COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE
TRATTA PORTOGRUARO - RONCHI

LINEE PRIMARIE

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
L346	00	R	18	RO	LP0002	002	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva			CASTAGNA	11/2010	FOCHESATO	11/2010	G.G.Buffarini 11/2010

File: XXXX00X00XXXX0000000X.doc

n. Elab. X

Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

ITALFERR S.p.A. U.O. Energia ed Impianti T.E. Dott. Ing. Guido Guido Buffarini Ordine degli Ingegneri Provincia di Roma n° 17[illegible]

INDICE

1 PREMESSA 3

2 SCOPO DEL DOCUMENTO 3

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 4

3.1 DOCUMENTI CORRELATI 4

3.2 DOCUMENTI DI PROGETTO 5

4 ALLEGATI 5

5 METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO 5

5.1 PORTATA DI CORRENTE IN SERVIZIO NORMALE 6

5.2 CONDUTTORI E TREFOLI 7

5.3 SOSTEGNI 8

5.4 CAVO 132KV 9

6 DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA 11

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la determinazione, previo studio del campo elettromagnetico, delle fasce di rispetto e DPA relativi agli elettrodotti necessari per l'elettrificazione del tratto di linea ferroviaria AC/AV a doppio binario compresa tra Portogruaro e Ronchi.

Tale tratta verrà elettrificata in fase 6 direttamente a 25kV contemporaneamente al riclassamento della Tratta Aeroporto Portogruaro.

L'alimentazione degli impianti fissi di elettrificazione verrà effettuata con nuove linee di alta tensione a 132kV per le quali dovrà essere eseguita la verifica degli obiettivi di qualità del campo elettromagnetico.

Tale verifica è regolata dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell' 8 Luglio 2003 che fissa i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la protezione della popolazione.

L' articolo 4 del decreto, che riguarda la progettazione di nuovi elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, stabilisce come obiettivo di qualità, che deve essere rispettato nella progettazione, il valore di 3uT. Contemporaneamente l'articolo 6 dello stesso decreto stabilisce che la corrente con cui si deve calcolare il campo magnetico e la relativa fascia di rispetto generata dalla stessa, dovrà essere quella definita dalle norme CEI 11-60 come " Portata in corrente in servizio normale ".

Il decreto 29 maggio 2008 e la Norma CEI 106-11, prevedono una metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

A tali normative si farà in seguito riferimento per la determinazione delle suddette fasce e delle DPA relative, sia per le linee aeree che per quelle in cavo del cavo, per la verifica dell'*obiettivo di qualità* di quei ricettori che sono a considerarsi più critici ai fini dell'esposizione ai campi magnetici.

Non verrà eseguita la verifica del campo elettrico in quanto per elettrodotti alimentati con tensione minore o uguale a 150kV, non vengono superati i limiti di esposizione per la popolazione di 5kV/m stabilito dal decreto di cui sopra.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del seguente documento è quello di illustrare la metodologia adoperata per la determinazione dell'ampiezza delle fasce di rispetto e delle DPA, previste dal DPCM 8 luglio 2003, relative al campo magnetico creato dagli elettrodotti che alimentano le sottostazioni elettriche della tratta in questione.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Documenti Correlati

L'analisi delle problematiche di cui trattasi viene fatta conformemente alle vigenti Norme tecniche e legislative di cui si elencano qui di seguito le principali:

- D.M. n°449 del 21.03.1988 "Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", e successive integrazioni e modifiche.
- Norma CEI 11.4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne" Ed. 5/1989 e successive Varianti v1, v2, v3 e v4.
- Norma CEI 11.60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- D.M. 16/1/1991 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne".
- Raccomandazione tecnica DI / TC.TE / DMA.IM / MO LP / ETE 012 – "Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE".
- Guida CEI 211.4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- Guida CEI 211.6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- Legge 22 febbraio 2001, n°36; "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obbiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- Decreto 29 maggio 2008 – "Approvazione metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- Norma CEI 106-11- "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6) Parte I".

3.2 Documenti di progetto

La presente relazione fa riferimento a sottoelencati elaborati di progetto

| | | | | |

Nei casi di parallelismo con altri elettrodotti o nel caso di cambio di direzione delle diverse campate della linea, nonché in corrispondenza delle derivazioni, si è aumentata la estensione delle fasce/DPA imperturbate innanzi determinate, seguendo i criteri e le procedure inserite nell'allegato al decreto 29 maggio 2008.

Di seguito sono riportate le caratteristiche elettriche e meccaniche dei conduttori e dei sostegni utilizzati per i vari elettrodotti.

5.1 Portata di Corrente in servizio normale

In base a quanto previsto dal decreto 8 luglio 2003, il calcolo del campo elettromagnetico viene effettuato, per i nuovi elettrodotti, considerando la poetata di corrente nei conduttori fornita dalla Norma CEI 11-60.

Nelle tabelle di seguito riportate, viene illustrato il calcolo eseguito seconda tale Norma della portata relativa al conduttore in alluminio acciaio da 22.8mm previsto per gli elettrodotti in questione.

Come si nota la corrente di calcolo ricavata è stata di 445A.

Portate di Corrente del conduttore di riferimento **Io** (A)				
Tensione Nominale di Linea (KV)	Periodo **C**	Periodo **F**	Periodo **C**	Periodo **F**
380	**740**	**985**	**680**	**770**
220	**665**	**905**	**610**	**710**
130-150	**620**	**870**	**575**	**675**

Zona A

NORMA 11-60 -PORTATA DI CORRENTE					
Tensione	**132**	**kV**	Φo =	31,5	mm
Tiro Orizzontale	**1800**	**kN**	To	1800	daN
Peso Conduttore	**1,05**	**kg/m**	po	1,05	daN/m
Zona	**B**		ao =	1714,3	m
Periodo	**F**		αo =	1,94E-05	°C-1

na B

Conduttore Utilizzato					
Io	**675**	A			
			A =	961,0152	mmq
			mo =	8	
Φ conduttore	**22,8**	mm	ρo =	0,02826	Ωmm²/m
A	**308**	mm²			
Rapp. Al-Ac : **m**	**6,80**				
ρ	0,02826	Ωmm²/m			
α	1,90E-05	°C-1			
a	1714,3	m			
Ir	448,89	A			
ε	0,16				

k1	0,990338
k2	0,990338
k3	1,064202
ka	1
PORTATA DI CALCOLO	
Ir k1 ka	**445**

Stesso valore di portata è stato considerato per il calcolo del campo elettromagnetico del cavo 132kV.

5.2 Conduttori e trefoli

a) Conduttore

- Diametro Ø = 22,8 mm;
- Sezione teorica: S = 307.7 mm^2
- Materiale: Alluminio/Acciaio
- Formazione (n° x mm) 26 x 3.6 + 7 x 2.8
- Sezione Alluminio S_{al} = 264.4 mm^2
- Sezione Acciaio S_{acc} = 43.1 mm^2

b) Trefolo di guardia

Le caratteristiche del trefolo di guardia sono le seguenti:

- Diametro Ø = 10.5 mm;
- Sezione teorica: S = 65.81 mm^2
- Materiale: Acciaio
- Formazione (n° x mm) 19 x 2.1
- Massa propria teorica p = 0.503 kg/m
-

c) Cavo AT

Le caratteristiche del trefolo di guardia sono le seguenti:

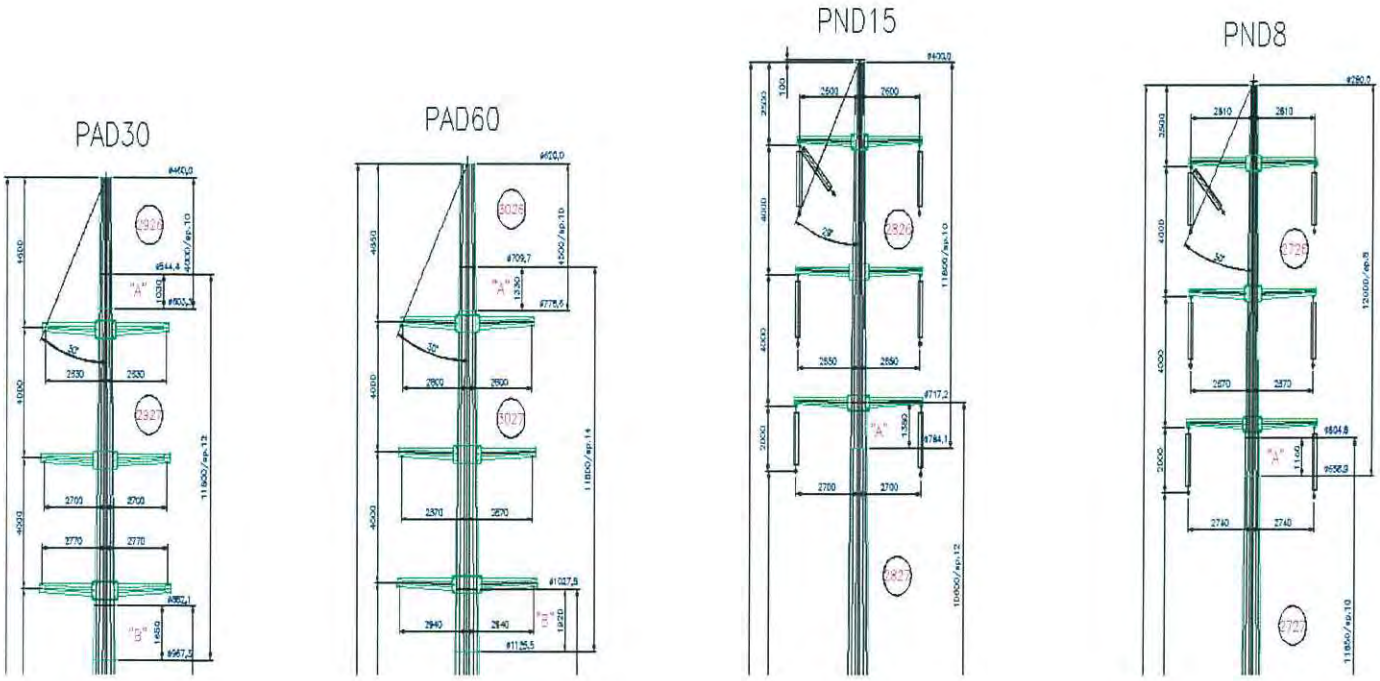
- Sezione Conduttore 630mmq
- Sezione Schermo 85mmq

- Diametro esterno max 101,5mm
- Massa p = 9,9 kg/m

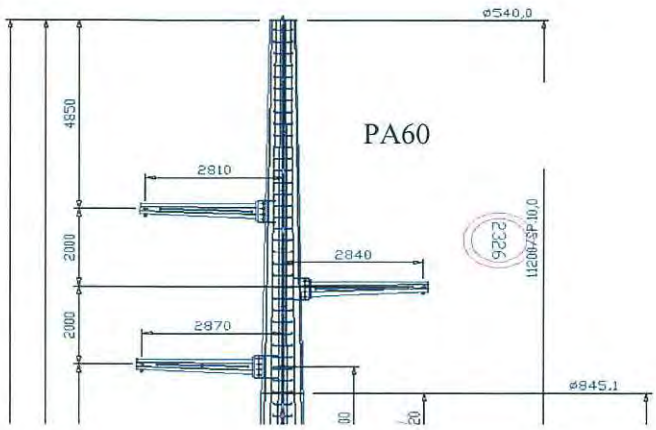
5.3 Sostegni

Di seguito sono riportate le teste dei principali sostegni utilizzati per la realizzazione delle varie linee primarie a 132kV previste in progetto.

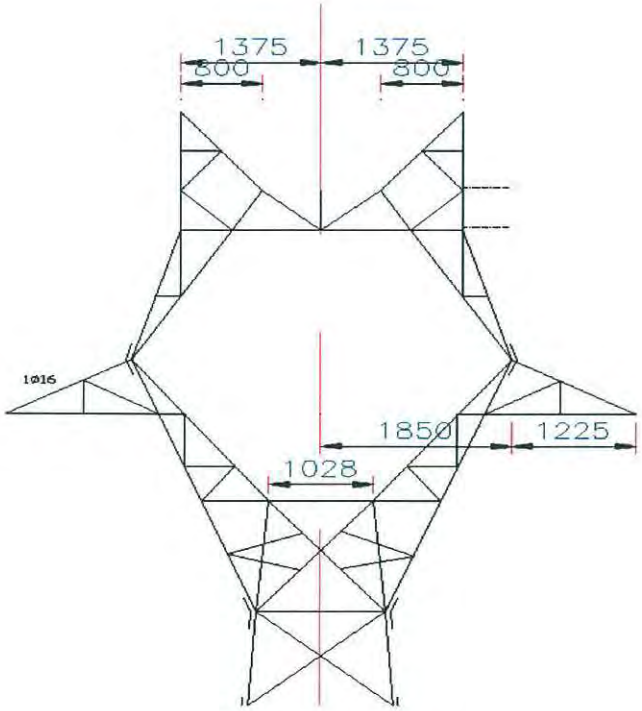
Tipologici teste dei sostegni in doppia terna con fusto poligonale



Tipologico teste dei sostegni in semplce terna con fusto poligonale

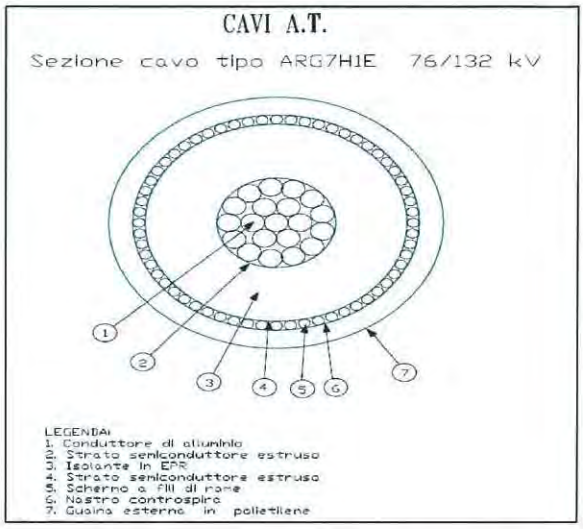


Tipologico teste dei sostegni in semplce terna in sottostazione

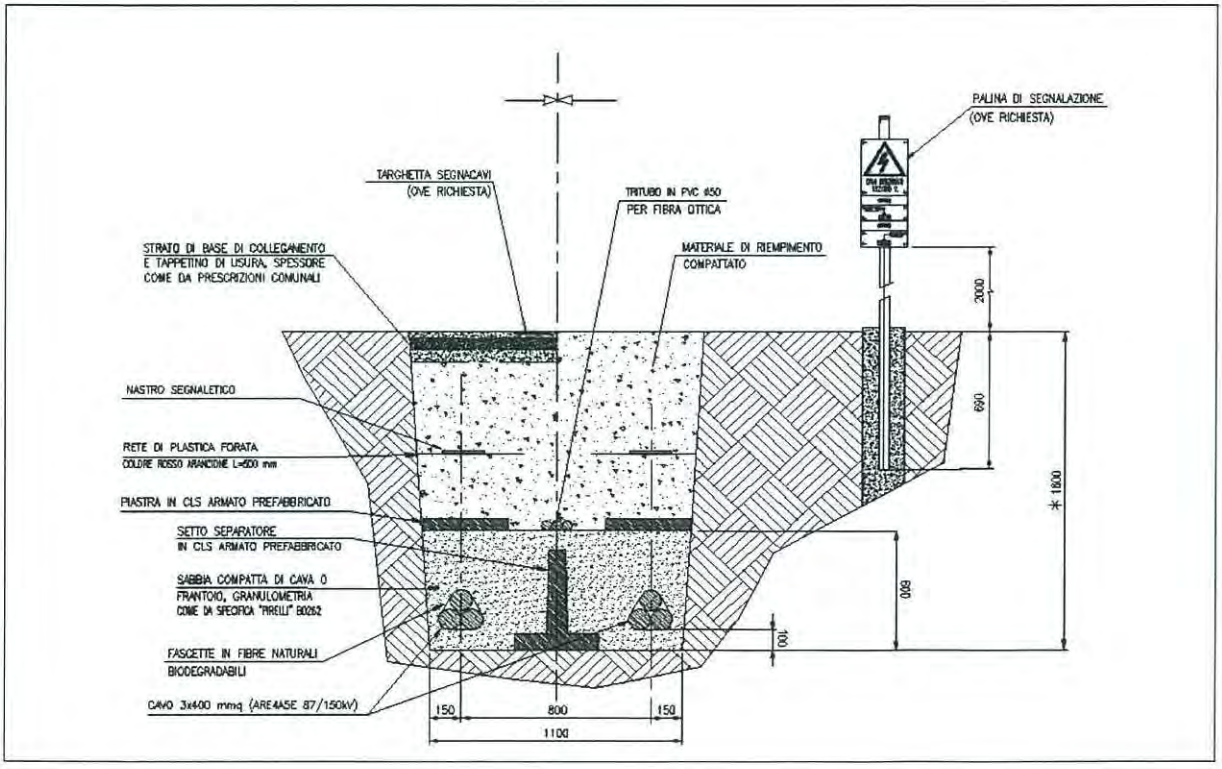


5.4 Cavo 132kV

La tipologia di cavo unipolare a 132kVda utilizzare è rappresentato nella figura sottostante.



La sezione del conduttore scelta è stata di 630mmq, mentre la profondità di interramento è stata considerata di 1.5 m.



Si può notare come per le linee aeree è stata scelta la tipologia di **sostegno poligonale a basso impatto ambientale**, mentre per i cavi si è scelta la configurazione di tre cavi unipolari disposti a trifoglio. Entrambe le

tipologie garantiscono valori fasce di rispetto più limitate rispetto ai sostegni tradizionali a traliccio delle linee aeree e alla configurazione piana dei cavi.

6 DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA

Negli elaborati elencati al punto 3.2 precedente, sono riportati gli stralci planimetrici delle varie DPA e relative APA ricavate con i criteri illustrati precedentemente.

La loro determinazione è state effettuata così, come previsto dal decreto 29 maggio 2008, sulla base delle distanze cosiddette **indisturbate** (vedi allegato alla presente relazione) che sono riportate sinteticamente nella tabella seguente e che riguardano le sottoriportate tipologie di linea:

- Doppia terna compatta fig. 1a , 1b
- Cavo AT semplice terna a trifoglio
- Cavo AT doppia terna a trifoglio.
-

DPA INDISTURBATE

Elettrodotto	Conduttore	Portata di calcolo	DPAsx	DPAdx
Doppia Terna Compatta Ottimizzata	22.8 mm	445	15	15
Cavo 132kV ST Trifoglio	630 mmq	445	2	2
Cavo 132kV DT Trifoglio	630 mmq	445	2.75	2.75
Cavo 132kV DT Trifoglio $\geq 45°$	630 mmq	445	3.75 int. dev.	2.55 est. dev.
Cavo 132kV DT Trifoglio $\geq 45°$ Ottimizzata	630 mmq	445	3.2 int. dev.	2.1 est. dev.

Si fa notare che le DPAe le APA della doppia terna compatta sono state ricavate facendo riferimento a una configurazione delle correnti **ottimizzata**.

Per il cavo DT a 132kV il valore della DPA e delle APA sono state ricavate, invece, facendo riferimento a una configurazione delle correnti **non ottimizzata** sia per rettilineo che per deviazione massima di 45°.

Nella tabella sopra riportata è stata inserita, per confronto, anche la configurazione ottimizzata relativa ad un angolo di deviazione max di 45°.

Come si può constatare nelle planimetrie di progetto delle DPA allegate, in alcuni punti del tracciato relativo alla linea primaria LP05, l'area di prima approssimazione è molto vicina (ma non intercetta) ricettori limitrofi. In queste zone, qualora richiesto, potrà essere effettuata un indagine più accurata della valutazione del campo, utilizzando software più sofisticati, al fine di consentire una più reale valutazione dell'ampiezza delle fasce.

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE
TRATTA PORTOGRUARO -RONCHI

LINEE PRIMARIE

ALLEGATO ALLA RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

L346	00	R	18	RO	LP0002	002	A

Calcolo Fasce di Rispetto e DPA

Elettrodotto Doppia Terna su semplice palificata – 132kV - PAD60

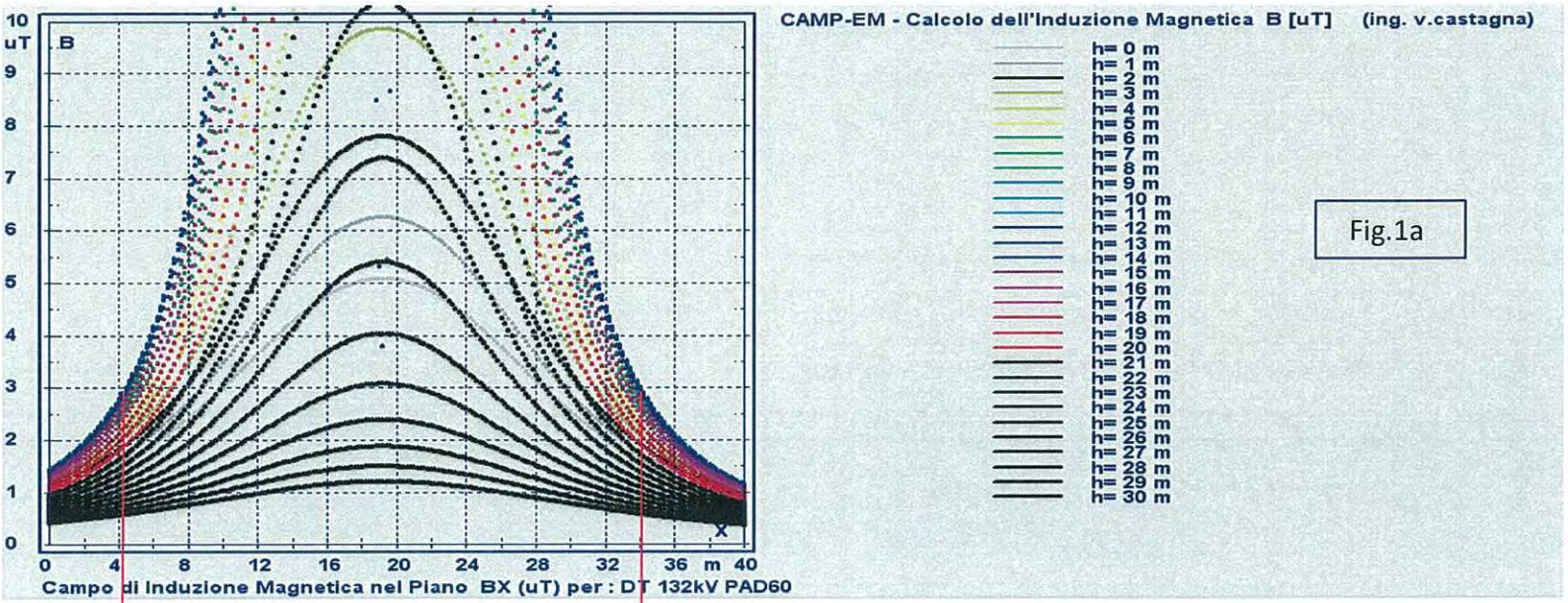
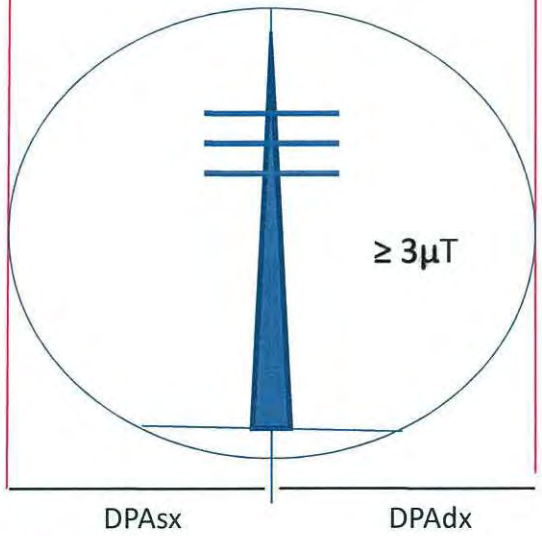
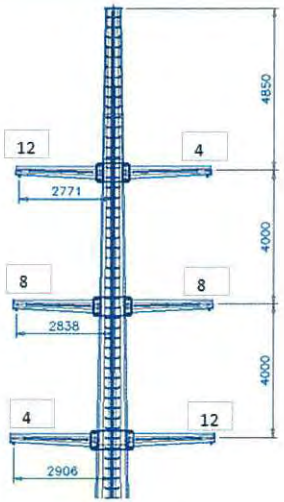


Fig.1a



Conduttore [mm]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
22.8	445	**15**	**15**

Fascia di Rispetto in Rettifilo o con deviazione max di **5°** della linea.
Configurazione delle correnti : OTTIMIZZATA



Elettrodotto Doppia Terna su semplice palificata – 132kV - PAD60

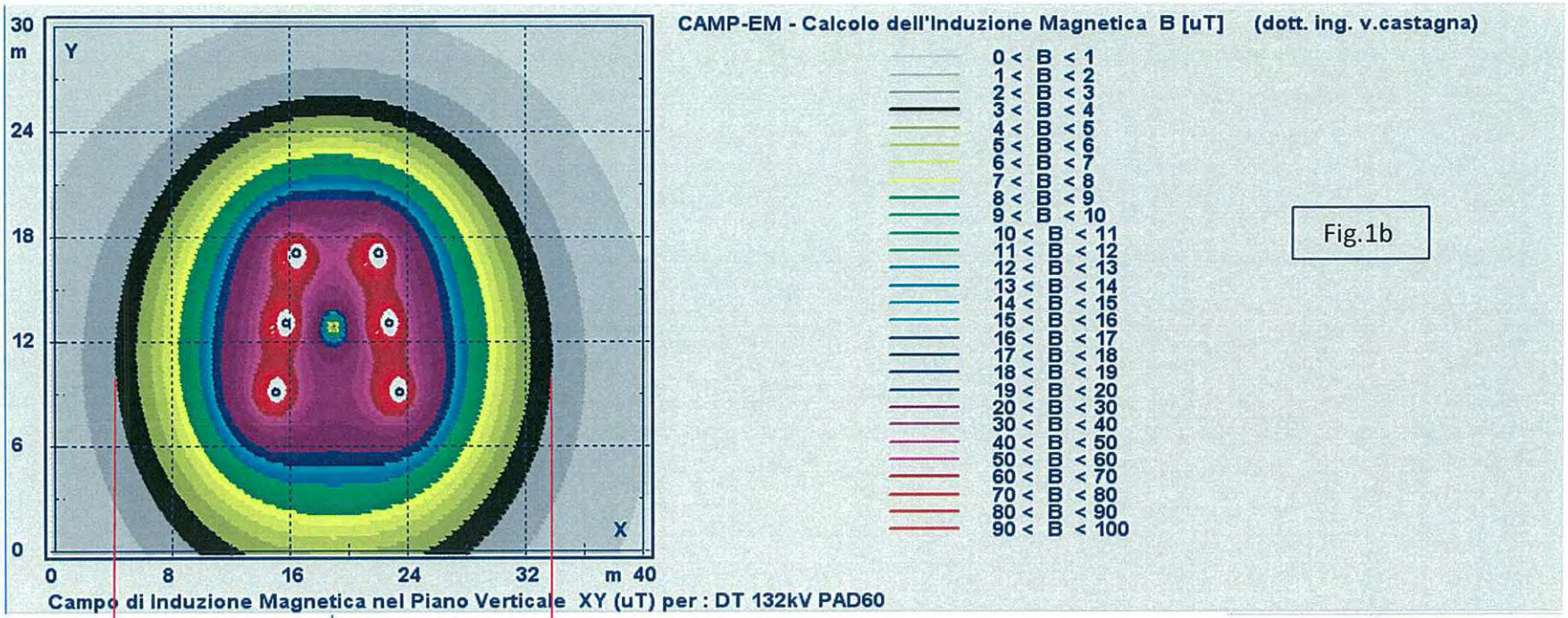
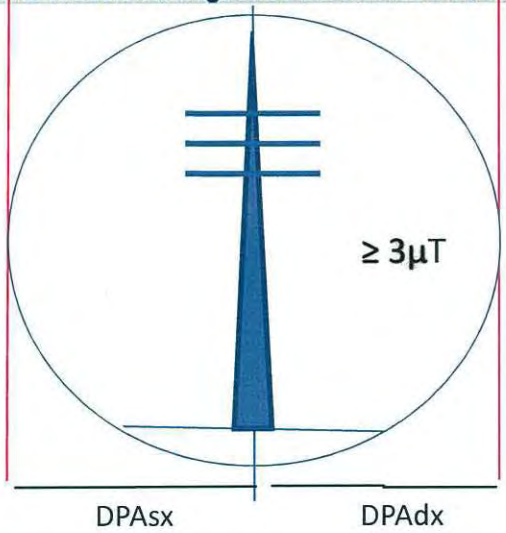
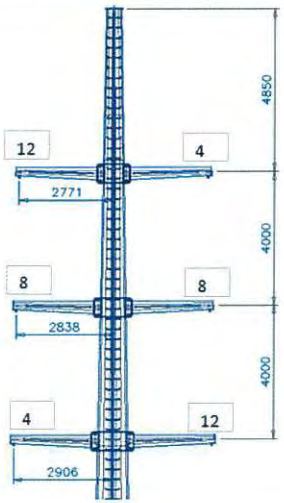


Fig.1b



Conduttore [mm]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
22.8	445	**15**	**15**

Fascia di Rispetto in Rettifilo o con deviazione max di **5°** della linea.
Configurazione delle correnti : OTTIMIZZATA



Elettrodotto Semplice Terna destra – 132kV - PA60

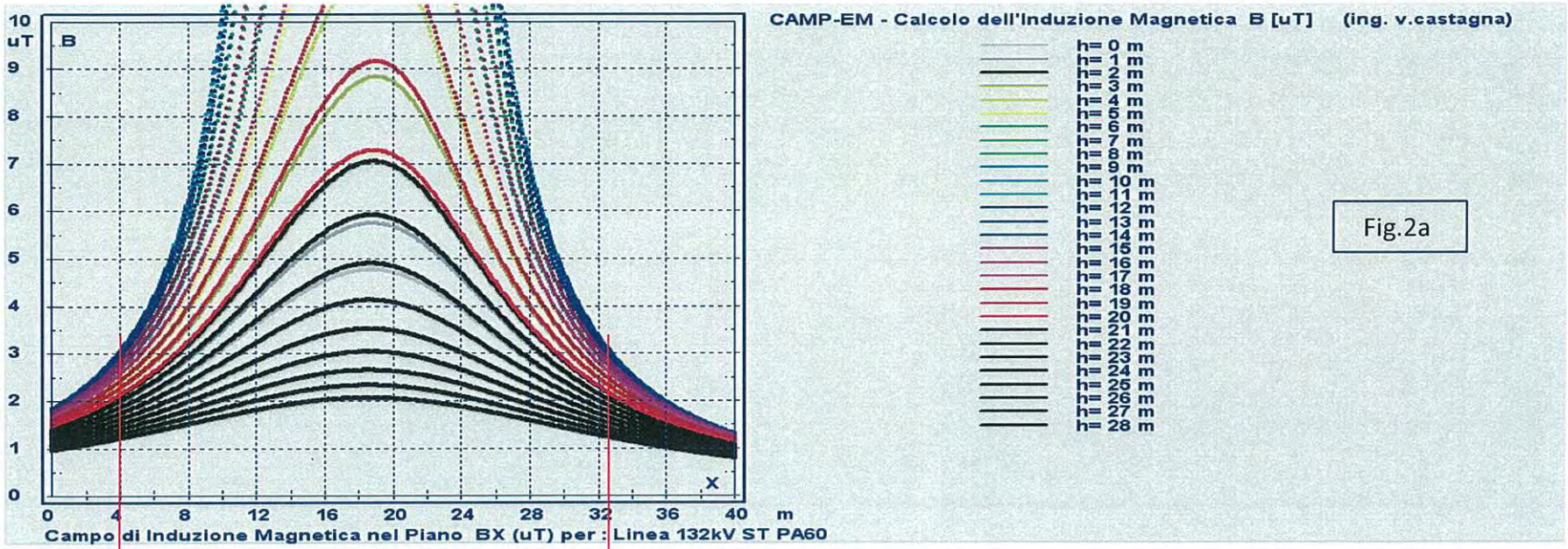
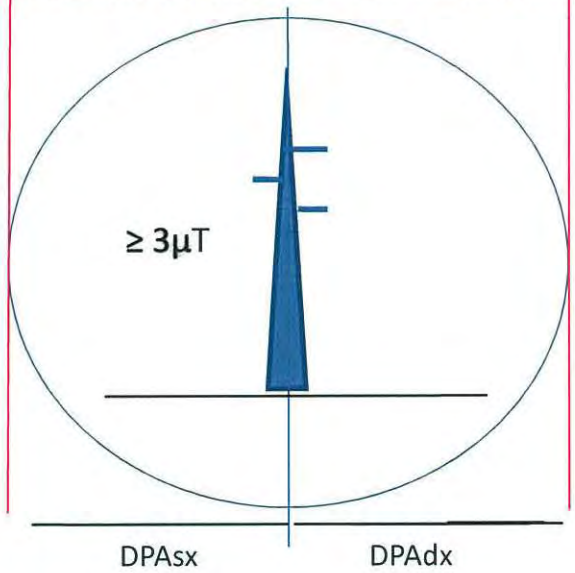
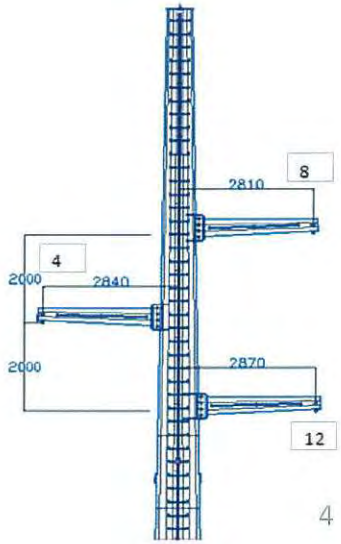


Fig.2a



Conduttore [mm]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
22.8	445	14	**15**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Semplice Terna Destra – 132kV - PA60

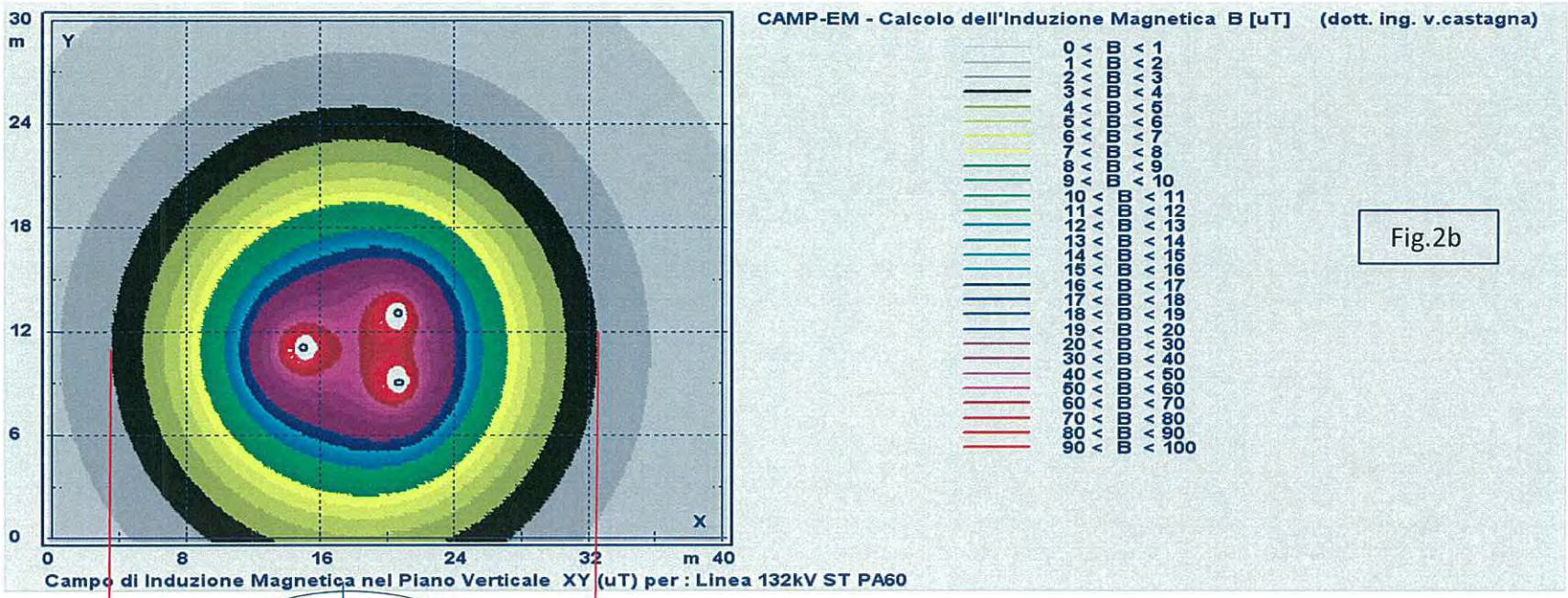
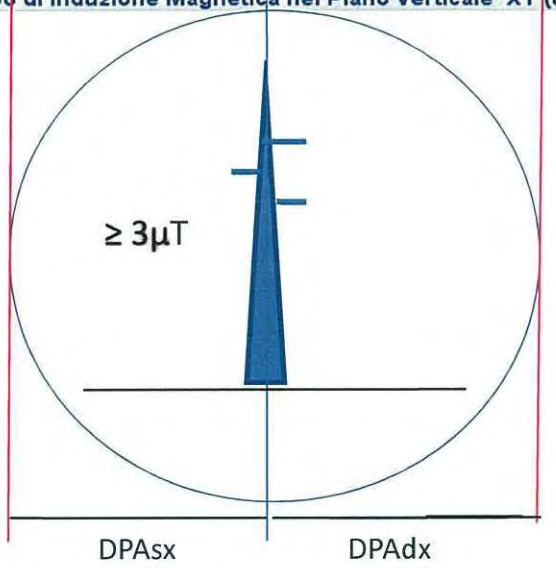
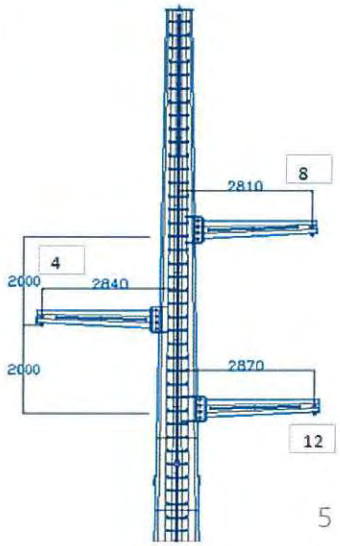


Fig.2b



Conduttore [mm]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
22.8	445	**14**	**15**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Semplice Terna in Cavo – 132kV

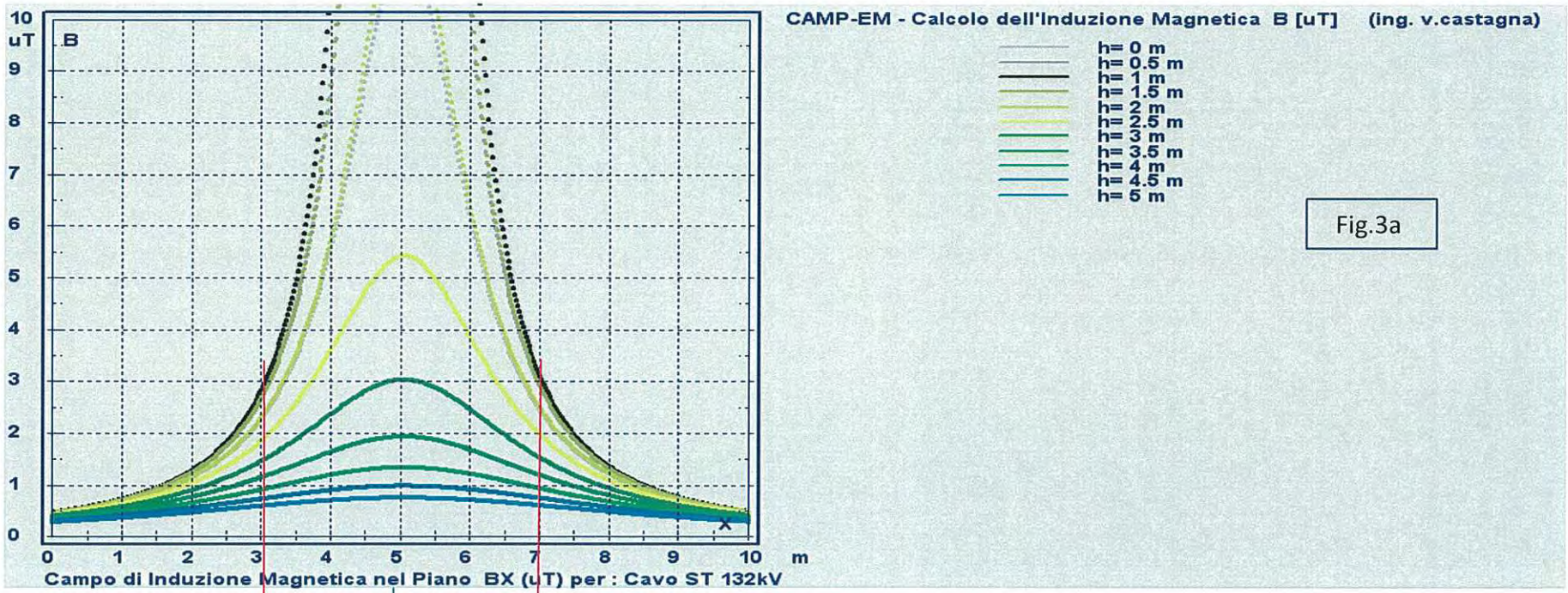
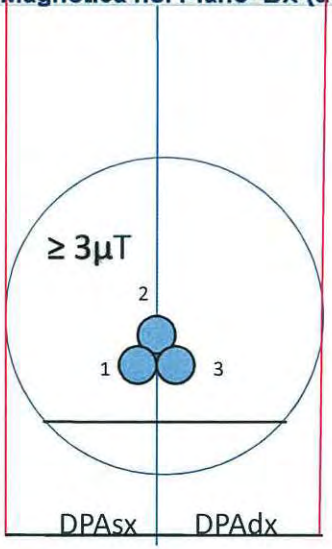


Fig.3a



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
630	445	**2.00**	**2.00**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO

Elettrodotto Semplice Terna in Cavo – 132kV

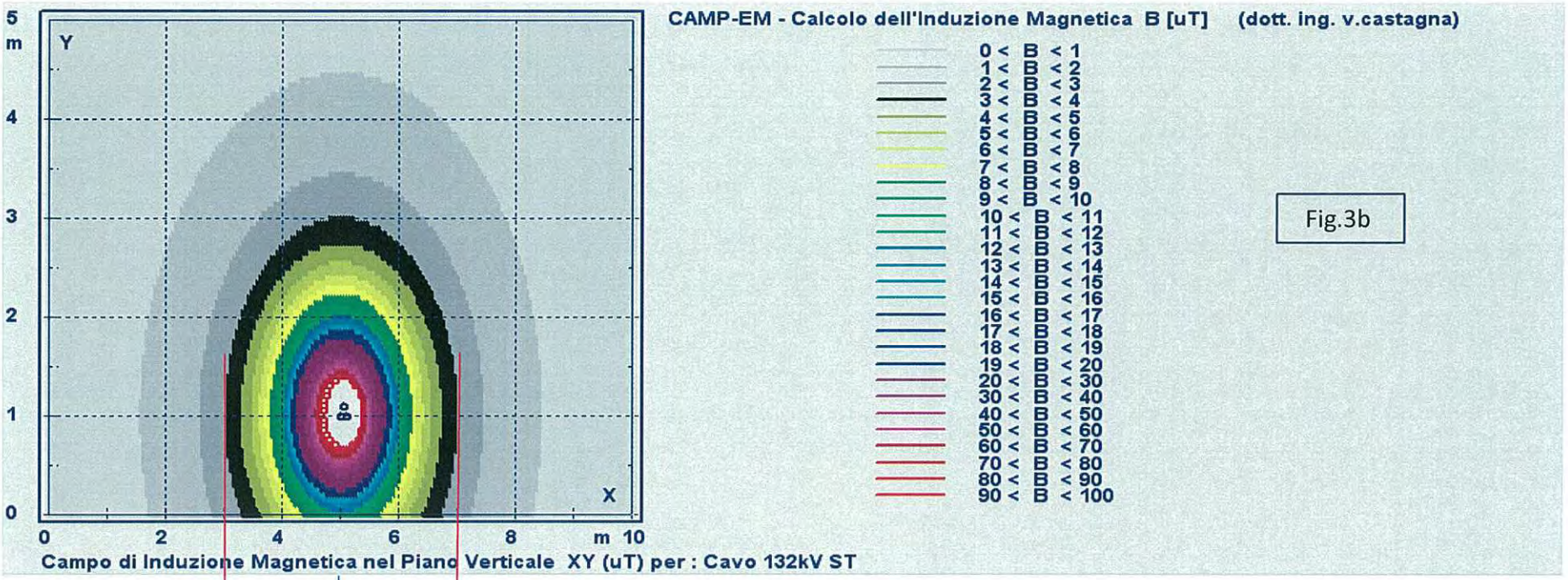
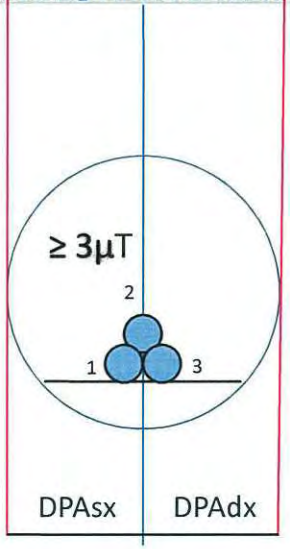


Fig.3b



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
630	445	**2.00**	**2.00**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO

Elettrodotto Doppia Terna in Cavo – 132kV

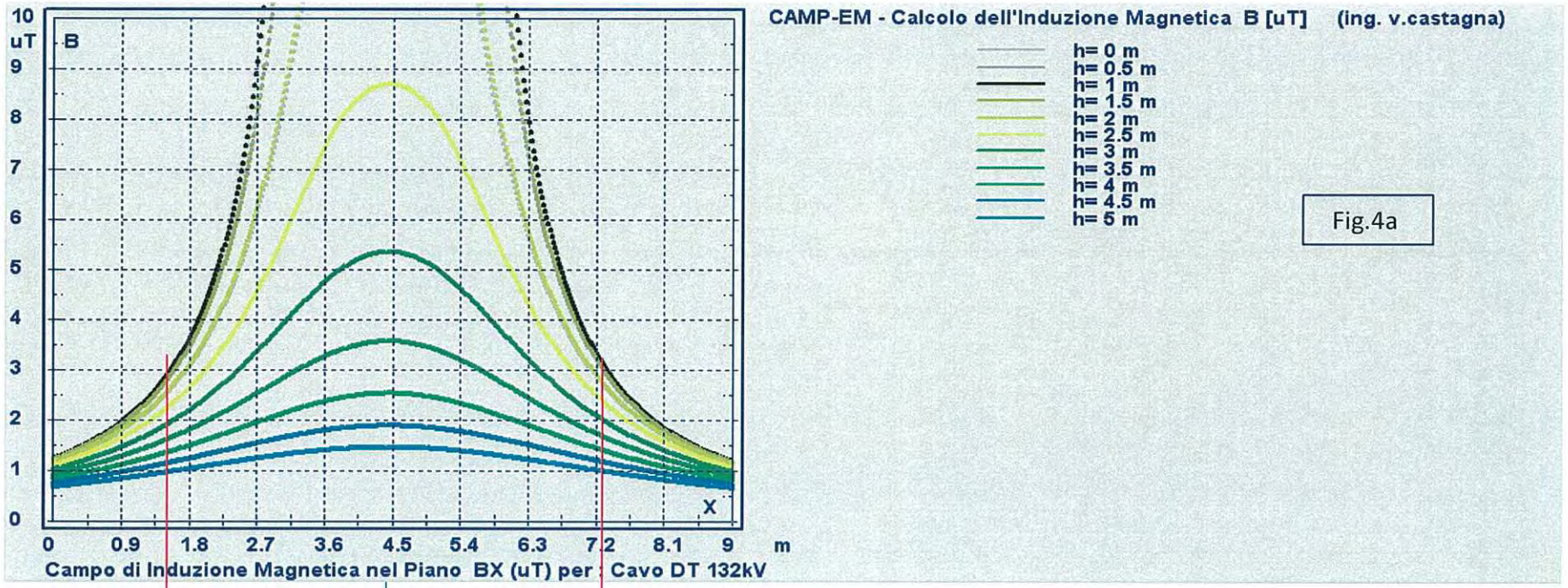
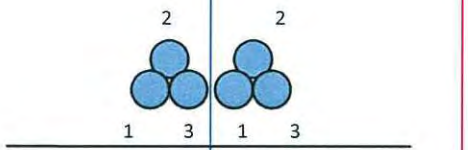


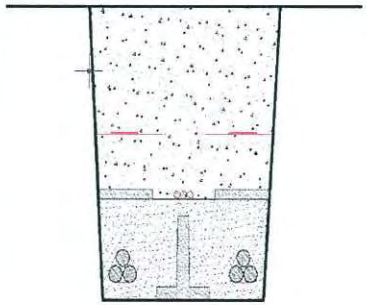
Fig.4a



DPAsx DPAdx

Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
630	445	**2.75**	**2.75**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



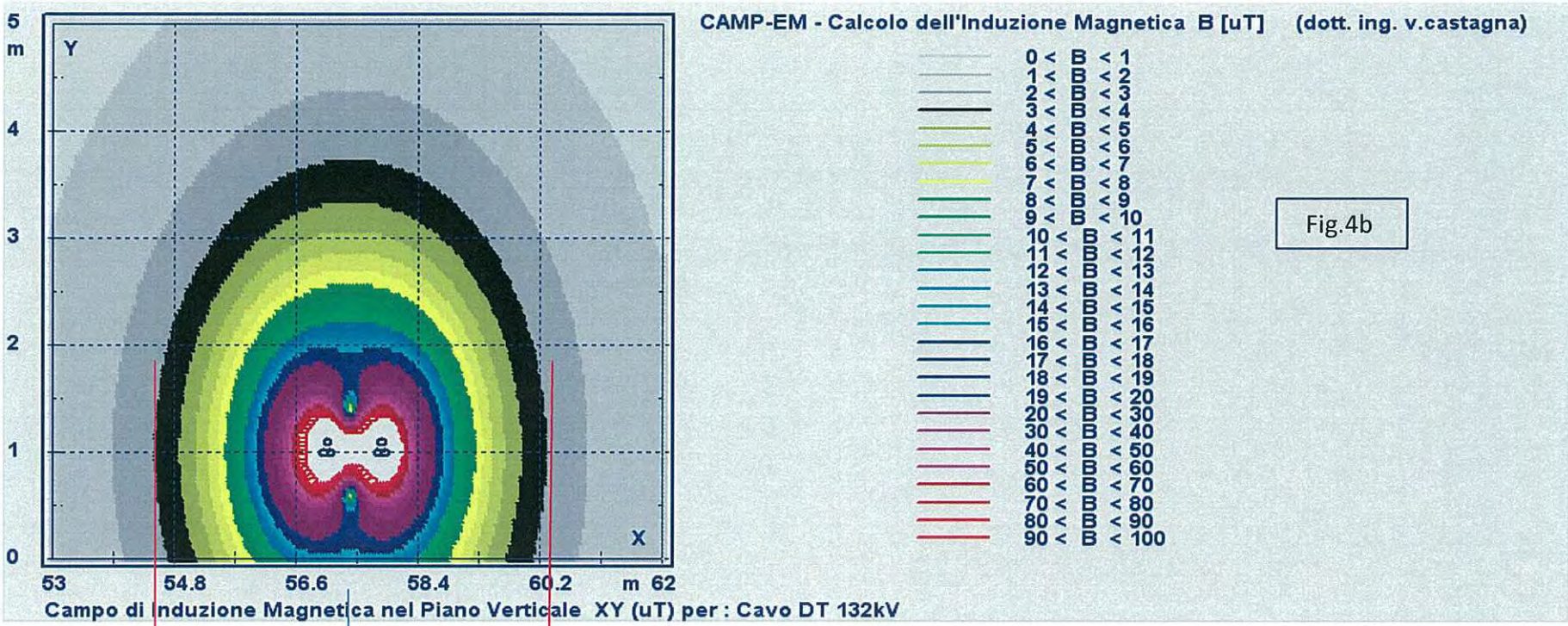
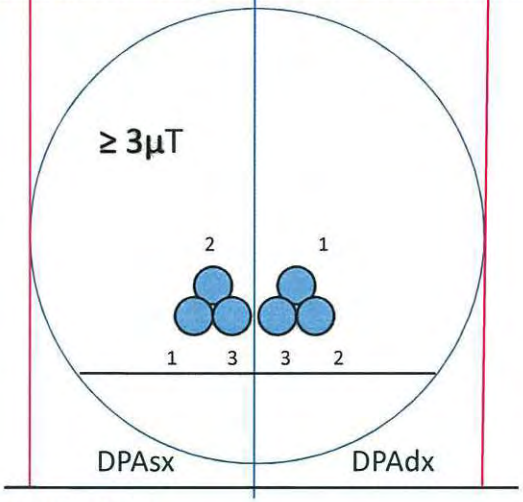
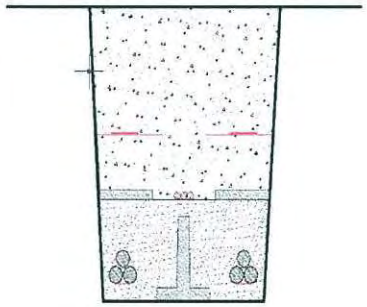


Fig.4b



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
630	445	**2.75**	**2.75**

Fascia di Rispetto con deviazione max di 5° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Doppia Terna in Cavo – 132kV

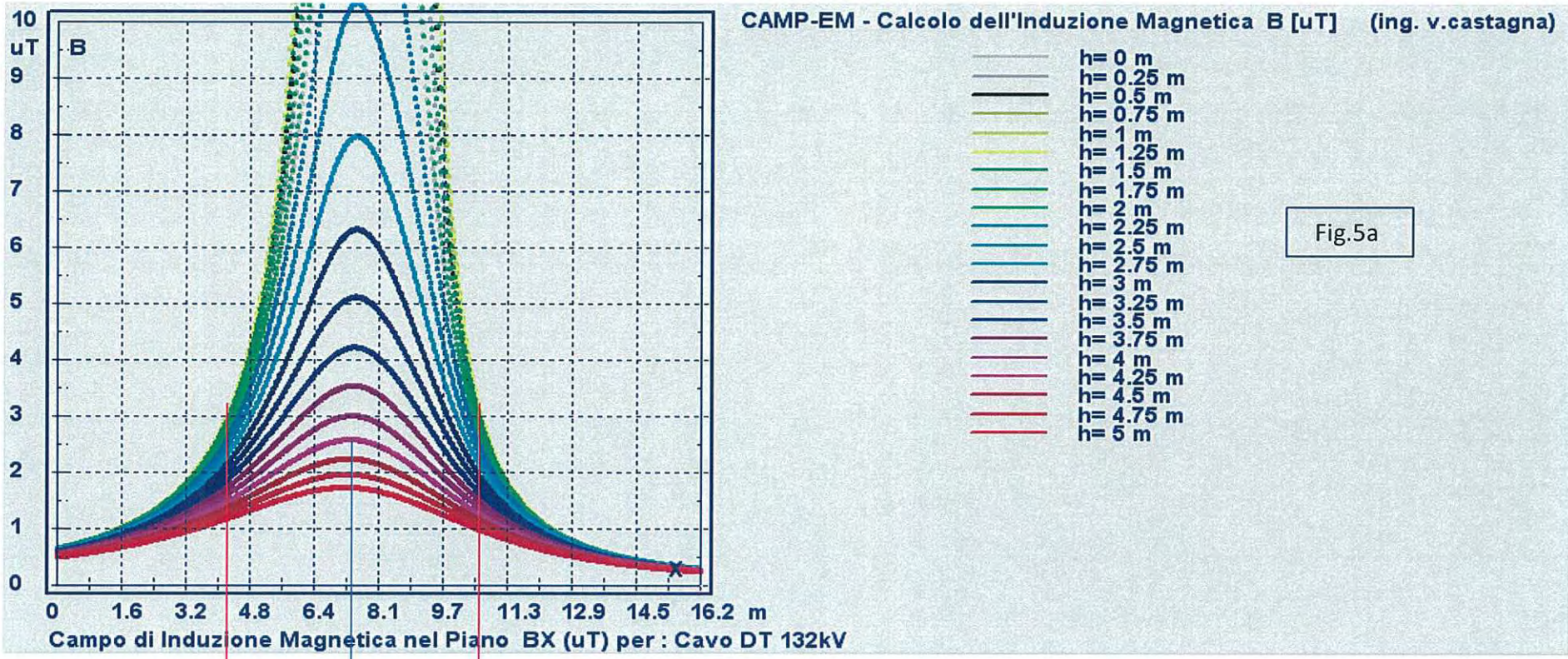
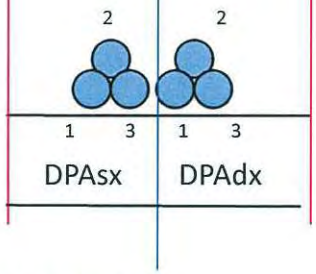
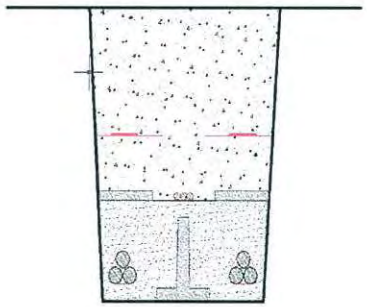


Fig.5a



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPAdx [m]
630	445	**3.75**	**2.55**

Fascia di Rispetto con deviazione di 45° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Doppia Terna in Cavo – 132kV

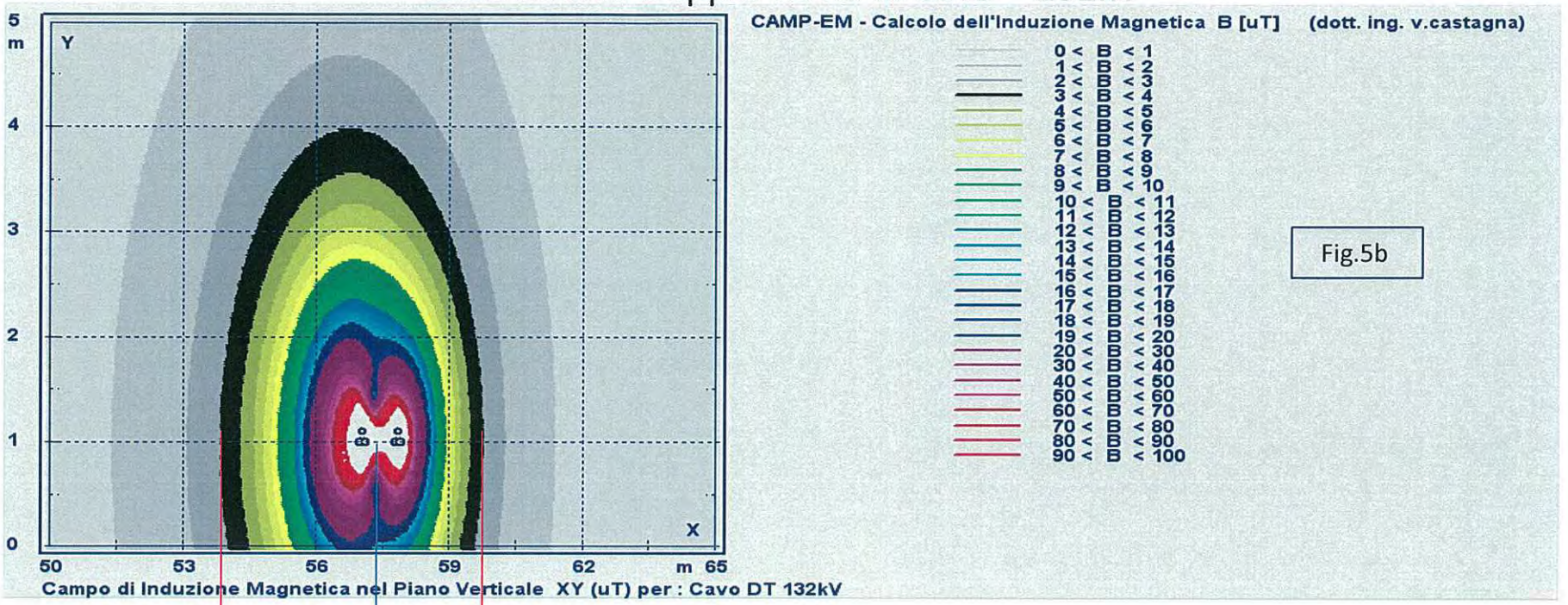
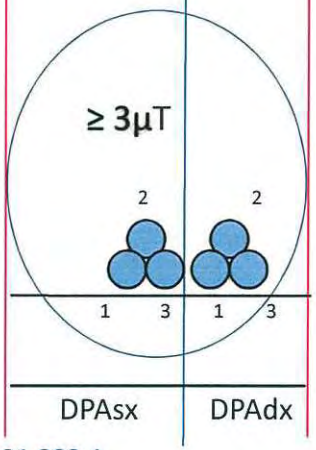
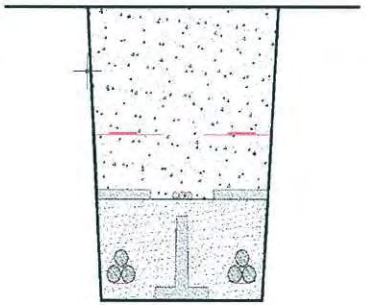


Fig.5b



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPAdx [m]
630	445	**3.75**	**2.55**

Fascia di Rispetto con deviazione di 45° della linea.
Configurazione delle correnti:
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Doppia Terna in Cavo – 132kV

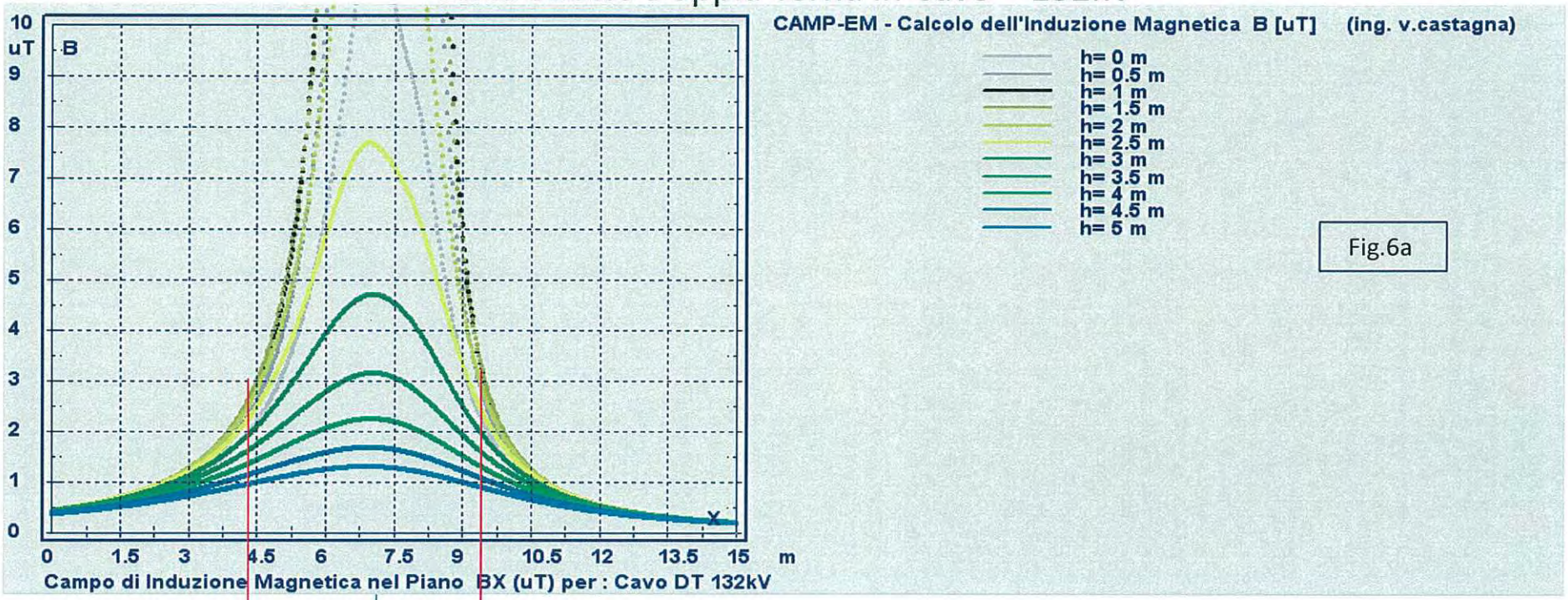
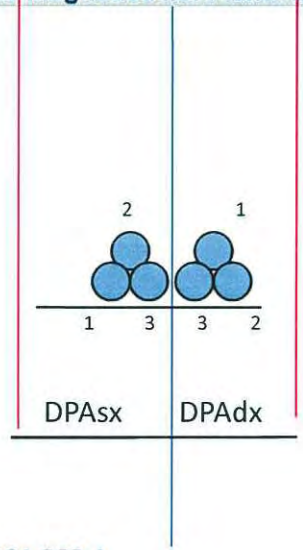
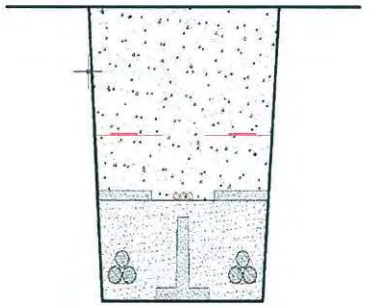


Fig.6a



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPA dx [m]
630	445	**3.2**	**2.1**

Fascia di Rispetto con deviazione di 45° della linea.
Configurazione delle correnti: Ottimizzata
COME DA FIGURA ACCANTO



Elettrodotto Doppia Terna in Cavo – 132kV

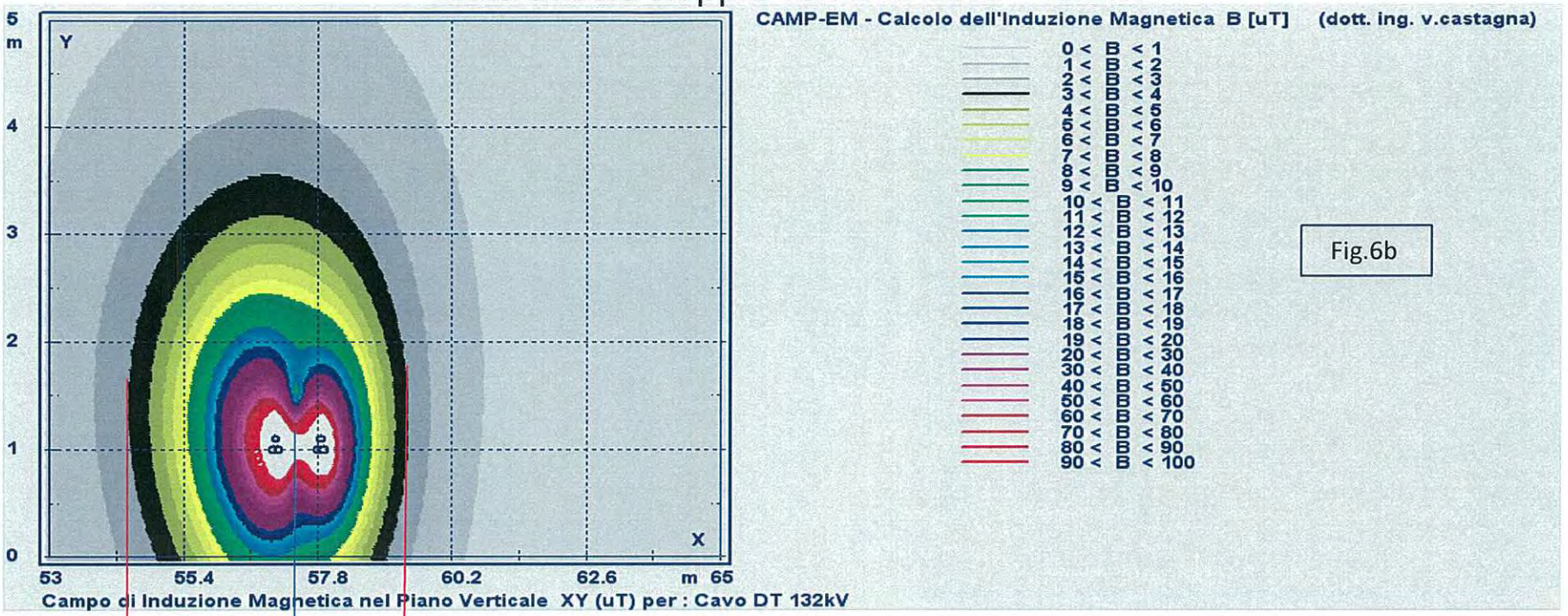
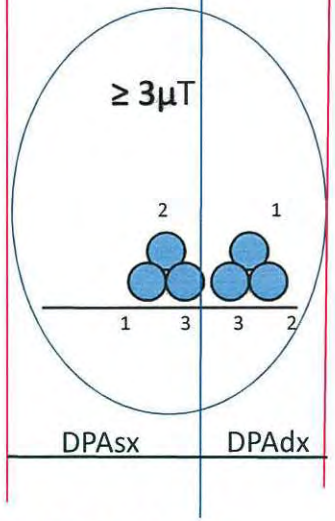


Fig.6b



Conduttore [mmq]	Portata [A]	DPAsx [m]	DPAdx [m]
630	445	**3.2**	**2.1**

Fascia di Rispetto con deviazione di 45° della linea.
Configurazione delle correnti: Ottimizzata COME DA FIGURA ACCANTO