzione dell'impianto.

Ulteriori indagini potrebbero essere sviluppate sulla disposizione ottimale dei cavi nei cunicoli e sulle eventuali tecniche da adottare per la schermatura del campo magnetico.

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Costruttori Italiani

CONSORZIO

SATURNO



Doc. N.

Progetto
A301

Lotto
00

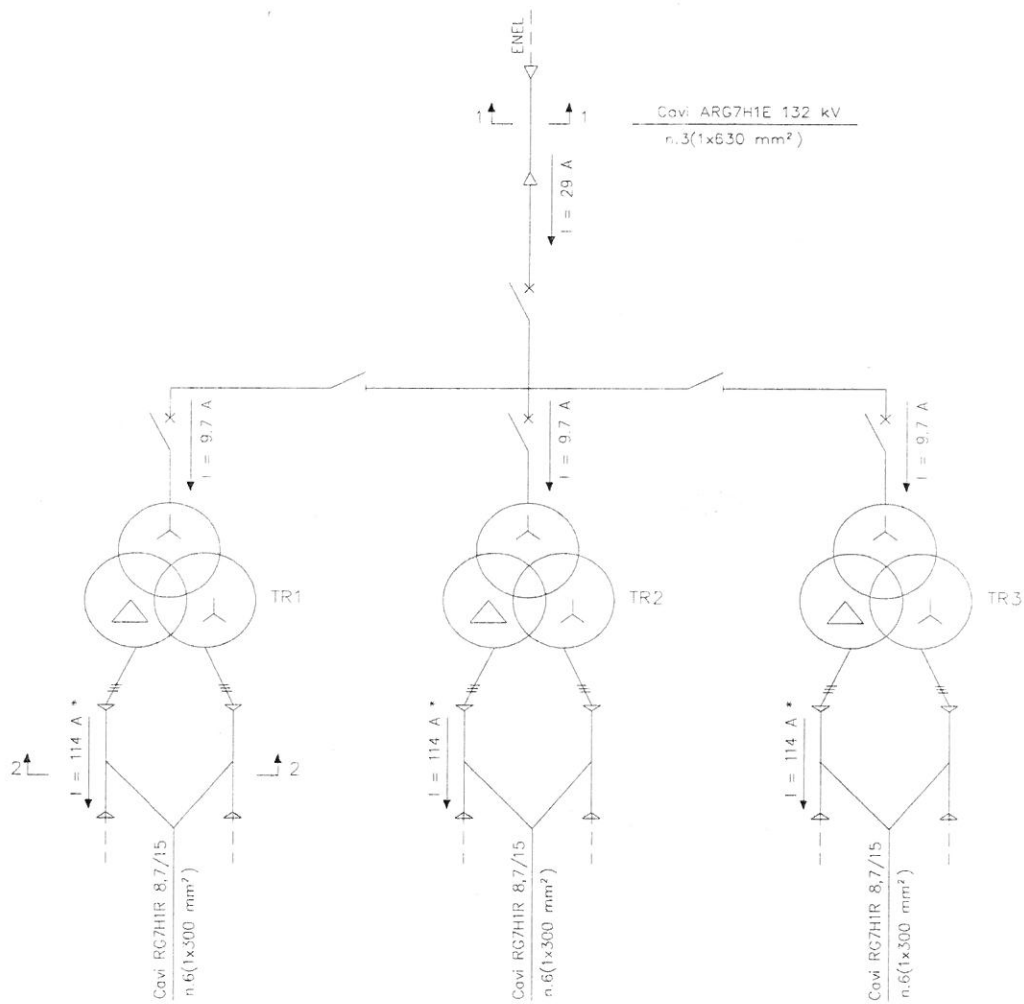
Codifica Documento
DCV 1R SE0000 K04

Rev
B

Foglio
9 di 44

ALLEGATO 1

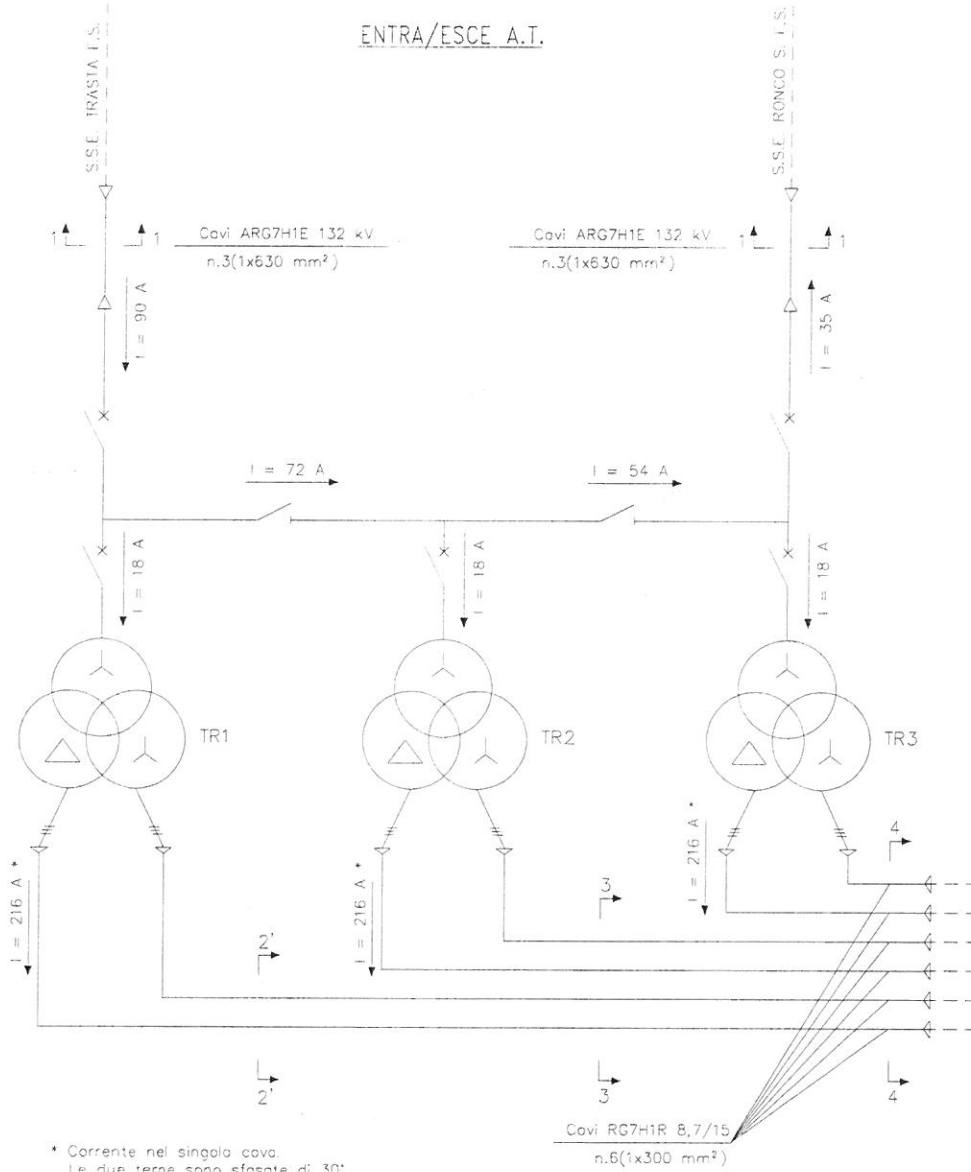
SCHEMI UNIFILARI SEMPLIFICATI E SEZIONI DEI CONDUTTORI

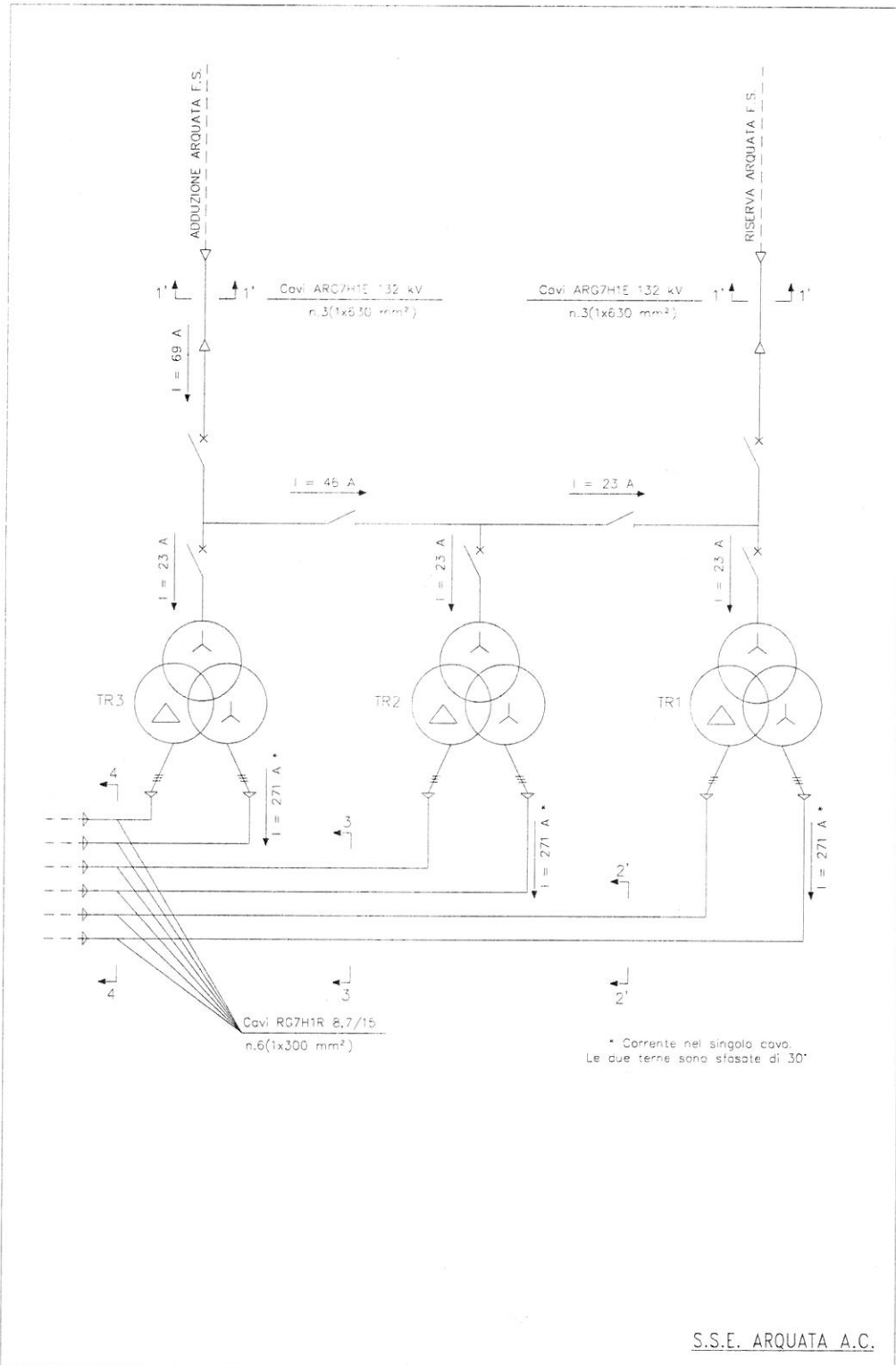


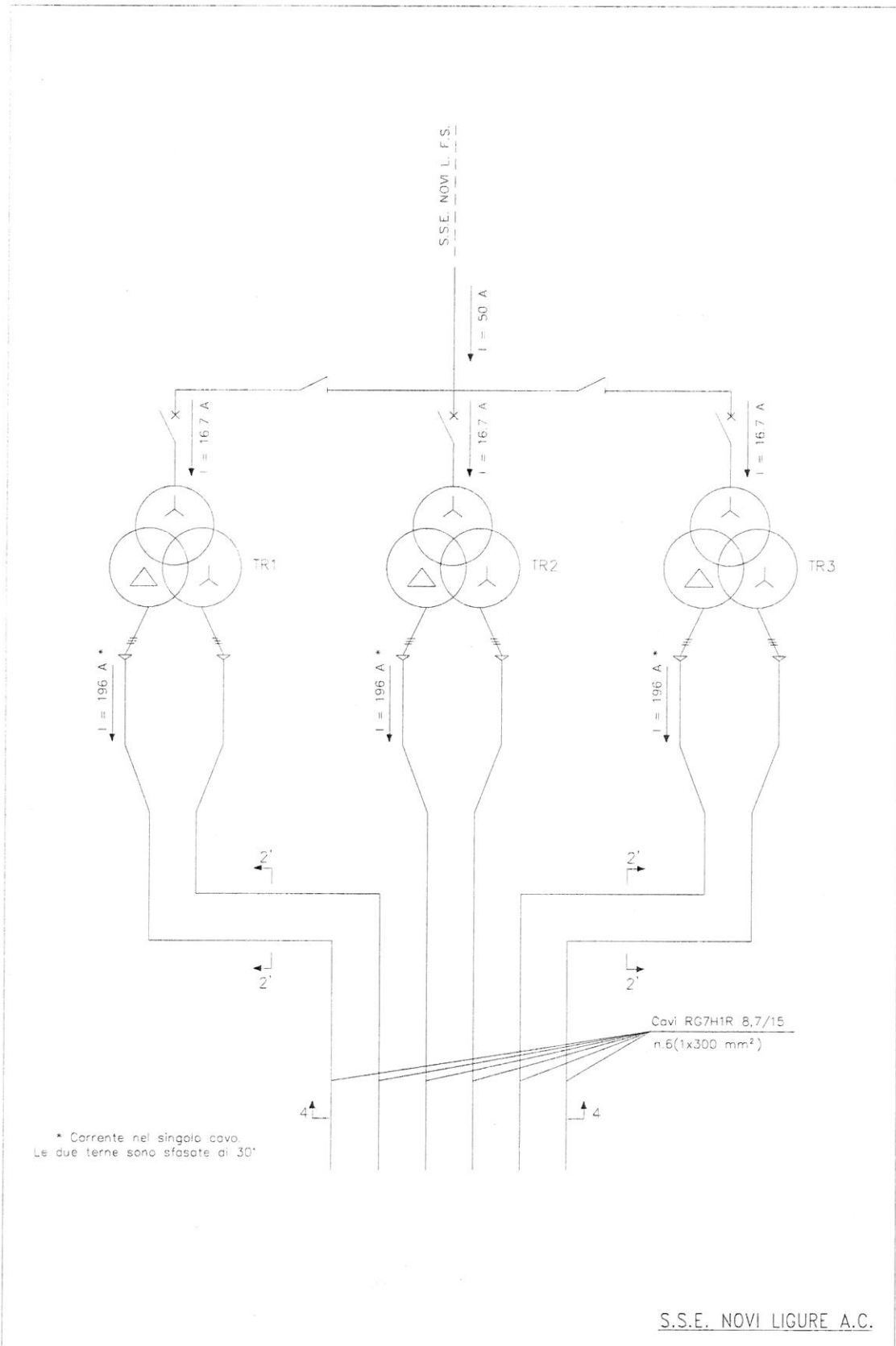
* Corrente nel singolo cavo.
Le due terne sono sfasate di 30°

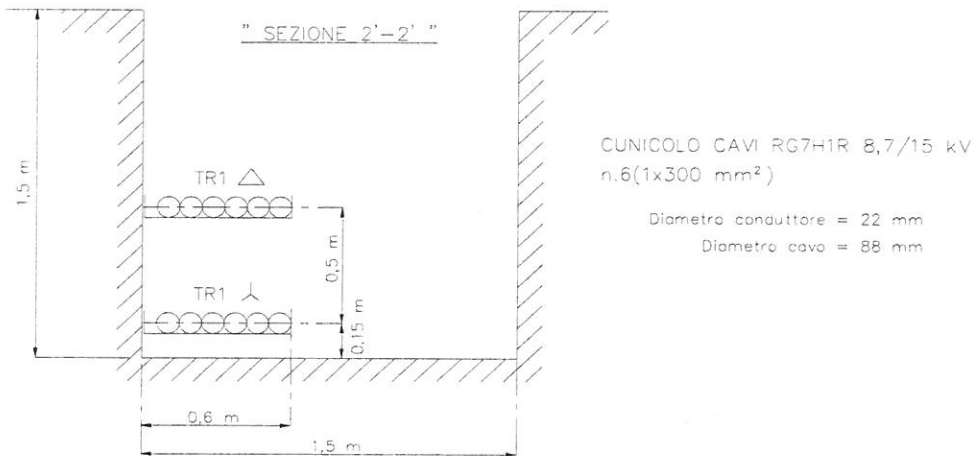
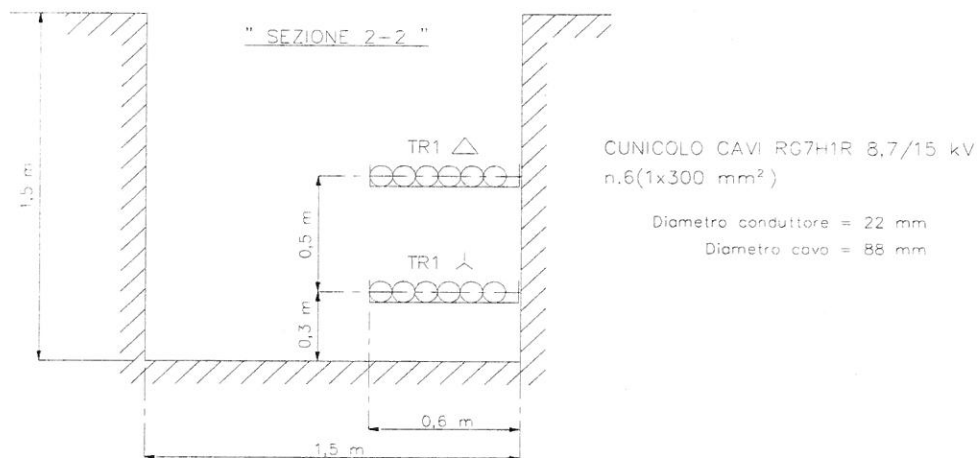
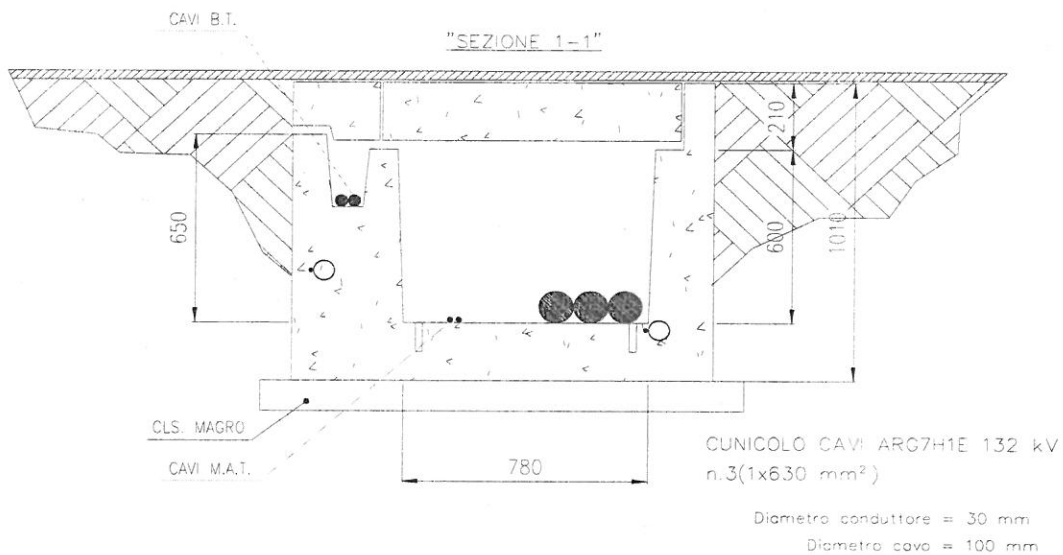


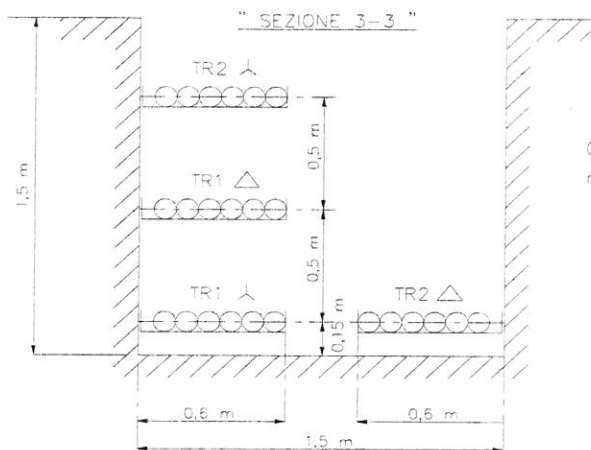
ENTRA/ESCE A.T.





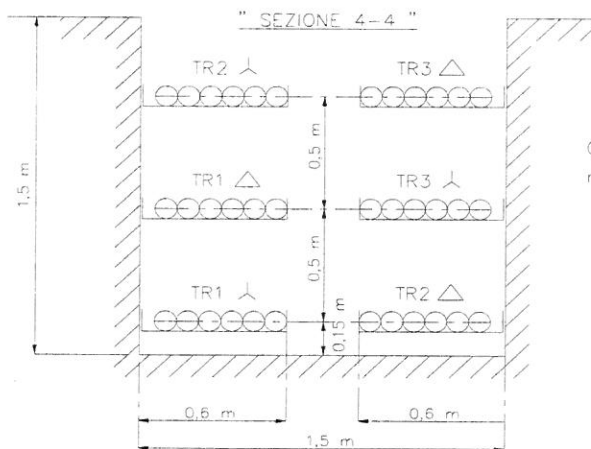






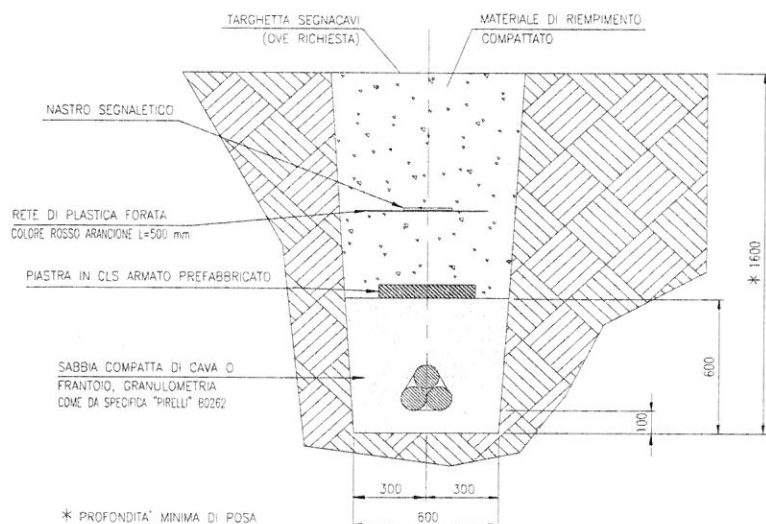
CUNICOLO CAVI RG7H1R 8,7/15 kV
n.6(1x300 mm²)

Diametro conduttore = 22 mm
Diametro cavo = 88 mm



CUNICOLO CAVI RG7H1R 8,7/15 kV
n.6(1x300 mm²)

Diametro conduttore = 22 mm
Diametro cavo = 88 mm



POSA IN TRINCEA
CAVI ARG7H1E 132 kV
n.3(1x630 mm²)

Diametro conduttore = 30 mm
Diametro cavo = 100 mm

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Costruttori Integrati Umbria

CONSORZIO

SATURNO



Doc. N.

Progetto
A301

Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0000 K04

Rev
B

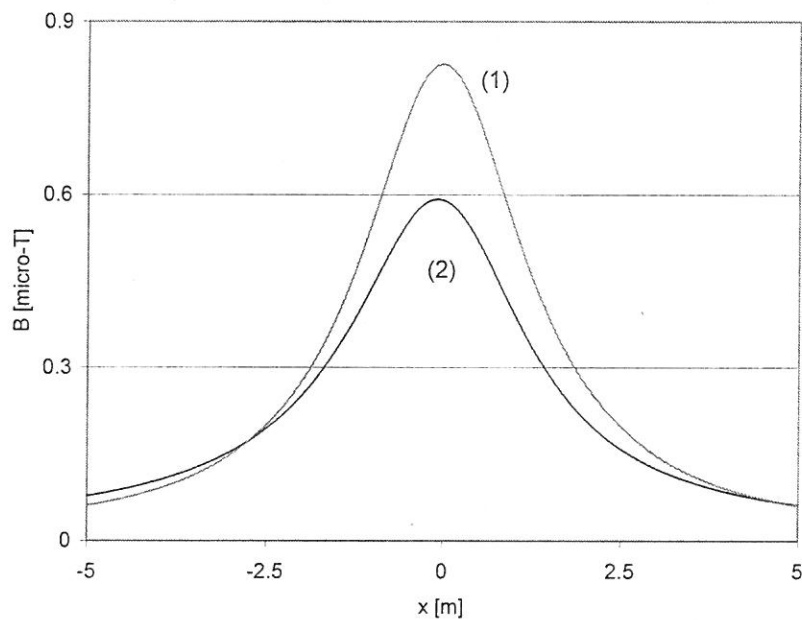
Foglio
16 di 44

ALLEGATO 2

PROFILI E MAPPE DI INDUZIONE MAGNETICA

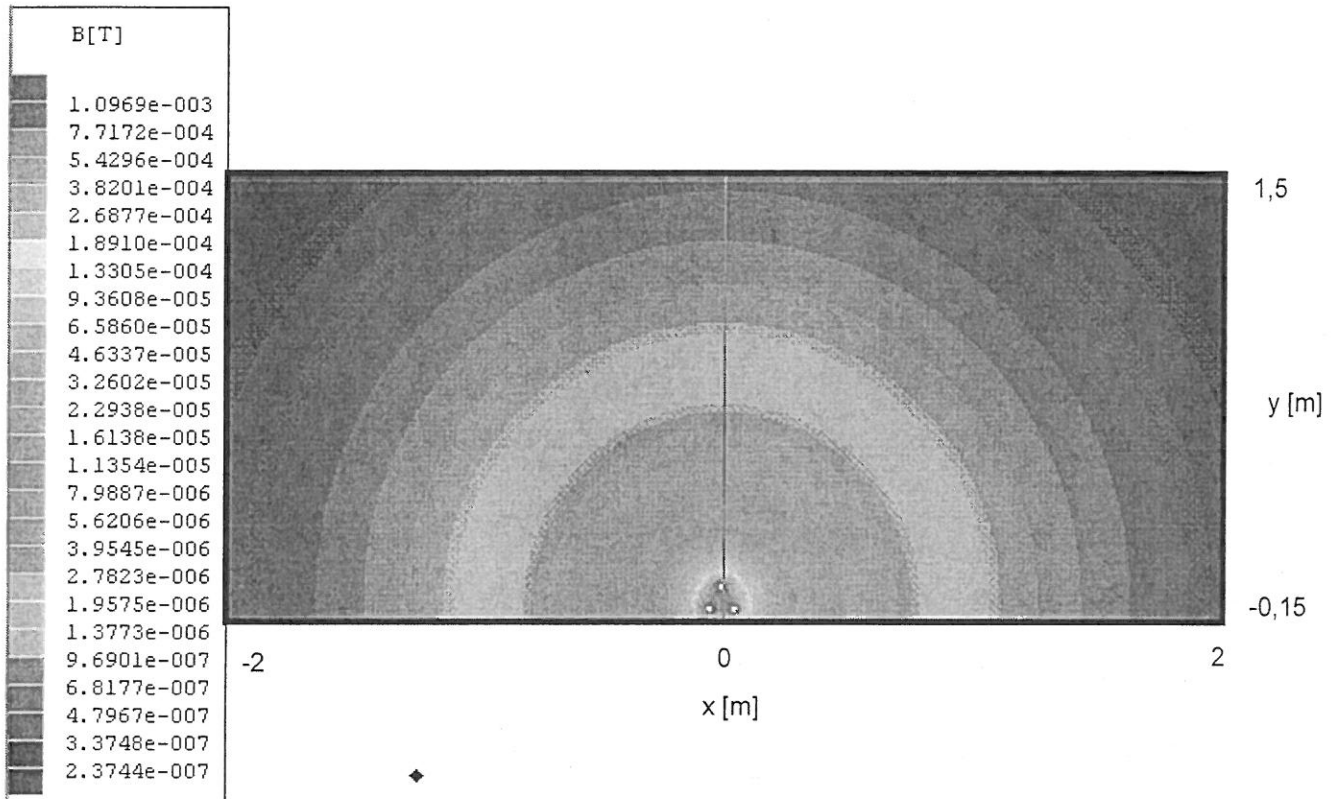
S.S.E. ARQUATA A.C.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione 1'-1'



(1) senza piastra in CLS armato; (2) con piastra in CLS armato

Fig.1 – S.S.E. ARQUATA A.C. – Sezione 1'-1'.
Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno.



◆
Fig.2 - S.S.E. ARQUATA A.C. – Sezione 1'-1'.
Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo
in assenza della piastra in CLS armato.

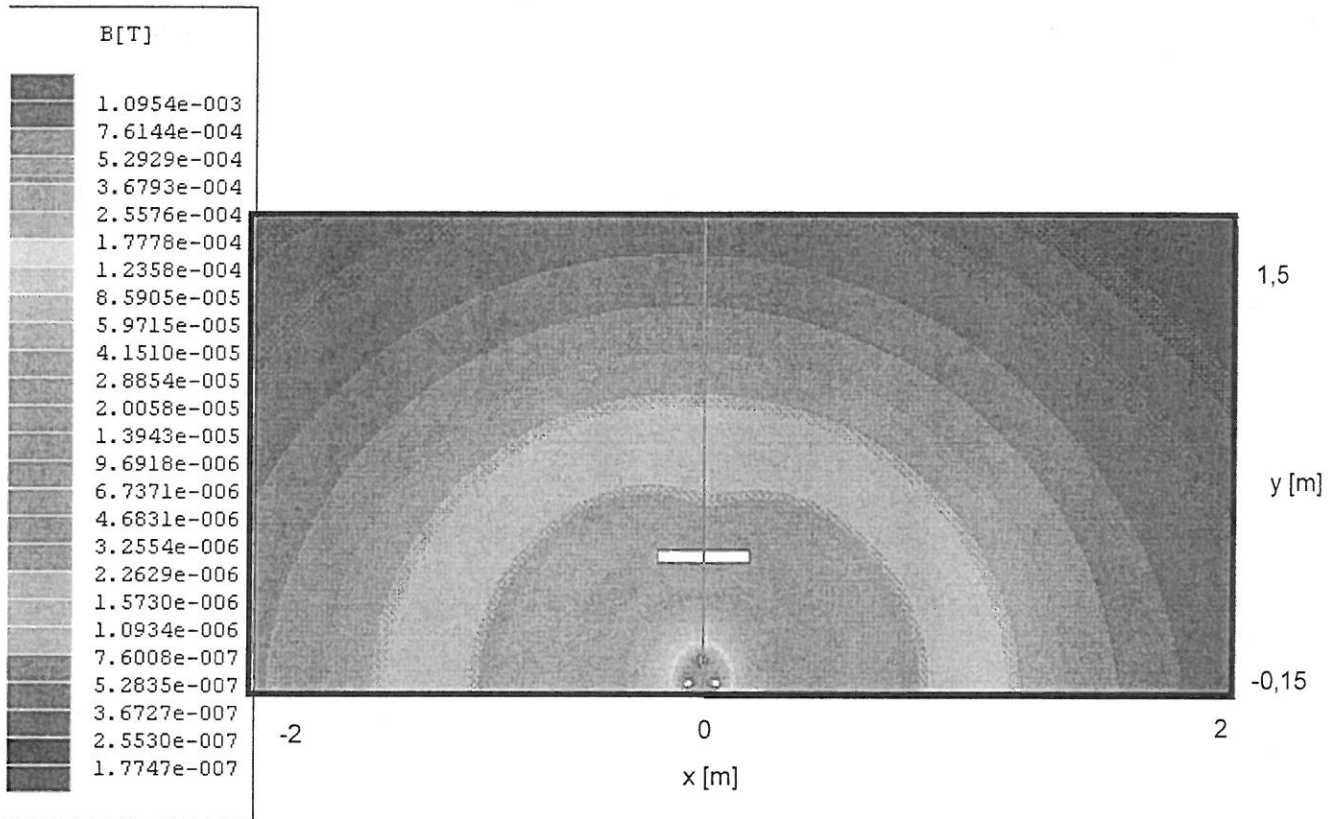
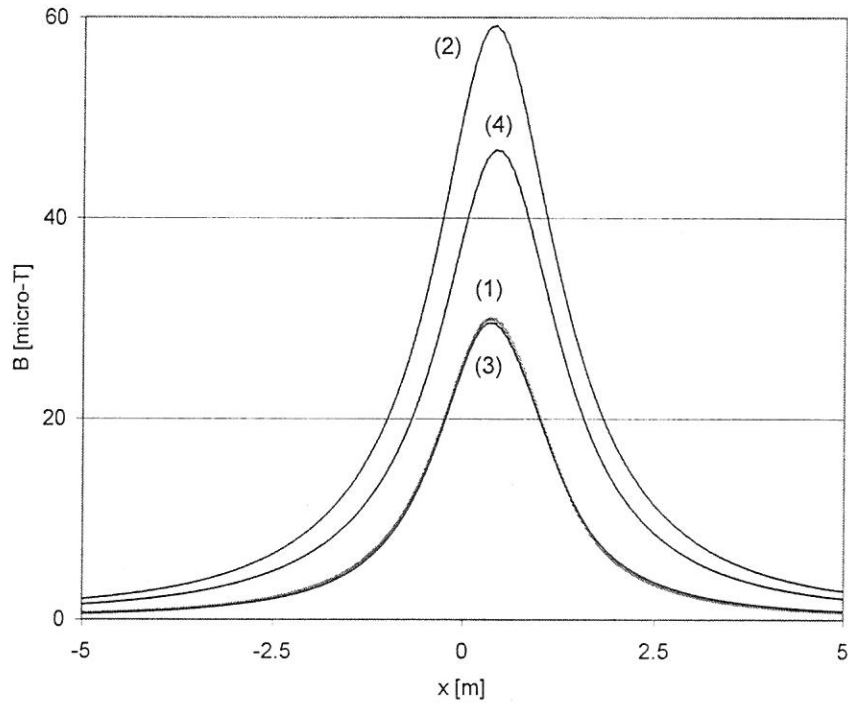


Fig.3 - S.S.E. ARQUATA A.C. – Sezione 1'-1'.
 Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo
 in presenza della piastra in CLS armato.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione 2'-2'



(1) TR1Δ: TSR TR1Y: RST	(2) TR1Δ: RST TR1Y: RST	(3) TR1Δ: TRS TR1Y: RST	(4) TR1Δ: STR TR1Y: RST
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Fig.4 - S.S.E. ARQUATA A.C. – Sezione 2'-2'.
 Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno
 per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (3).

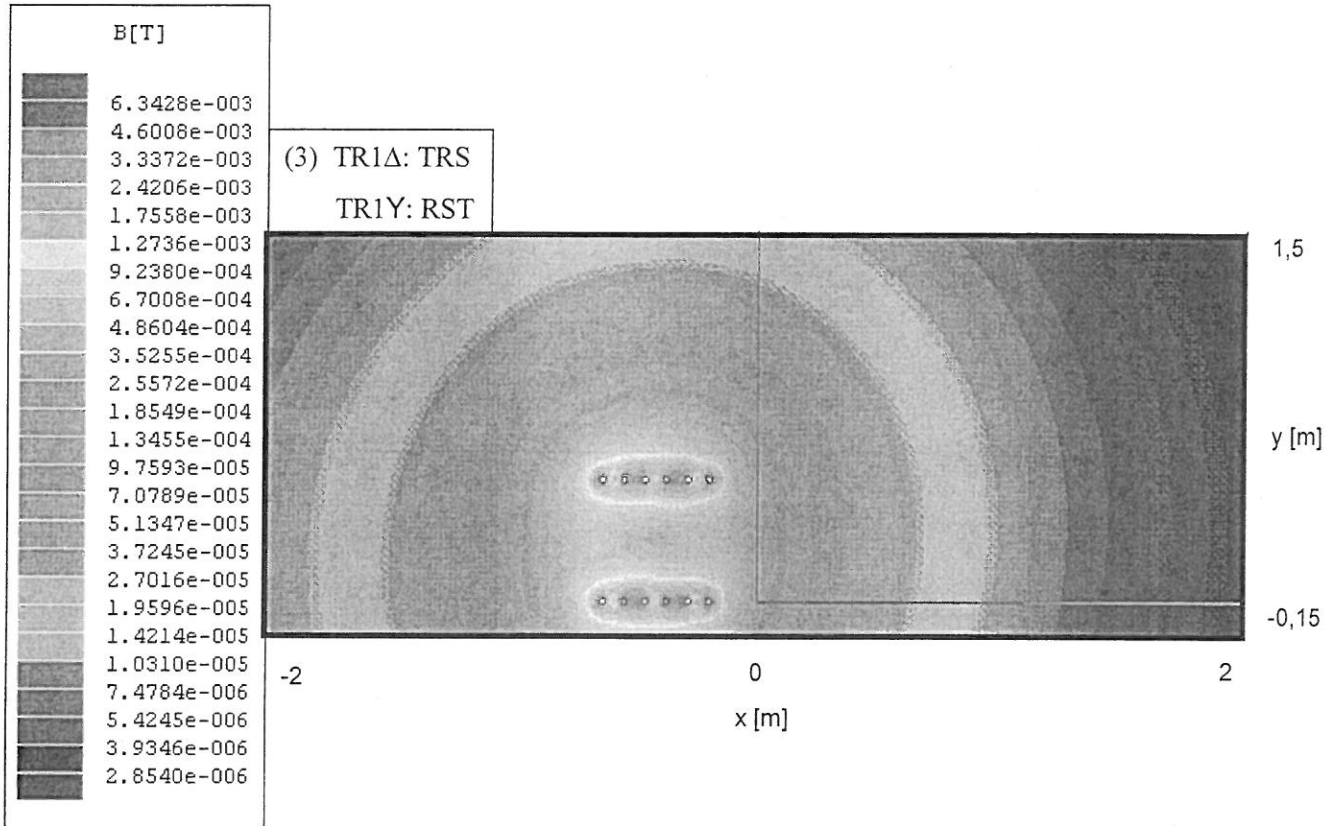
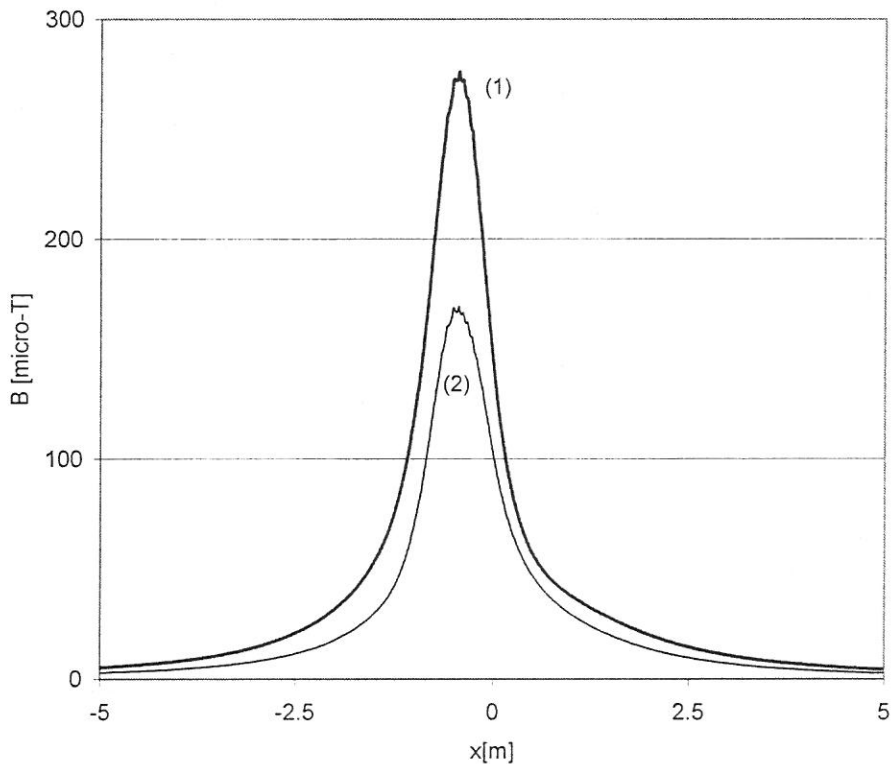


Fig.5 - S.S.E. ARQUATA A.C. – Sezione 2'-2'.
Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo
per la configurazione delle fasi (3).

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione 3-3



(1) TR2Y: RST		(2) TR2Y: STR	
TR1Δ: RST		TR1Δ: RST	
TR1Y: RST	TR2Δ: RST	TR1Y: RST	TR2Δ: RST

Fig.6 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione 3-3.
 Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (2).

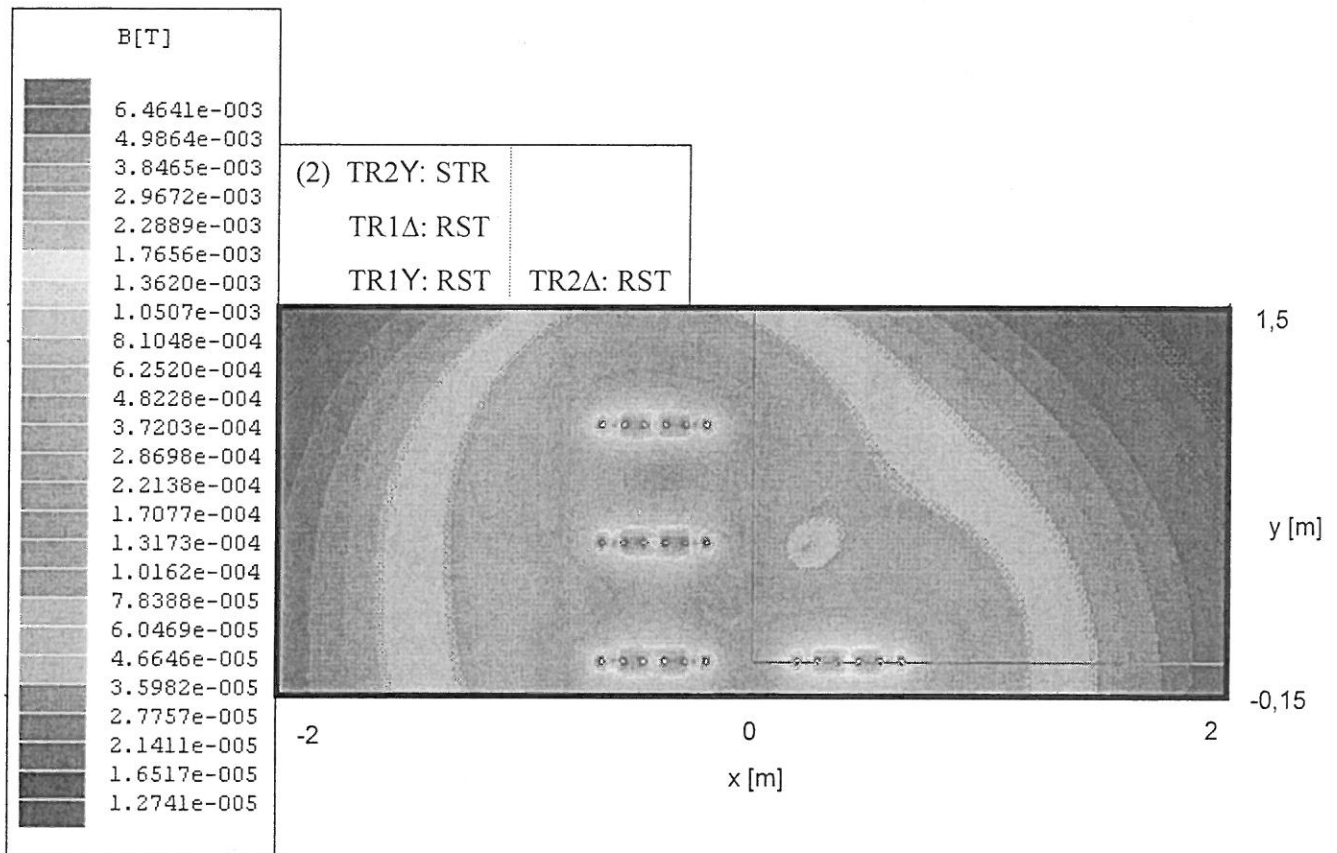
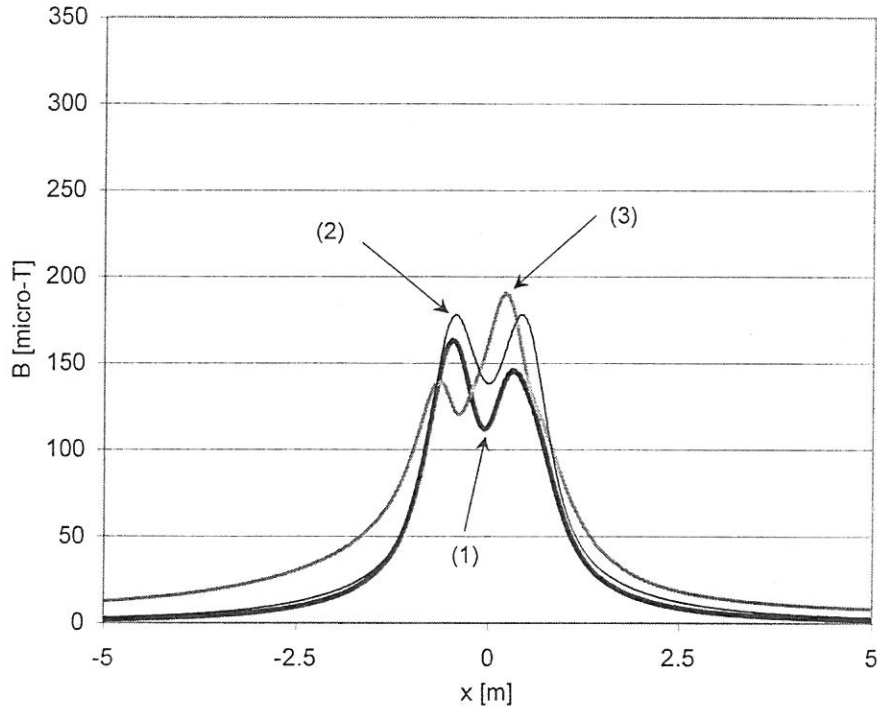


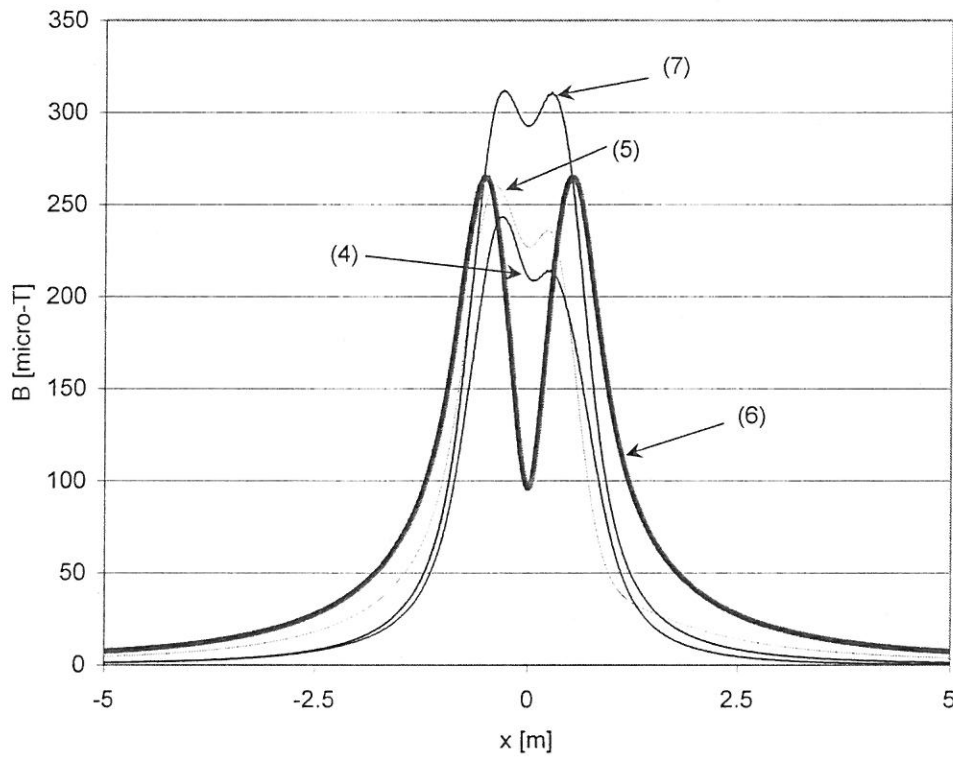
Fig.7 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione 3-3.
Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo
per la configurazione delle fasi (2).

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione 4-4



(1) TR2Y: RST	TR3Δ: SRT	(2) TR2Y: STR	TR3Δ: TRS	(3) TR2Y: STR	TR3Δ: STR
TR1Δ: TRS	TR3Y: TSR	TR1Δ: RST	TR3Y: RST	TR1Δ: RST	TR3Y: RST
TR1Y: TRS	TR2Δ: TSR	TR1Y: RST	TR2Δ: RST	TR1Y: RST	TR2Δ: RST

Fig.8 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione 4-4.
 Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (1).



(4) TR2Y: TRS TR1Δ: RST TR1Y: RST	TR3Δ: SRT TR3Y: TSR TR2Δ: TSR	(5) TR2Y: TRS TR1Δ: TSR TR1Y: TSR	TR3Δ: SRT TR3Y: TSR TR2Δ: TSR
(6) TR2Y: RST TR1Δ: RST TR1Y: RST	TR3Δ: RST TR3Y: RST TR2Δ: RST	(7) TR2Y: RST TR1Δ: RST TR1Y: RST	TR3Δ: TSR TR3Y: TSR TR2Δ: TSR

Fig.9 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione 4-4.
Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno
per differenti configurazioni delle fasi.

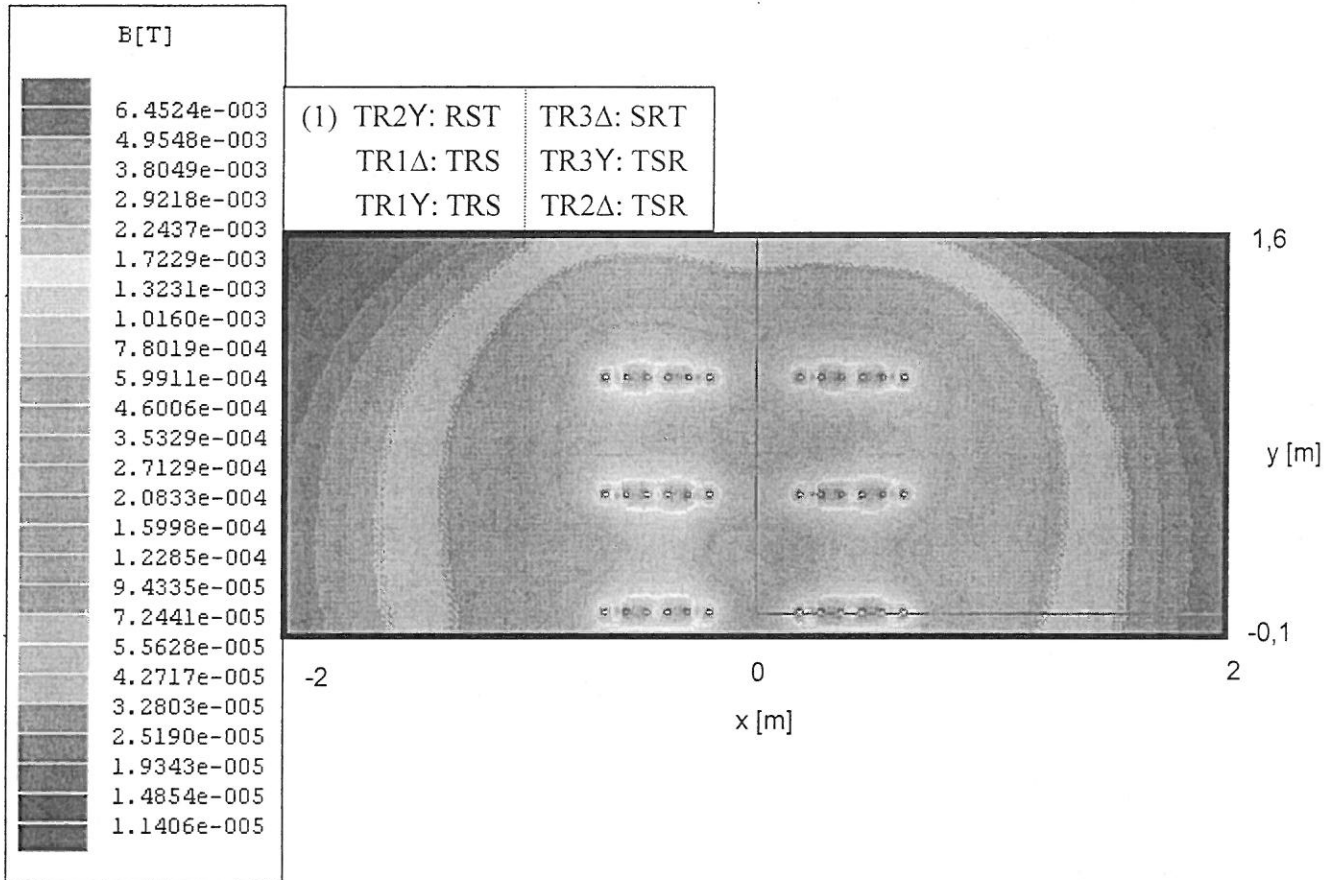


Fig.10 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione 4-4.
 Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo
 per la configurazione delle fasi (1).

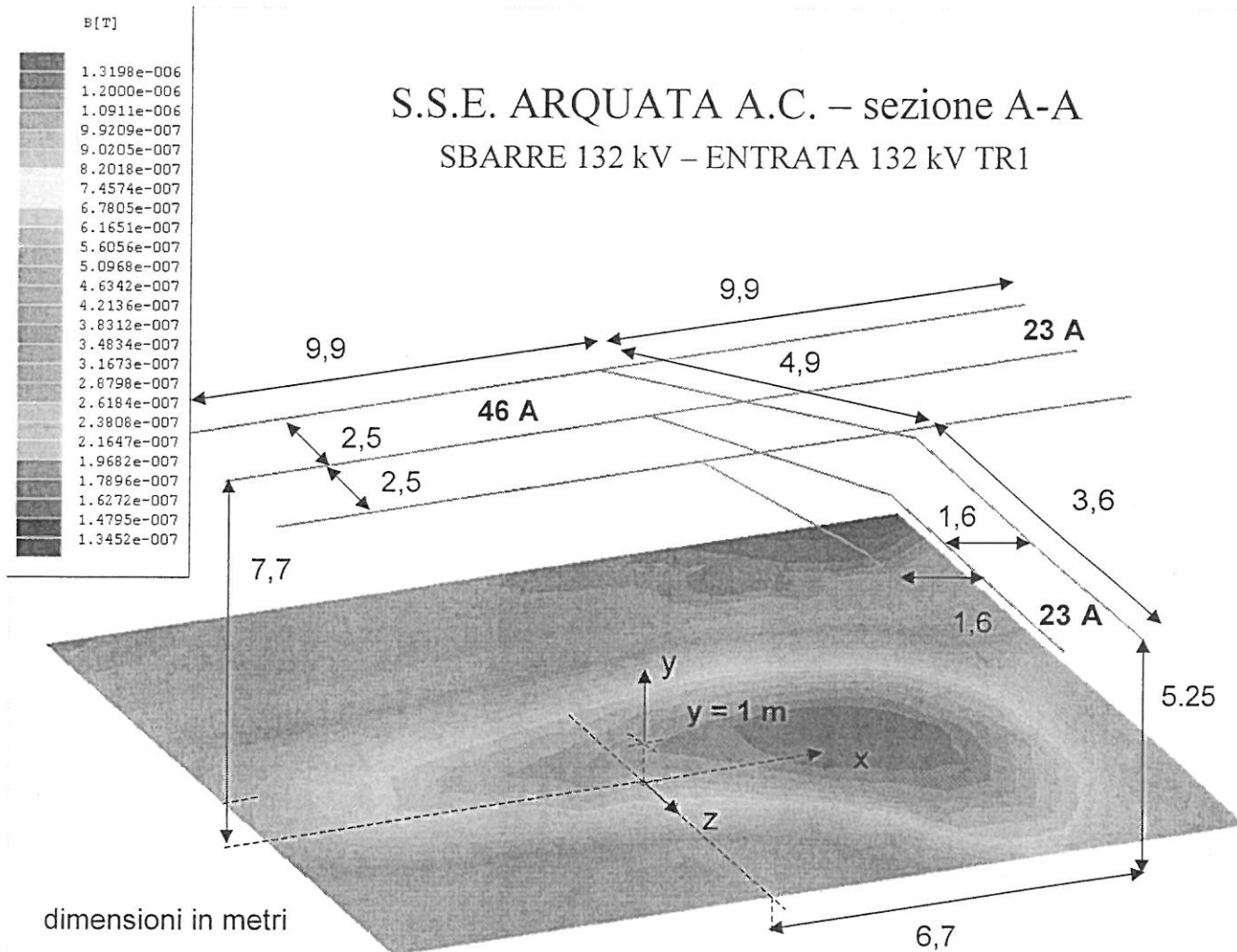


Fig.11 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: sbarre 132 kV – entrata 132 kV TR1.
Mappa di induzione magnetica ad 1 metro sul terreno.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione A-A
SBARRE 132 kV – ENTRATA 132 kV TR1

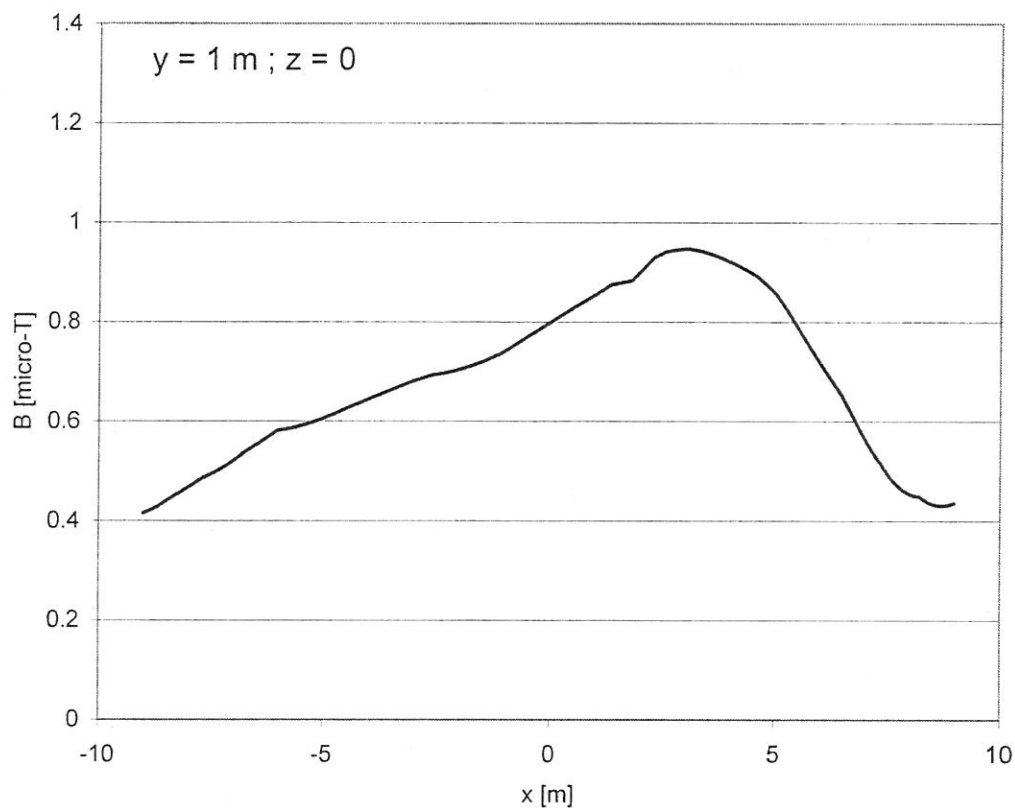


Fig.12 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: sbarre 132 kV-entrata 132 kV TR1.
Profilo di induzione magnetica ad 1 metro sul terreno ($y = 1 \text{ m}$) lungo l'asse x di fig.11.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione A-A
SBARRE 132 kV – ENTRATA 132 kV TR1

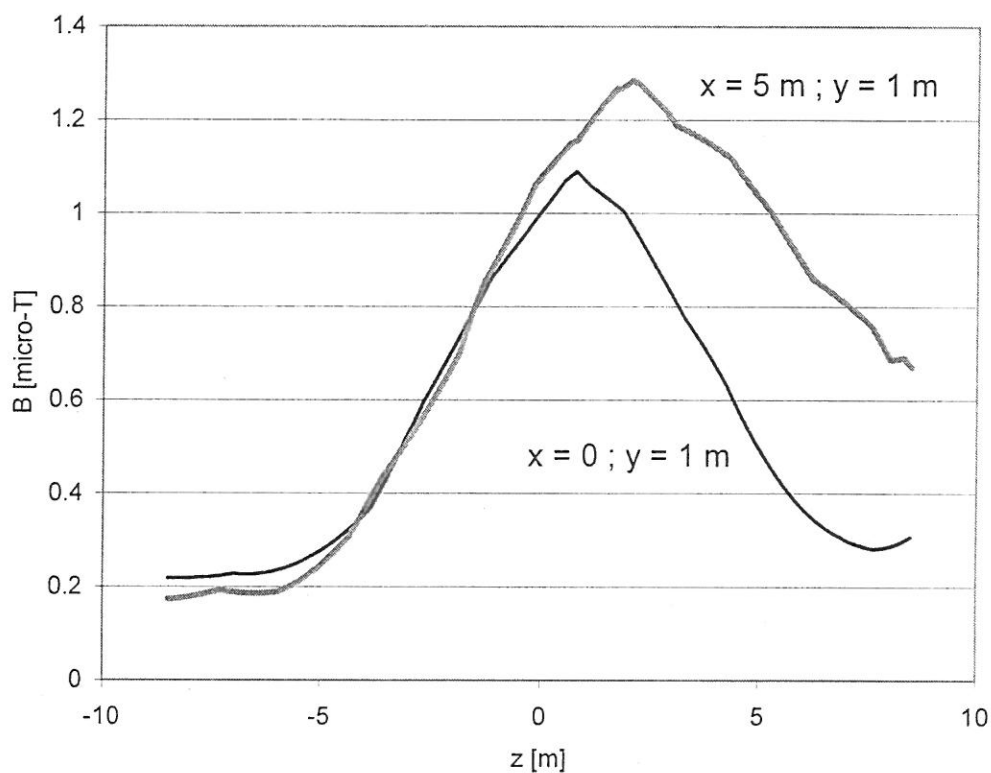


Fig.13 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: sbarre 132 kV-entrata 132 kV TR1.
Profili di induzione magnetica ad 1 metro sul terreno ($y = 1$ m)
lungo l'asse z di fig.11 per $x = 0$ m e $x = 5$ m.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione A-A
USCITA TR1 3 kV – ENTRATA CUNICOLO CAVI

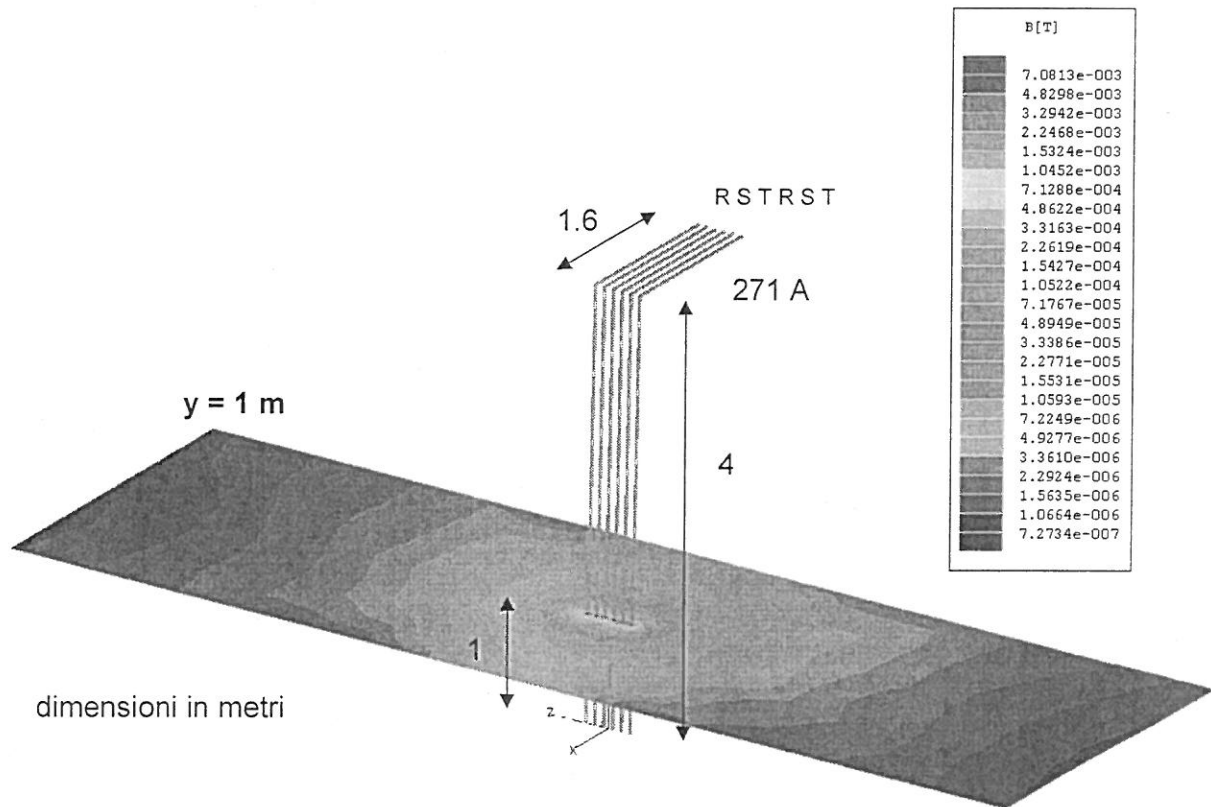


Fig.14 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: uscita 3 kV TR1-entrata cunicolo cavi
(Configurazione fasi: TR1Δ: RST, TR1Y:RST).
Mappa di induzione magnetica ad 1 metro sul terreno.

S.S.E. ARQUATA A.C. – sezione A-A
USCITA TR1 3 kV – ENTRATA CUNICOLO CAVI

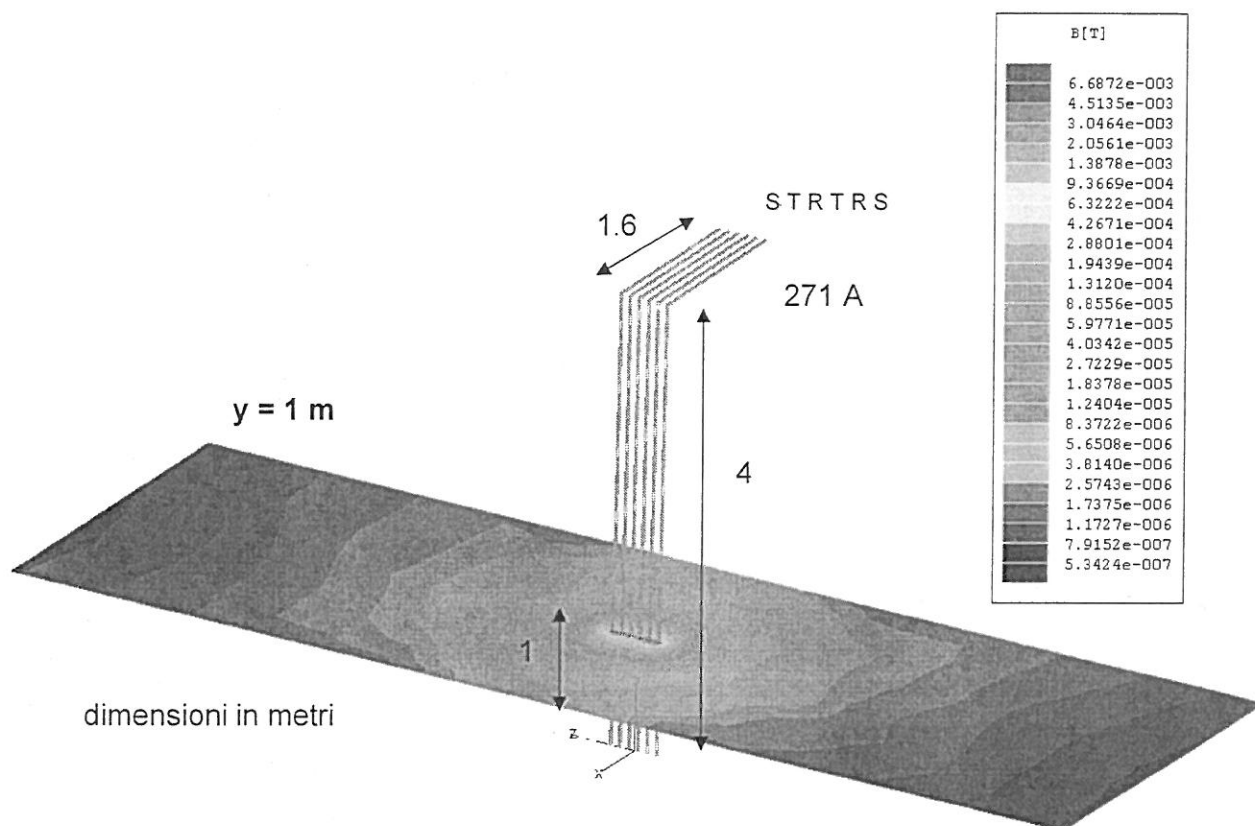
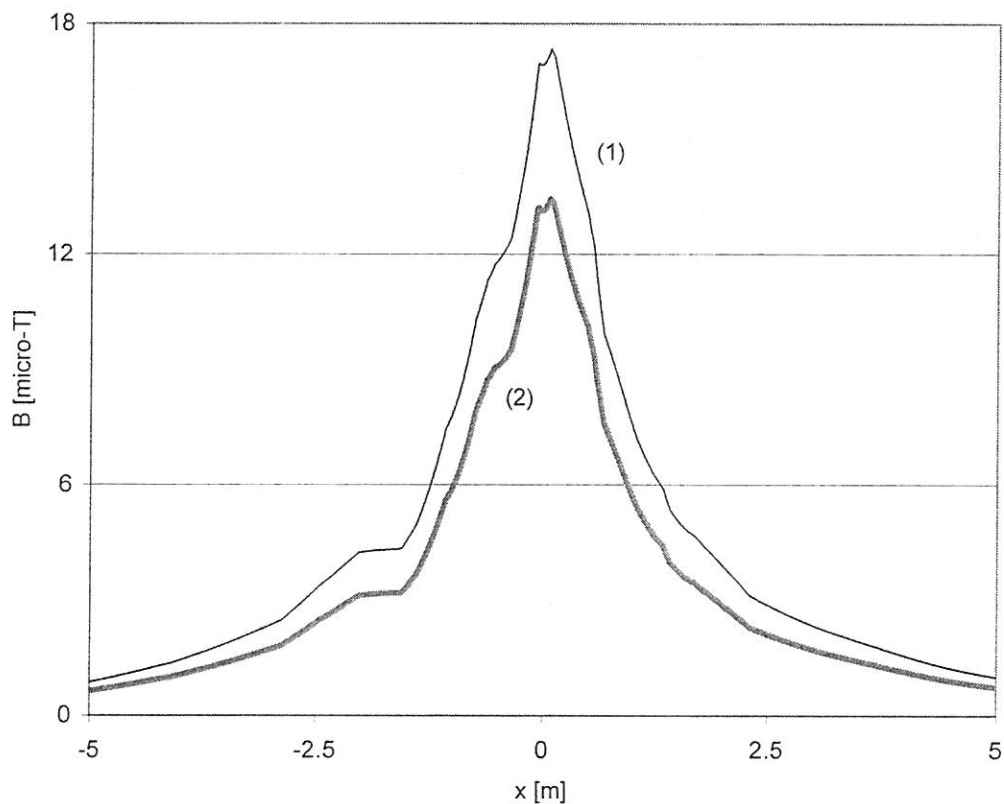


Fig.15 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: uscita 3 kV TR1-entrata cunicolo cavi
(Configurazione fasi: TR1Δ: STR, TR1Y:TRS).
Mappa di induzione magnetica ad 1 metro sul terreno.



(1) : R S T R S T

(2) : S T R T R S

Fig.16 - S.S.E. ARQUATA A.C.- Sezione A-A: uscita 3 kV TR1-entrata cunicolo cavi
 (Configurazione fasi: (1) TR1 Δ : RST, TR1Y:RST – (2) TR1 Δ : STR, TR1Y:TRS).
 Profili di induzione magnetica ad 1 m sul terreno ($y=1$ m) lungo l'asse x di fig.14.

S.S.E. CASTAGNOLA A.C. – sezione 1-1

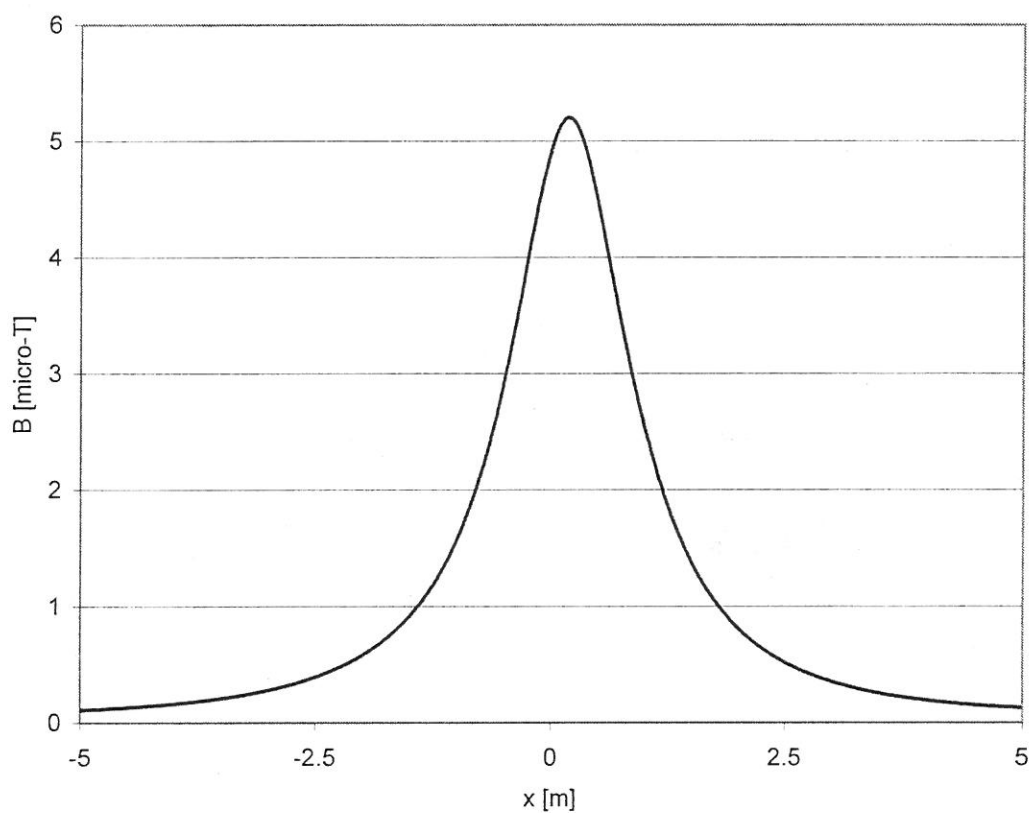


Fig.17. S.S.E. CASTAGNOLA – Sezione 1-1.
Profilo trasversale di induzione magnetica alla superficie del terreno.

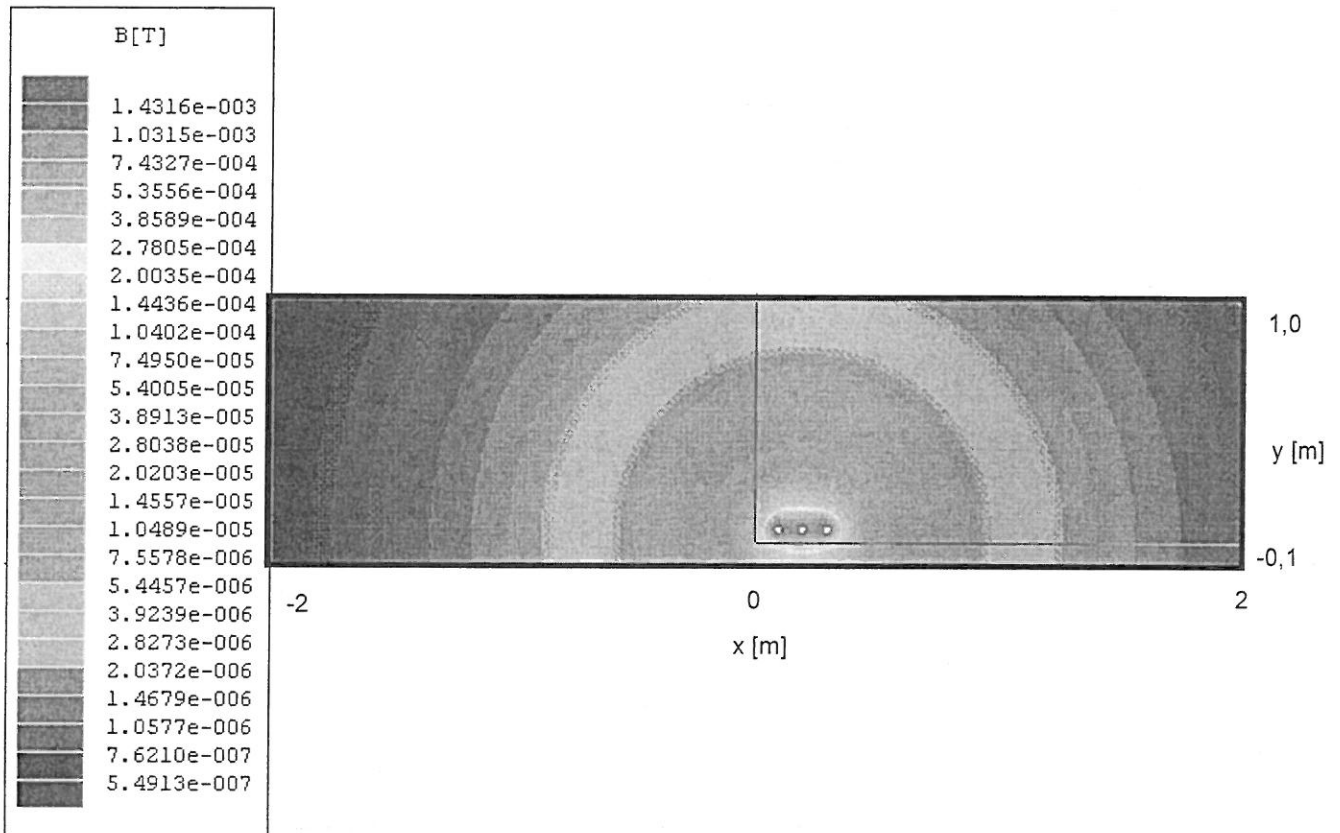


Fig.18. S.S.E. CASTAGNOLA – Sezione 1-1.
Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo.

S.S.E. CASTAGNOLA A.C. – sezione 2'-2'

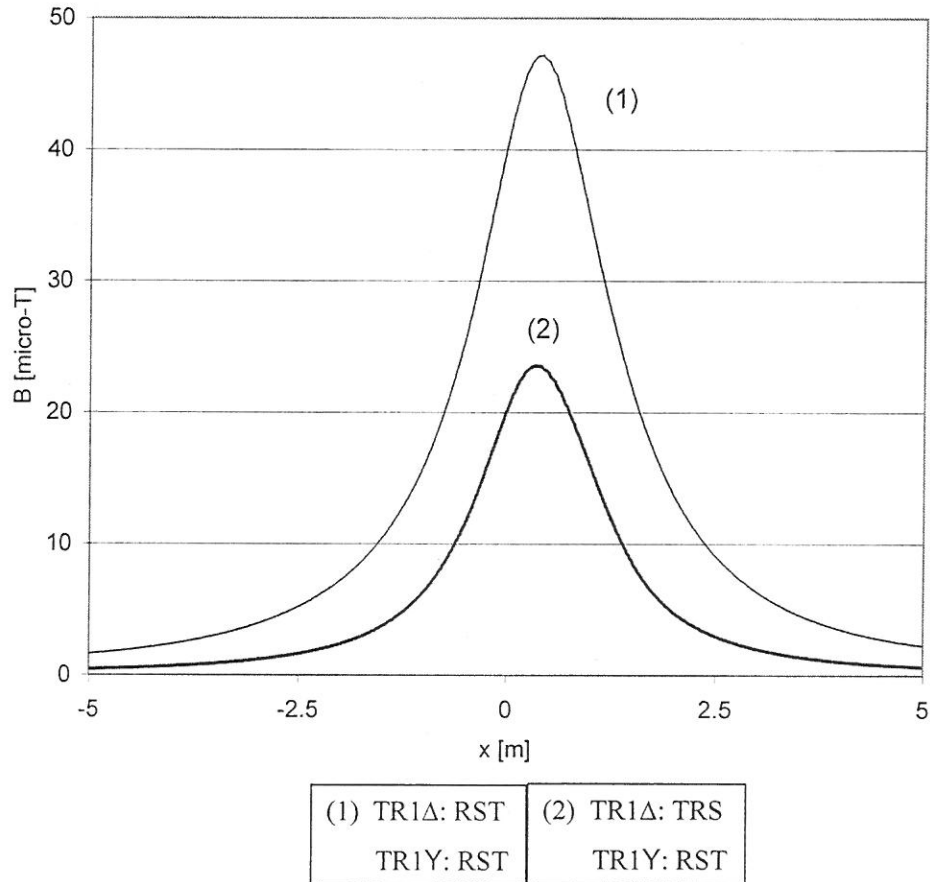
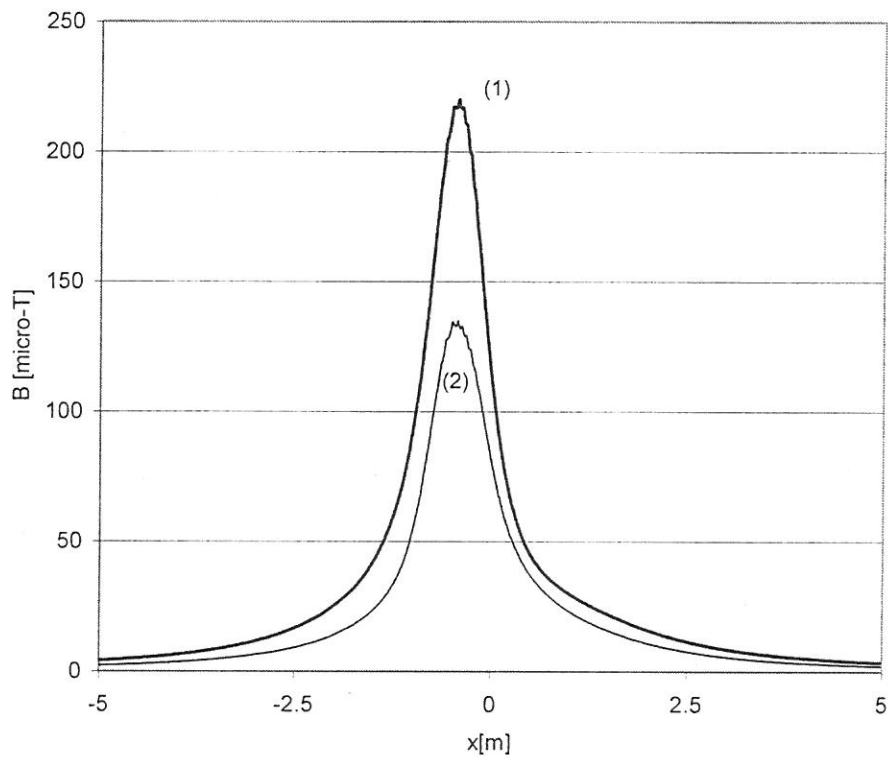


Fig.19. S.S.E. CASTAGNOLA – Sezione 2'-2'.
 Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno
 per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (2).

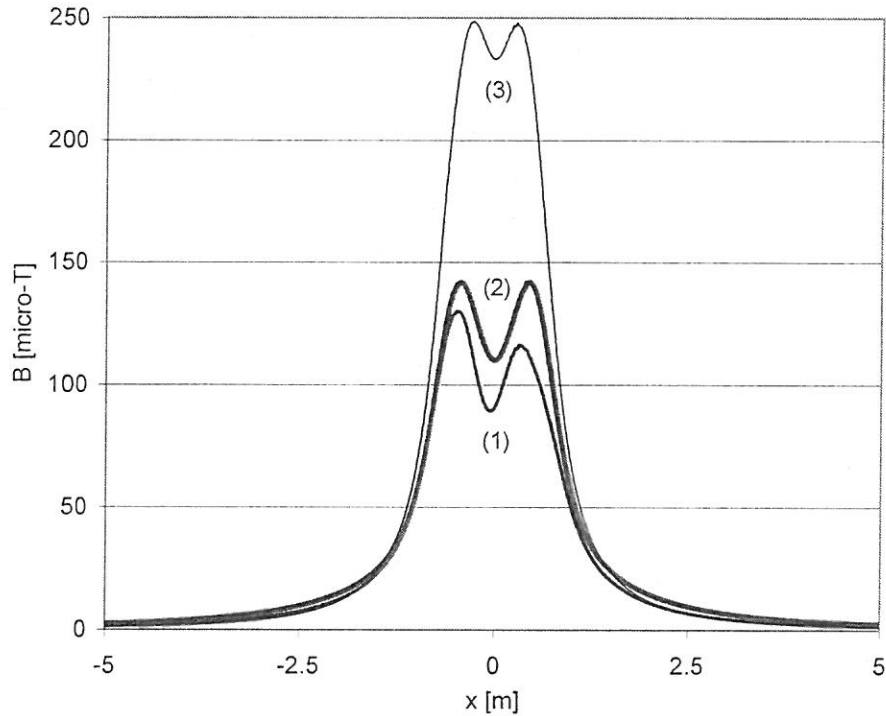
S.S.E. CASTAGNOLA A.C. – sezione 3-3



(1) TR2Y: RST	(2) TR2Y: STR
TR1Δ: RST	TR1Δ: RST
TR1Y: RST	TR1Y: RST
TR2Δ: RST	TR2Δ: RST

Fig.20. S.S.E. CASTAGNOLA – Sezione 3-3.
 Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (2).

S.S.E. CASTAGNOLA A.C. – sezione 4-4



(1) TR2Y: RST	TR3Δ: SRT	(2) TR2Y: STR	TR3Δ: TRS	(3) TR2Y: RST	TR3Δ: TSR
TR1Δ: TRS	TR3Y: TSR	TR1Δ: RST	TR3Y: RST	TR1Δ: RST	TR3Y: TSR
TR1Y: TRS	TR2Δ: TSR	TR1Y: RST	TR2Δ: RST	TR1Y: RST	TR2Δ: TSR

Fig.21. S.S.E. CASTAGNOLA – Sezione 4-4.

Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (1).

S.S.E. NOVI A.C. – sezione linea aerea

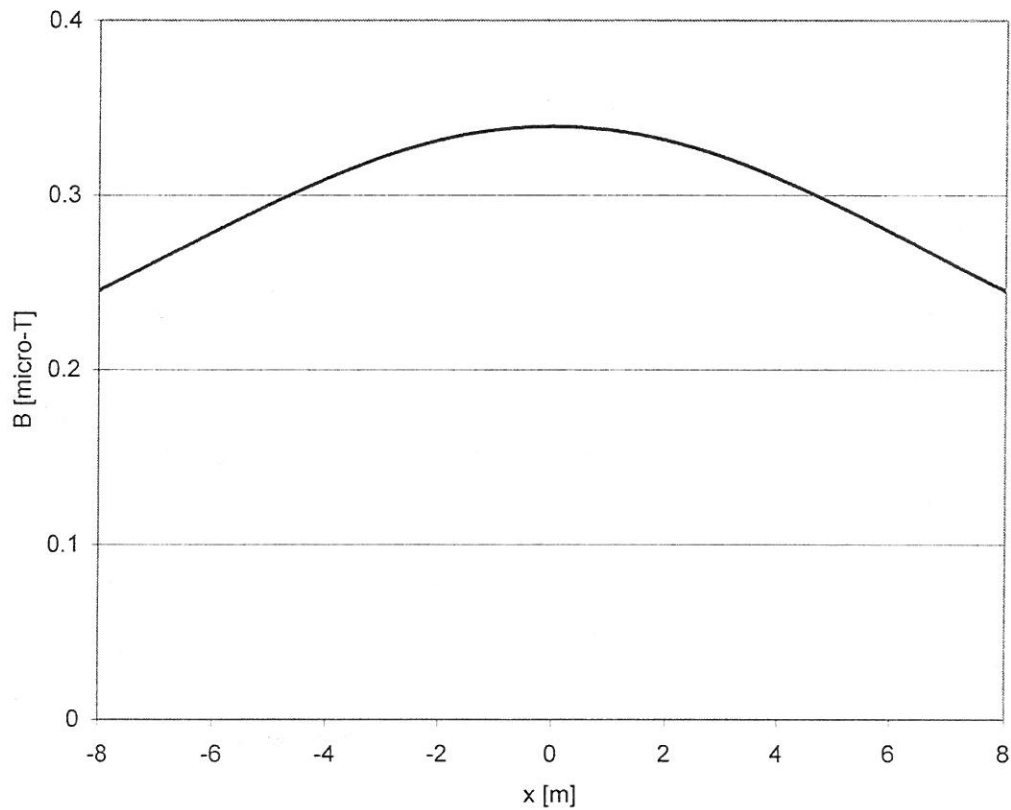


Fig.22. S.S.E. NOVI A.C. – Sezione linea aerea.
Profilo trasversale di induzione magnetica ad 1 m sul terreno.

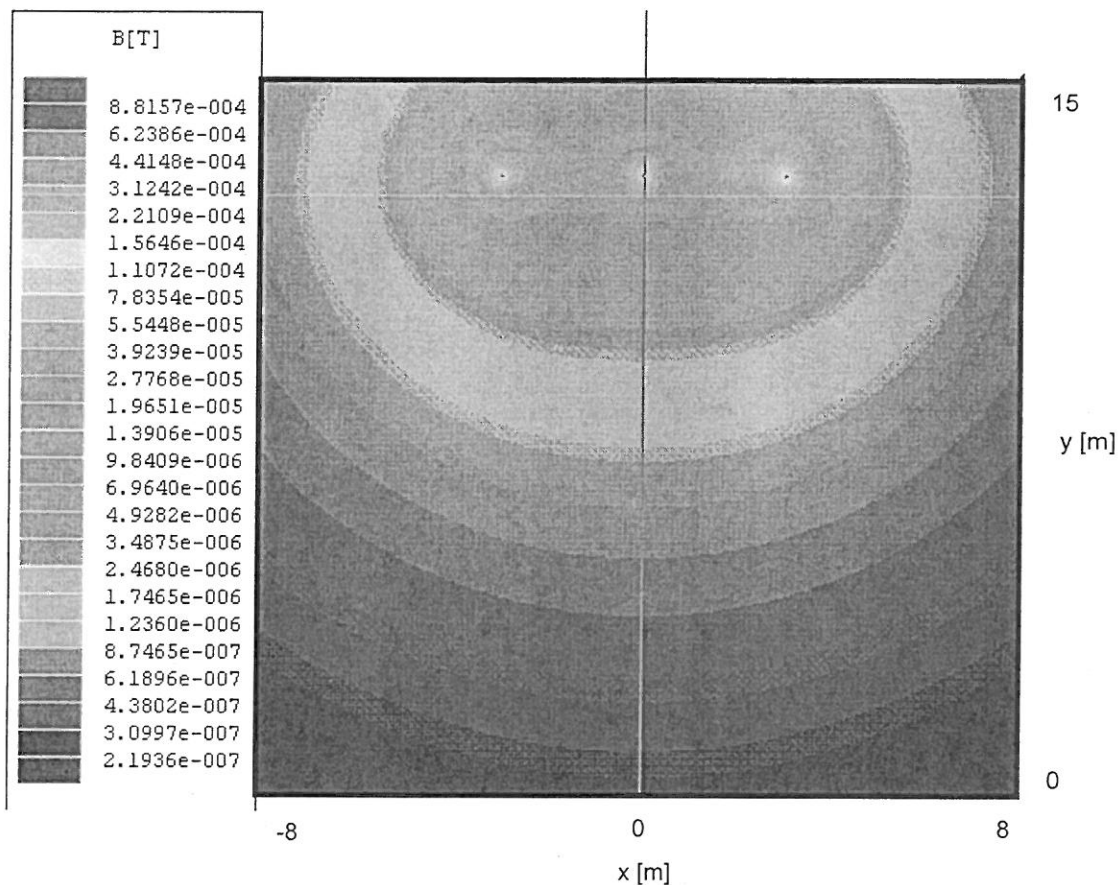
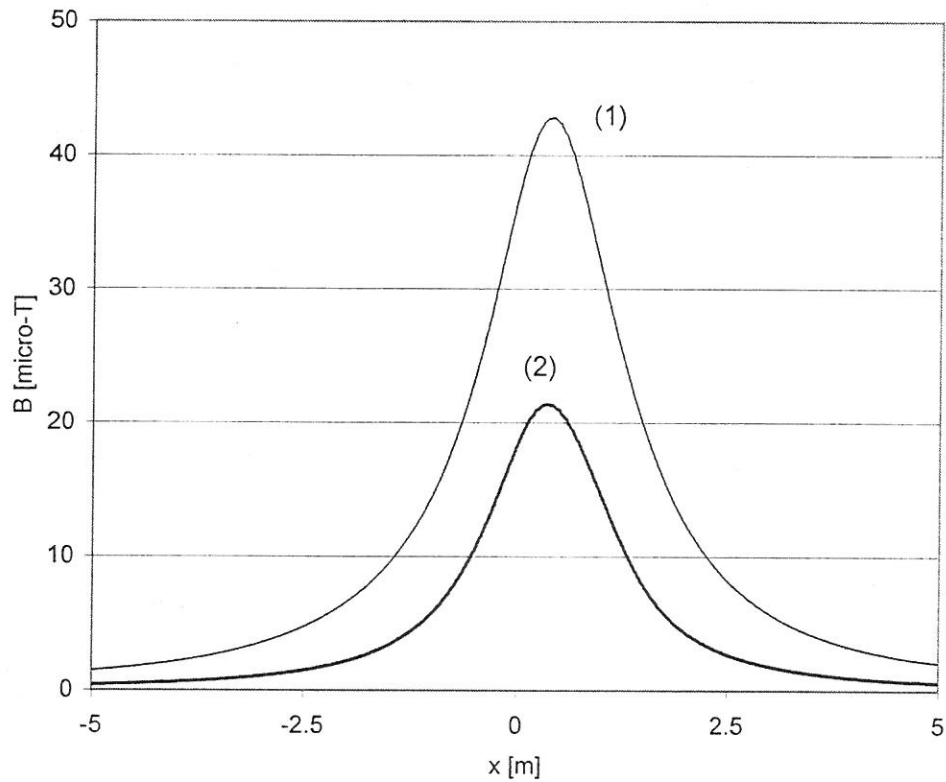


Fig.23. S.S.E. NOVI A.C. – Sezione linea aerea.
 Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale alla linea aerea.

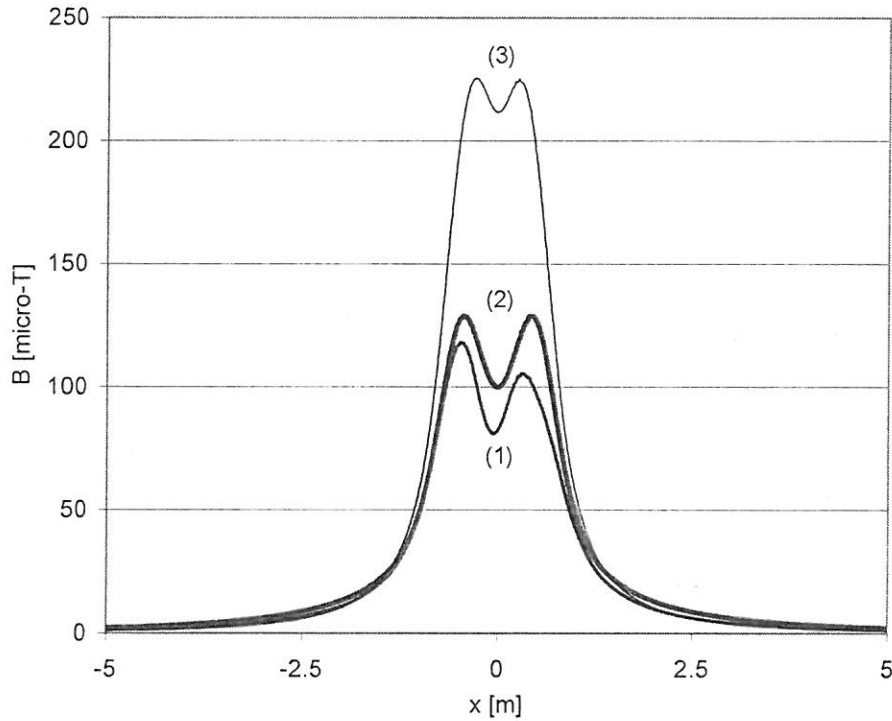
S.S.E. NOVI A.C. – sezione 2'-2'



(1) TR1Δ: RST	(2) TR1Δ: TRS
TR1Y: RST	TR1Y: RST

Fig.24. S.S.E. NOVI A.C. – Sezione 2'-2'.
 Profili trasversali di induzione magnetica ad 1 m sul terreno
 per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (2).

S.S.E. NOVI A.C. – sezione 4-4



(1) TR2Y: RST	TR3Δ: SRT	(2) TR2Y: STR	TR3Δ: TRS	(3) TR2Y: RST	TR3Δ: TSR
TR1Δ: TRS	TR3Y: TSR	TR1Δ: RST	TR3Y: RST	TR1Δ: RST	TR3Y: TSR
TR1Y: TRS	TR2Δ: TSR	TR1Y: RST	TR2Δ: RST	TR1Y: RST	TR2Δ: TSR

Fig.25. S.S.E. NOVI A.C. – Sezione 4-4.
 Profili trasversali di induzione magnetica ad 1 m sul terreno
 per differenti configurazioni delle fasi. Configurazione ottima: (1).

S.S.E. CORVI A.C. – sezione 1-1

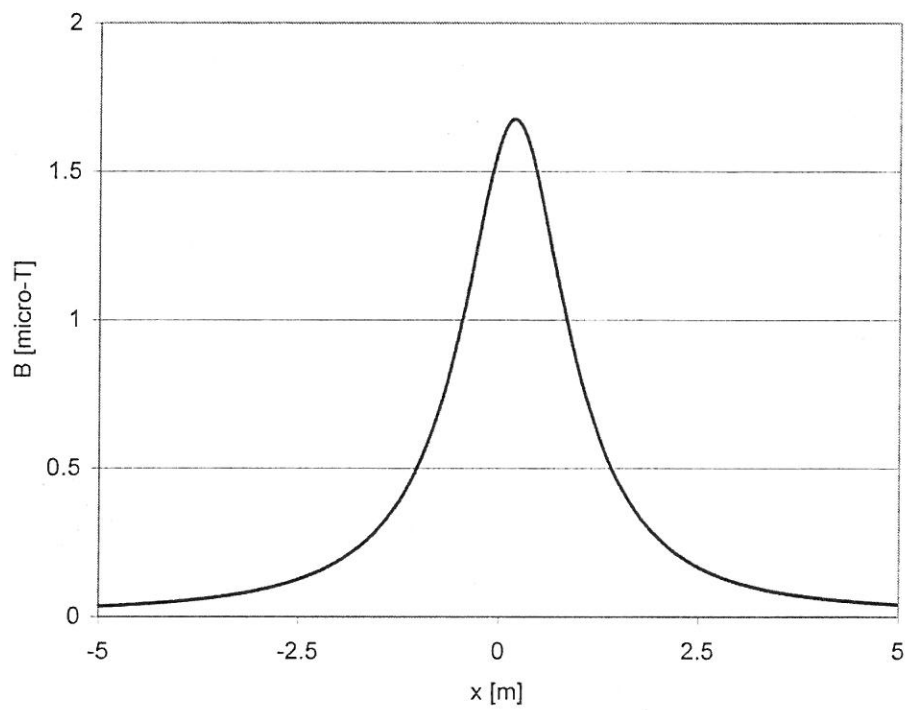
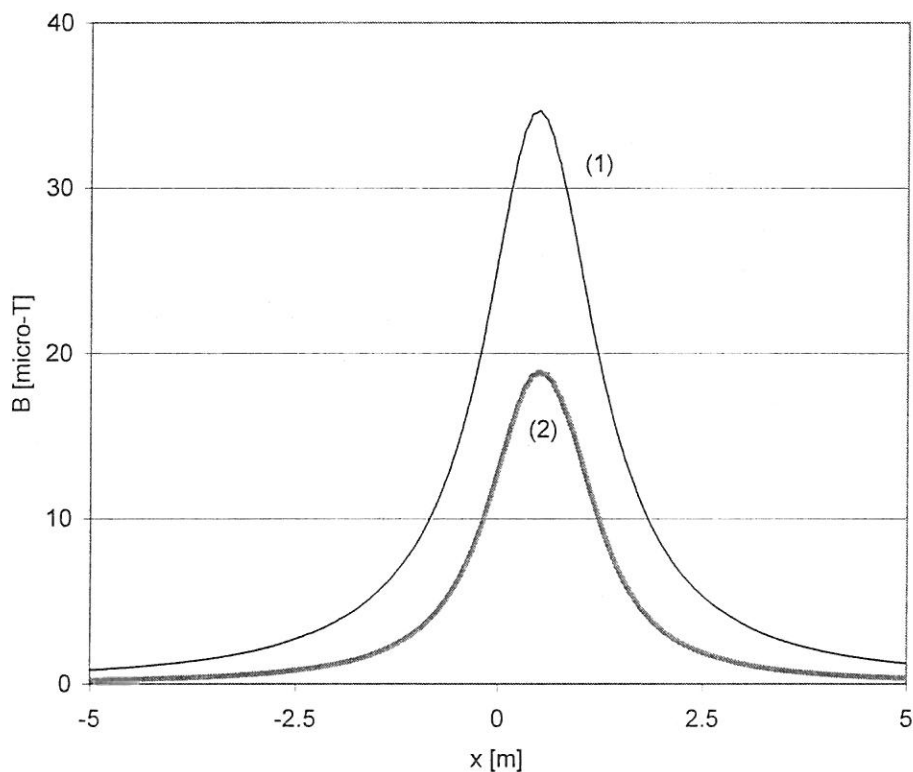


Fig.26. S.S.E. CORVI A.C.- Sezione 1-1.
Profili trasversali di induzione magnetica alla superficie del terreno.

S.S.E. CORVI A.C. – sezione 2-2



(1) TR1Δ: RST	(2) TR1Δ: TRS
TR1Y: RST	TR1Y: RST

Fig.27. S.S.E. CORVI A.C. Sezione 2-2.
 Profili trasversali di induzione magnetica per differenti configurazioni delle fasi.
 Configurazione ottima: (2).

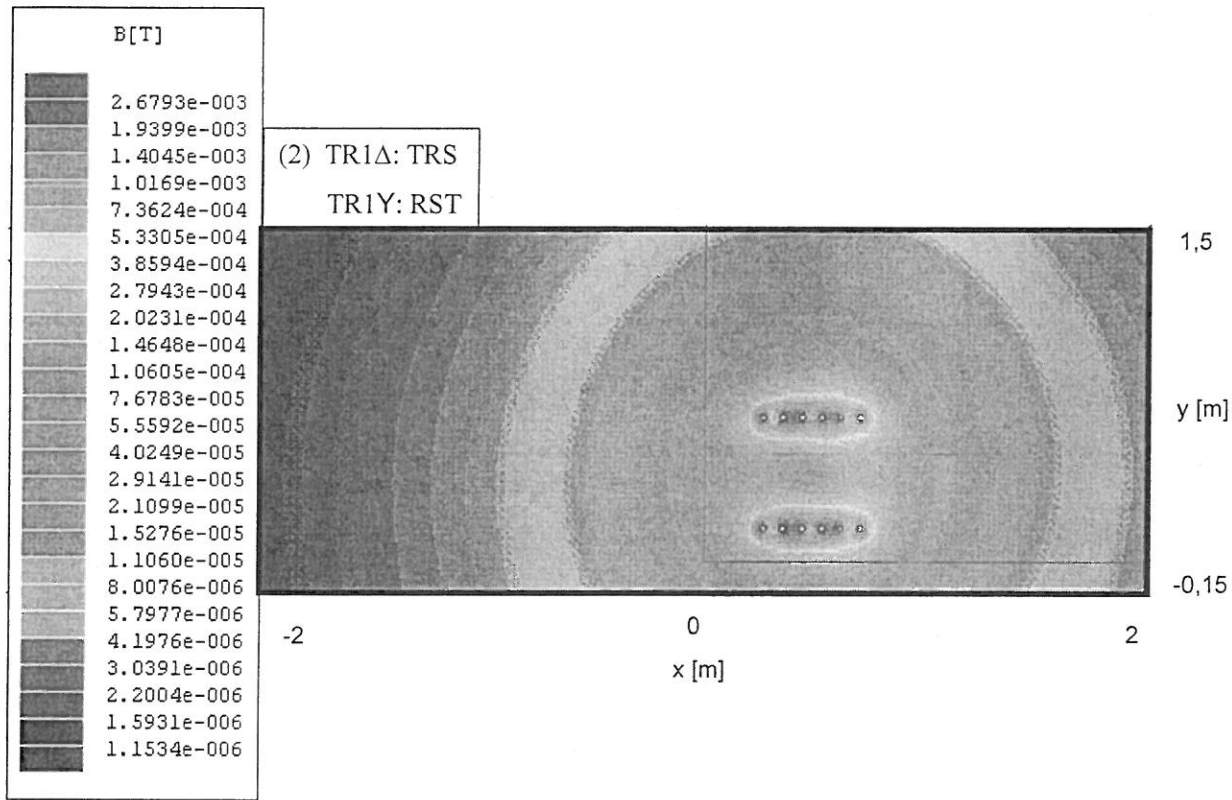


Fig.28. S.S.E. CORVI A.C. Sezione 2-2.
Mappa di induzione magnetica nella sezione trasversale del cunicolo per la configurazioni delle fasi (2).