

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

LINEA PRIMARIA AT 132 kV

Variante elettrodotti 132 kV RFI tra i sostegni n.92/100 (VR011) e tra i sostegni n.25/33 (VR015) per entra/esci alla SSE di Ponte Gardena

RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IBL1 10 D 18 CL LP0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva per CdS	R.Nanni	Marzo 2013	P.Puggeri	Marzo 2013	C. Mazzocchi	Marzo 2013	G. Guido Buffarini Ingegnere Provincia di Roma n° 17812

File: IBL110D18CLLP0100001A.doc


n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2	DOCUMENTI DI PROGETTO	6
3	CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO	7
4	CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO.....	8
4.1	DATI DI INPUT	8
4.2	STRUMENTI DI CALCOLO.....	12
4.3	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	13
4.4	FASCIA DI RISPETTO DELLA SSE DI PONTE GARDENA	17
5	CONCLUSIONE.....	18

ALLEGATO A1

ALLEGATO A2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 3 di 18

1 PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di "Quadruplicamento ferroviario della linea Fortezza – Verona – Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena", si è reso necessario l'anticipo dell'esecuzione di una serie di opere costituenti il SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1 FORTEZZA – PONTE GARDENA relativo all'ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO.

La sistemazione di progetto a PRG della stazione di Ponte Gardena, connessa con la realizzazione di tali opere ha richiesto nell'area compresa tra l'attuale linea ferroviaria storica ed il fiume Isarco, un primo intervento di adeguamento delle palificate di due tratti degli esistenti elettrodotti A.T. a 132 kV di RFI:

- Terna n. VR011 - VARNA – SCILIAR
- Terna n. VR015 - CHIUSA – ENEL CARDANO

interferenti con la sede del futuro binario di progetto dell'interconnessione pari, con il sottovia per l'attraversamento della linea storica e con le aree su cui dovrà svilupparsi il cantiere civile per la realizzazione delle relative opere.

Al fine di garantire la realizzazione degli interventi di cui sopra, è stato previsto un primo intervento di variante che consiste nell'adeguamento degli elettrodotti AT 132 kV mediante lo spostamento dei tralicci e dei conduttori verso il fiume Isarco. Per limitare l'estensione dei tratti in variante, l'intervento sulle due terne in questione è stato circoscritto ai sostegni n.94/98 (VR011) e ai sostegni n. 27/31 (VR015) accorpando le due terne su un'unica palificata.

Mentre nella realizzazione dei lavori di "QUADRUPPLICAMENTO FERROVIARIO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA – LOTTO 1 FORTEZZA – PONTE GARDENA", è prevista la realizzazione di una nuova SSE (soccorso) /PPD di PONTE GARDENA ubicata nell'ambito delle pertinenze dell'omonima stazione ferroviaria, in un'area collocata in prossimità del futuro sbocco della galleria del binario pari dell'Interconnessione Gardena, con asse alla prog. km 173+393 LS (circa).

L'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) alla rete elettrica AT, viene previsto dai sopra citati elettrodotti RFI 132 kV (Terna n. VR011 - VARNA – SCILIAR e Terna n.VR015 - CHIUSA – ENEL CARDANO) tramite collegamento in cavo AT in doppio Entra/Esce.

I due sistemi di Entra/Esce alimenteranno rispettivamente un gruppo AT/MT da 60MVA dedicato all'alimentazione in emergenza degli impianti TE ed un gruppo AT/MT da 15MVA dedicato all'alimentazione degli impianti LFM e sicurezza in galleria. Un congiuntore di sbarra garantirà la possibilità di mutuo soccorso lato AT tra i due sistemi di alimentazione.

Per gli impianti citati: la SSE di Ponte Gardena, i relativi cavidotti di alimentazione e per la parte delle linee VR011 e VR015 adeguate, la presente relazione ha l'obiettivo di fornire tutte le indicazioni necessarie a dimostrare il rispetto delle prescrizioni relative alla compatibilità elettromagnetica dell'opere con le presenze antropiche.


Lo studio delle emissioni dei campi elettromagnetici è stato effettuato nel rispetto della normativa in ambito di esposizione ai campi elettromagnetici (legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003) degli enti ricettori per cui è prevista presenza umana per più di quattro ore giornaliere. Tale norma fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Frequenza di rete 50 Hz	Intensità di campo elettrico E [kV/m]	Intensità di induzione magnetica B [μ T]
Obiettivi di qualità	---	3
Valori di attenzione	---	10
Limiti di esposizione	5	100

Tab. 1 - Riassunto dei valori di esposizione alla frequenza di rete (50 Hz)

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (*Approvazione della metodologia di calcolo per la*

	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBL1	10	D 18	CL LP 01 001	A	5 di 18


determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'analisi delle problematiche suddette 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. 01/2011.
- Norma CEI 11.60 “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV” Ed. 06/2002.
- 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 – Ed. 03/2001 "Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE".
- 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)” Ed.06/2006.
- Guida CEI 211.4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Ed.09/2008.
- 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" Ed.01/2001.
- Legge 22 febbraio 2001, n°36; “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 6 di 18

- 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".
- DM 29 maggio 2008: "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica".
- DM 29 maggio 2008: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- ISPRA: "Disposizioni integrative/interpretative dei Decreti 29 maggio 2008 vers. 7.4".

2.2 DOCUMENTI DI PROGETTO

Costituiscono inoltre parte integrante della presente relazione i documenti di progetto definitivo di seguito elencati, ai quali si rimanda per tutte le informazioni di dettaglio:

- **IBL110D18ROLP0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV – RELAZIONE TECNICA GENERALE
- **IBL110D18C4LP0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - COROGRAFIA 1:10000 ENTRA/ESCI SSE DI PONTE GARDENA - Tratta CHIUSA - SCILIAR tra i sostegni N.92/100 (VR011) e tra i sostegni N.25/33 (VR015)
- **IBL110D18P6LP0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - PLANIMETRIA VARIANTE ELETTRRODOTTI 132 kV RFI TRA I SOSTEGNI N.92/100 (VR011) E TRA I SOSTEGNI N.25/33 (VR015) PER ENTRA/ESCI ALLA SSE DI PONTE GARDENA
- **IBL110D18F8LP0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - PROFILO PLANO-ALTIMETRICO VARIANTE ELETTRRODOTTI 132 kV RFI (VR011) TRA I SOSTEGNI N.92/100
- **IBL110D18F8LP0100002A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - PROFILO PLANO-ALTIMETRICO VARIANTE ELETTRRODOTTI 132 kV RFI (VR015) TRA I SOSTEGNI N.25/33
- **IBL110D18WXL0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV – SEZIONI DI LINEA CON FASCE DI ASSERVIMENTO


- **IBL110D18WALP0100002A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV – SEZIONI TIPOLOGICHE POSA IN CAVO
- **IBL110D18PXL0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - SOSTEGNI PASSAGGIO LINEA AEREO-CAVO

3 CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

In virtù del valore estremamente basso della frequenza di alimentazione (50 Hz), il campo elettrico e il campo magnetico, prodotti da una linea aerea, possono essere considerati come due fenomeni fisici separati. Il campo elettrico generato da un elettrodotto è legato alla tensione del sistema, che almeno nominalmente è fissa; ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili. Dato il livello di tensione non eccessivamente elevato degli elettrodotti in esame (132 kV), il livello di campo elettrico corrispondente sul livello del suolo risulterà sicuramente al di sotto dei limiti imposti dall'attuale normativa¹. Inoltre per la parte di linea realizzata in cavo interrato, questo sarà dotato di schermo metallico connesso a terra, quindi il campo elettrico sarà localizzato principalmente all'interno del materiale isolante.

Tali considerazioni giustificano lo studio delle emissioni delle linee, limitato al solo campo magnetico.

¹ Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 8 di 18

4 CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

4.1 DATI DI INPUT

La soluzione progettuale della variante agli elettrodotti AT, e che sostanzialmente ripristina il tracciato storico delle due terne nel tratto in questione, è riportata nel documento:

- **IBL110D18P6LP0100001A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV - PLANIMETRIA VARIANTE ELETTRODOTTI 132 kV RFI TRA I SOSTEGNI N.92/100 (VR011) E TRA I SOSTEGNI N.25/33 (VR015) PER ENTRA/ESCI ALLA SSE DI PONTE GARDENA

Le aree interessate dall'intervento di variante ai due elettrodotti AT, ricadono nel Comune di LAION (BZ) e nel Comune di BARBIANO (BZ).

L'area su cui sarà realizzata l'apertura delle due terne per l'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Ponte Gardena, tramite collegamento in cavo AT in doppio Entra/Esce, non è urbanizzata e risulta essere interclusa tra il Fiume Isarco e la sede ferroviaria Verona - Fortezza.

I sostegni ricadenti su tale area (Comune di LAION) sono i n.95, 96 e 97 della terna VARNA – SCILIAR (VR011) e n.28, 29 e 30 della terna - CHIUSA – ENEL CARDANO (VR015). I sostegni (n.96 e n.29) sul quale realizzare gli ormeggi dei conduttori aerei e le discese cavi AT (vedi elaborato IBL110D18PXLP0100001A) per l'alimentazione della SSE, sono del tipo TA30+3 opportunamente equipaggiati con la carpenteria per l'attestazione dei terminali cavi, con relativi scaricatori e discese.

Nelle campate adiacenti a nord della suddetta area (sostegni n.26/27 - VR015 e sostegni n.93/94 - VR011) ricadenti nel Comune di BARBIANO, le due linee AT esistenti passano tra il depuratore e il relativo fabbricato uffici (F1 - ALLEGATO 2), e una fabbrica per la lavorazione del legno (F2 - ALLEGATO 2).

Inoltre nelle campate adiacenti a sud della suddetta area (sostegni n.30/31/32 - VR015 e sostegni n.97/98/99 - VR011) ricadenti sempre nel Comune di BARBIANO, le due linee AT sono vicine al fabbricato identificato come F3.


Il ripristino del tracciato storico per i tratti di linea pocanzi evidenziati, è consistito anche in un riposizionamento dei sostegni, al fine di evitare che i fabbricati F1, F2 e F3 siano intercettati da un campo magnetico superiore a 3 μ T (obiettivo di qualità).

Complessivamente i tratti degli elettrodotti VR011 e VR015 interessati dalla variante, hanno rispettivamente una lunghezza complessiva di 1732,00 metri (da sostegno n.25 e sostegno n.33) e di 1733,70 metri circa (da sostegno n.92 e sostegno n.100).

Nella tabella seguente sono riportati, per ogni terna, gli elementi caratterizzanti della nuova configurazione (numero e tipologia sostegni, campate e angoli di derivazione).

Elettrodotto 132 kV RFI - VARNA – SCILIAR Terna VR011 Tratto tra i sostegni n.92 e n. 100				Elettrodotto 132 kV RFI - CHIUSA – ENEL CARDANO Terna VR015 Tratto tra i sostegni n.25 e n. 33			
N.Sost.	Tipologia	Campate	α derivazione	N.Sost.	Tipologia	Campate	α derivazione
92	P93+1 (esist.)		21° 00'	25	P93+1 (esist.)		20° 00'
		196,00				193,00	
93	TN 3+9		00° 00'	26	TN 3+9		00° 00'
		125,00				125,00	
94	TN3+12		03° 00'	27	TN3+12		03° 00'
		234,00				234,00	
95	TN3+3		00° 00'	28	TN3+3		00° 00'
		212,00				211,00	
96	TA30+3		08° 00'	29	TA30+3		08° 00'
		210,00				211,50	
97	TN15+3		13° 00'	30	TN15+3		13° 00'
		260,50				263,70	
98	TN15+3		10° 00'	31	TN15+3		10° 00'
		247,50				268,50	
99	TN3+9		00° 00'	32	TN3+3		00° 00'
		247,00				227,00	
100	P94+1 (esist.)		04° 00'	33	P94+1 (esist.)		04° 00'
Estesa intervento		1732,00		Estesa intervento		1733,70	

Tab. 2 – Tipologia sostegni delle due terne RFI

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 10 di 18

Di seguito si riportano le caratteristiche del conduttore impiegato per la realizzazione dei nuovi elettrodotti:

Tipo	Alluminio/acciaio (ACSR)
Diametro	22.8 mm
Formazione (n° x mm)	26x3.60 + 7x2.80
Peso proprio p	1.05 daN/m
Sezione alluminio Sal	264.6 mmq
Sezione di acciaio Sac	43.10 mmq
Modulo di elasticità alluminio Eal	6174 daN/mmq
Modulo di elasticità acciaio Eac	18130 daN/mmq
Carico di rottura R	9157 daN
Coefficiente di dilatazione termica	$19 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Rapporto caratteristico $m = \text{Sal}/\text{Sac}$	6.14
Modulo elastico del conduttore	7848 daN/mmq


Tab. 3 - Caratteristiche del conduttore di fase

Per quel che riguarda le condizioni ambientali di riferimento, i tratti di linea in oggetto vengono a trovarsi, (vedi Norma CEI 11-4), nella zona B. Per la determinazione delle fasce di rispetto, il riferimento è stato l'obiettivo di qualità (3 μT) del DPCM dell'8 luglio 2003, imponendo la portata di corrente in servizio normale degli elettrodotti, come definita dalla norma CEI 11 - 60.

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente del conduttore di riferimento I_0			
	(A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380	740	985	680	770
220	665	905	610	710
132÷150	620	870	575	675

Tab. 4 - CEI 11-60

Nella Tab. 4, tratta dalla norma CEI 11-60, è indicata la portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento ACSR di 31,5 mm di diametro, nelle due zone climatiche (A e B), nei rispettivi periodi stagionali e per i diversi livelli di tensione. Nel caso in esame, il valore di corrente di riferimento risulta pari a 675 A. Applicando

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 11 di 18

gli opportuni coefficienti riduttivi previsti dalla stessa CEI 11-60, per un conduttore in alluminio-acciaio di 22.8 mm di diametro, si è giunti a considerare la sua portata in corrente al limite termico pari a 442 A.

Per quanto riguarda le linee elettriche aeree di proprietà Terna S.p.A., che intersecano gli elettrodotti RFI tra i sostegni n° 97-96 della VR011 e tra i sostegni n° 30-29 della VR015, queste sono equipaggiate con la medesima tipologia di conduttore di fase, quindi sono state simulate con lo stesso valore di corrente al limite termico di 442 A.

Mentre per quanto riguarda la linea di proprietà Terna S.p.A. - Ponte Gardena – Premesa, questa risulta equipaggiata con conduttori in alluminio-acciaio di sezione pari a 228 mm². Applicando la stessa procedura indicata nella norma CEI 11-60, per un conduttore di 19,38 mm di diametro, si determina un valore di corrente al limite termico di 358 A.

Per le linee VR011 e VR015, le geometrie dei sostegni indicate in Tab. 2 ed implementate nel programma di calcolo, sono quelle indicate nella specifica RFI LP 018 – Ed. Novembre 2001, mentre le altre linee sono state simulate con sostegni a delta rovescio secondo lo standard Terna S.p.A., per il livello di tensione di 132 kV.

Come già esposto, l'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) alla rete elettrica AT viene previsto dai citati elettrodotti RFI 132 kV (Terna n. VR011 - VARNA – SCILIAR e Terna n.VR015 - CHIUSA – ENEL CARDANO) tramite collegamento in cavo AT in doppio Entra/Esce.

Dai sostegni n.96 e n.29, tipo TA30+3, opportunamente equipaggiati con la carpenteria per l'attestazione dei terminali cavi, con relativi scaricatori e discese sul quale realizzare gli ormeggi dei conduttori aerei (vedi elaborato IBL110D18PXP0100001A), partono i cavi AT per l'alimentazione della SSE.

I particolari delle modalità di posa appena descritti, sono riscontrabili con maggior dettaglio nell'elaborato di progetto:

- **IBL110D18WALP0100002A** - LINEA PRIMARIA AT 132 kV – SEZIONI TIPOLOGICHE POSA IN CAVO


La scelta della tipologia di cavo è stata effettuata in accordo con quanto indicato nella specifica RFI:

- RFI/DTC.EE.TE 159 – Ed. 11/2005: Istruzione Tecnica - Cavi elettrici in media ed alta tensione

la quale prevede per la prosecuzione di linee aeree con conduttori in ACSR di diametro pari a 22.8 mm, l'utilizzo di un cavo ARG7H1E, con conduttore in alluminio di sezione 630 mm².

Nel seguito sono riportate le principali caratteristiche del cavo:

- Portata 660 A.
- Conduttore in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata, di cui alla norma CEI 20-29.

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMPATIBILITA' MAGNETICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 18	DOCUMENTO CL LP 01 001	REV. A	FOGLIO 12 di 18

- Isolante costituito da gomma sintetica a base di EPR (etilene propilene reticolato), ad alto modulo elastico e rispondente alle norme CEI 20-66; tra il conduttore e l'isolante e tra l'isolante e lo schermo metallico sono interposti strati di semiconduttore estruso, con eventuali fasciature semiconduttive.
- Schermo metallico esterno costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato; in ogni caso il rapporto tra la lunghezza dei fili rettificati e la corrispondente lunghezza dell'anima deve risultare maggiore di 1,02; è ammessa la presenza di eventuale nastro non igroscopico.
- Rivestimento protettivo esterno in guaina in polietilene (PE) di colore nero con qualità Ez, rispondente alle norme CEI 20-66; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento sarà in guaina di PVC nera e grafitata di qualità R2.

Di seguito è rappresentata una figura schematica del cavo descritto

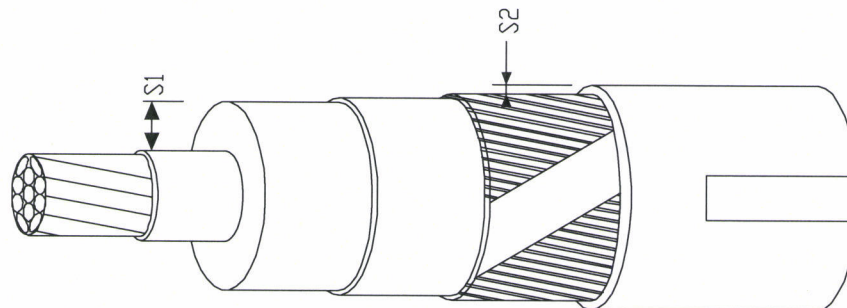


Fig. 1 – Rappresentazione schematica del cavo ARG7H1E con sezione di 630 mm²

Essendo la derivazione in cavo elettricamente in serie con la conduttura in alluminio-acciaio di sezione pari a 308 mm² e di portata inferiore rispetto al cavo impiegato, considerando quanto riportato nel paragrafo 2.7.3 del documento ISPRA “Disposizioni integrative/interpretative dei Decreti 29 maggio 2008 ver. 7.4”, per il nuovo cavidotto, nel programma di calcolo è stata impostata la corrente al limite termico della linea aerea a minor portata di corrente, ovvero 442 A (e non 660 A).

4.2 STRUMENTI DI CALCOLO

Le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un apposito programma di calcolo di tipo commerciale WinELF, il quale è un modulo software finalizzato al calcolo tridimensionale del campo di induzione magnetica generato da una o più linee ad alta tensione a frequenza industriale. Il calcolo del campo viene effettuato secondo il metodo indicato dalla Norma CEI 211-4 con l'integrazione lungo la catenaria. Tale strumento consente di riprodurre esattamente lo scenario magnetico 3D anche in relazione a sezioni critiche, in cui vengono a trovarsi strutture dove risulta probabile l'esposizione della popolazione per più di 4 ore giornaliere (luogo tutelato).

4.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nelle figure seguenti viene riportata la fascia indisturbata (Fig. 3) delle due linee identificate come VR011 e VR015, con sostegni del tipo TN3, distanti 18 m (distanza media) e la disposizione delle correnti nei diversi conduttori. La disposizione delle fasi impiegata è quella che massimizza l'estensione della fascia di rispetto di 3 μ T (Fig. 2).

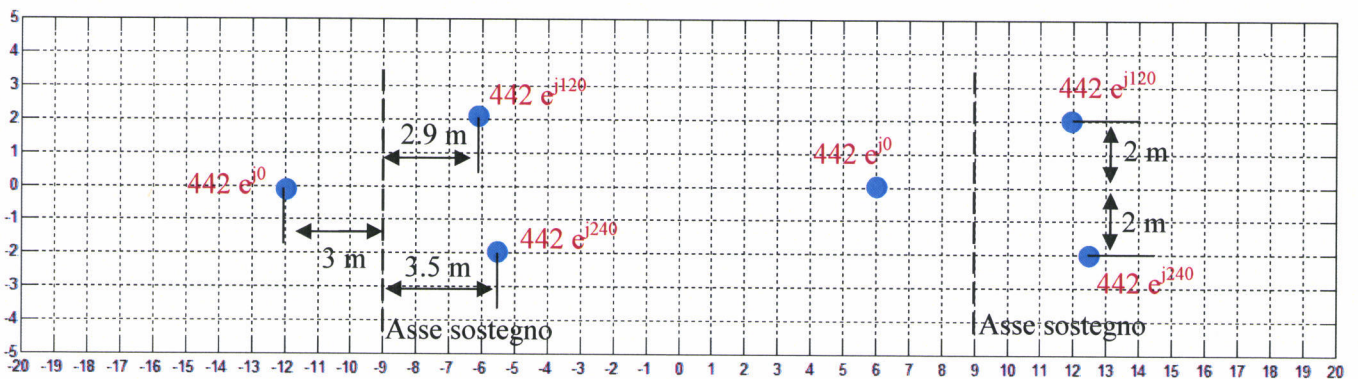
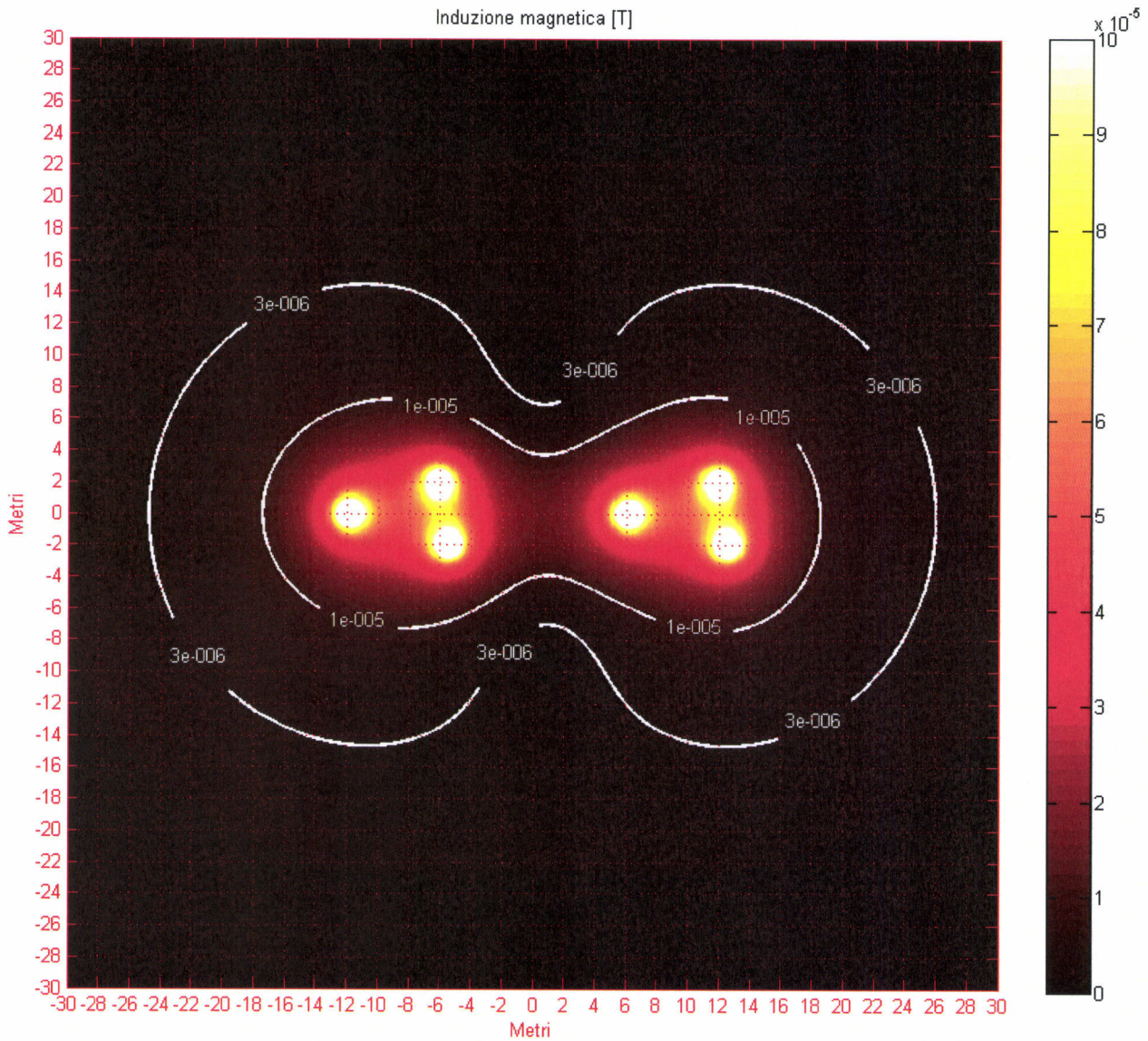


Fig. 2 - Disposizione dei conduttori e valori di corrente [A] forniti come input nel programma di calcolo

$$\text{Fase 1} = e^{j0}; \text{Fase 2} = e^{j120}; \text{Fase 3} = e^{j240}$$

Sostegni TN3 distanti 18 m



*Fig. 4 – Mappa induzione magnetica B [T]
Corrente al limite termico pari a 442 A – Sostegni TN3
Fascia indisturbata 25 m lato SX – 26 m lato DX*

Negli allegati A1 e A2, è riportata per tutta l'estensione degli interventi sopracitati, la proiezione a terra della fascia di rispetto di 3 μ T calcolata con il metodo tridimensionale, nei quali si riscontra che tale fascia non intercepisce nessun luogo tutelato.

Come anticipato, il ripristino del tracciato storico delle linee, è stato condotto migliorando la disposizione dei sostegni n°93-94 della VR011 e n°26-27 della VR015, onde evitare che la fascia di rispetto intercettasse o il fabbricato F1 o il fabbricato F2 (Fig. 5).

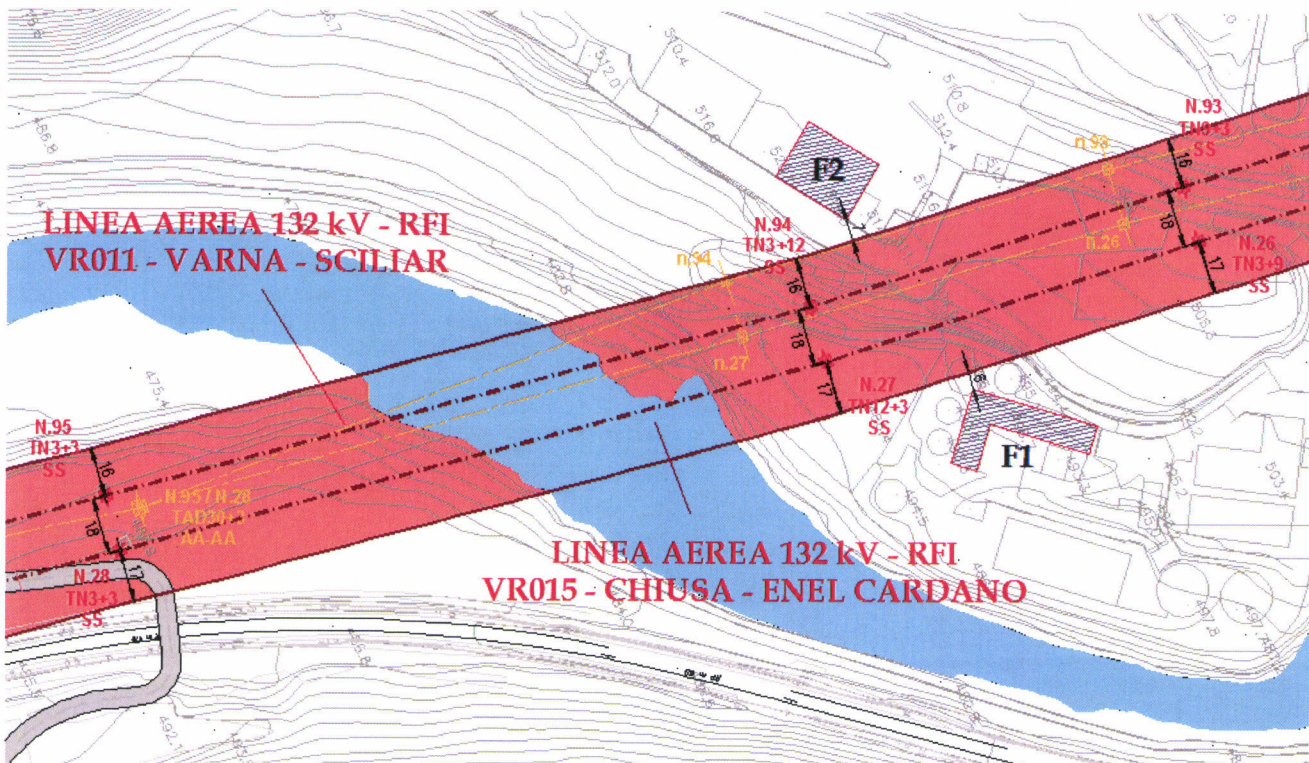


Fig. 5 – Disposizione dei sostegni n°93-94 della VR011 e n°26-27 della VR015
La fascia di rispetto non intercetta i fabbricati F1 e F2

Allo stesso modo, la posizione dei sostegni n°97-98-99 della VR011 e n°30-31-32 della VR015, è stata ottimizzata per evitare che la fascia di rispetto intercettasse il fabbricato F3 (Fig. 6).

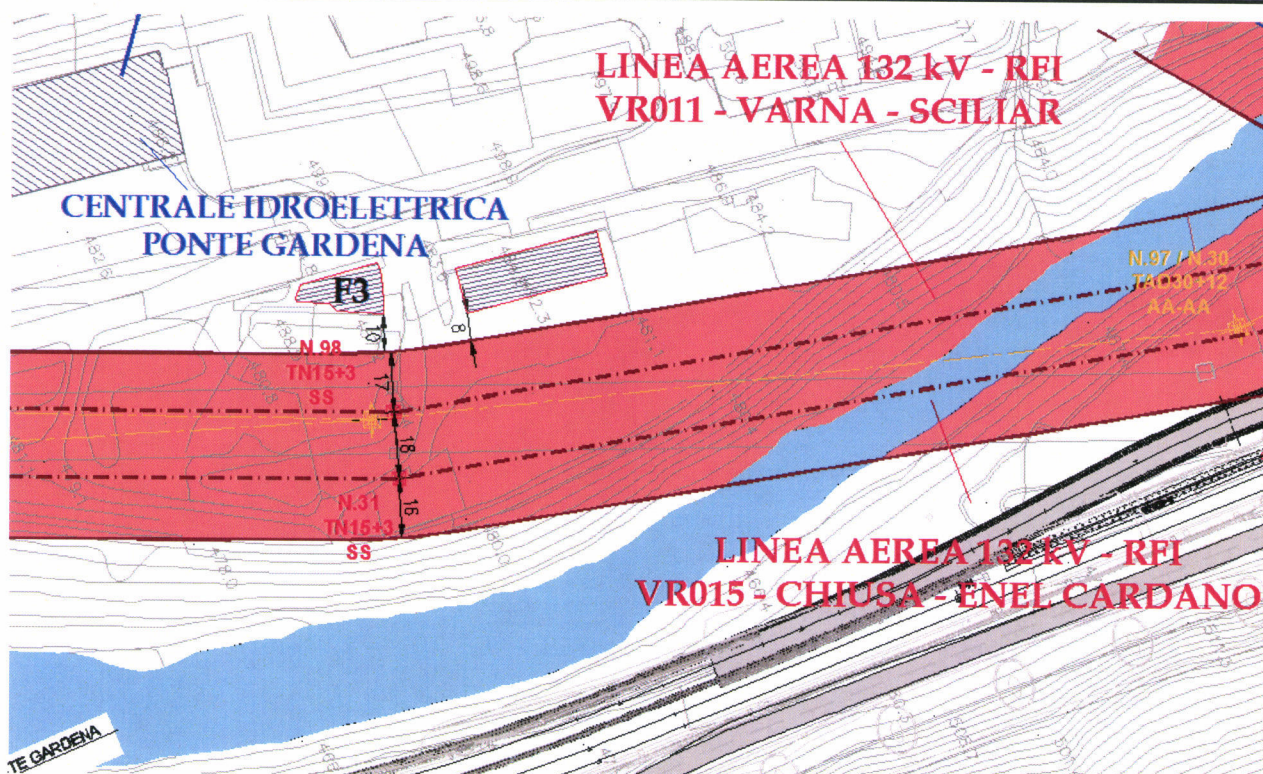


Fig. 6 - Disposizione dei sostegni n°97-98-99 della VR011 e n°30-31-32 della VR015
La fascia di rispetto non intercetta il fabbricato F3

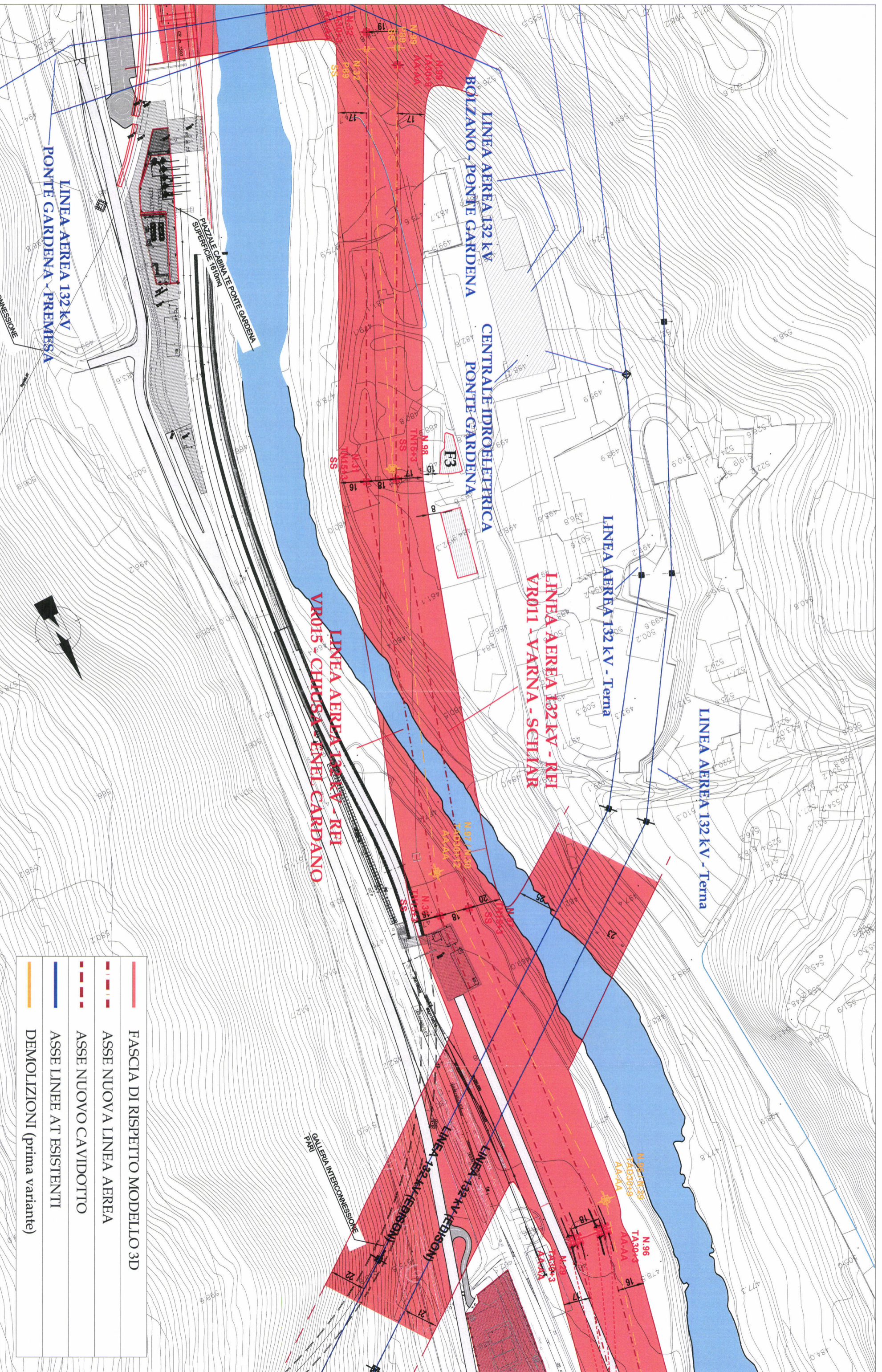
4.4 FASCIA DI RISPETTO DELLA SSE DI PONTE GARDENA

Per fascia di rispetto della sottostazione elettrica di Ponte Gardena, è stata considerata tutta l'area delimitata dalla recinzione di SSE, in accordo con quanto riportato nel paragrafo 5.2.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".²

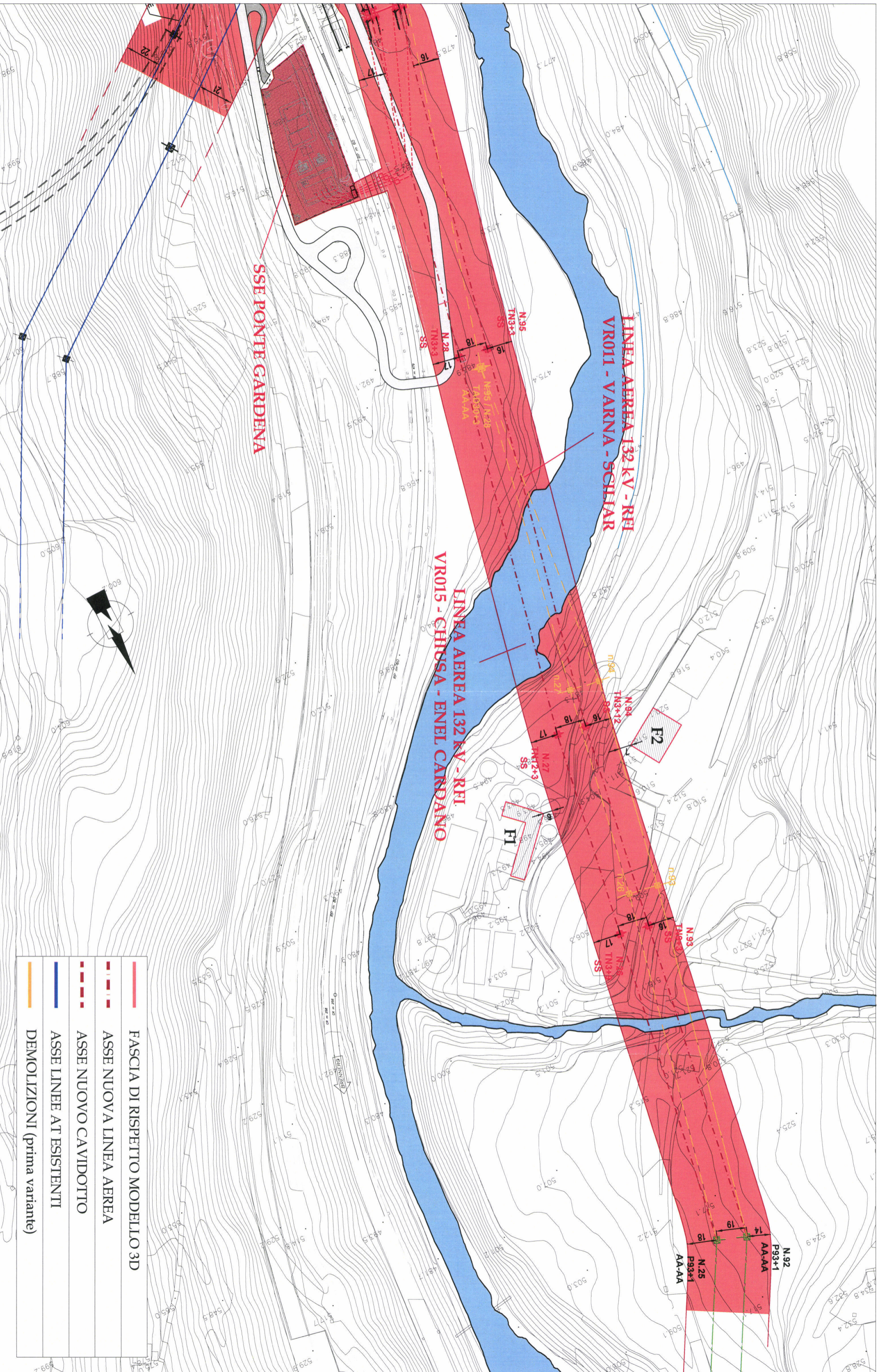
² Decreto 29 maggio 2008 par. 5.2.2 – Stazioni primarie: "Per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi, la fascia di rispetto rientrano, generalmente, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso."

5 CONCLUSIONE

Come riscontrabile negli allegati A1 e A2 del presente elaborato, dalle simulazioni svolte sulla base delle soluzioni progettuali adottate, si può concludere che gli impianti esaminati, ovvero l'adeguamento del tracciato storico delle linee VR011 e VR015, le derivazioni in cavo interrato e la sottostazione elettrica di Ponte Gardena, non determinano problemi di compatibilità elettromagnetica, legati alla coesistenza di questi impianti con le possibili attività antropiche, per via dell'assenza di luoghi tutelati interessati da un campo di induzione magnetica maggiore o uguale a $3 \mu\text{T}$. Inoltre, le fasce di rispetto fornite risultano essere cautelative, in quanto calcolate con valori di corrente di carico degli elettrodotti, ben maggiori rispetto agli effettivi valori presenti in esercizio.



- FASCIA DI RISPETTO MODELLO 3D
- - - ASSE NUOVA LINEA AEREA
- - - ASSE NUOVO CAVIDOTTO
- ASSE LINEE AT ESISTENTI
- DEMOLIZIONI (prima variante)



SSE PONTE GARDENA

LINEA AEREA 132 kV - RFI
VR011 - VARNIA - SCHIAR

LINEA AEREA 132 kV - RFI
VR015 - CHIUSA - ENEL CARDANO

- FASCIA DI RISPETTO MODELLO 3D
- - - ASSE NUOVA LINEA AEREA
- - - ASSE NUOVO CAVIDOTTO
- ASSE LINEE AT ESISTENTI
- DEMOLIZIONI (prima variante)



U.O. ENERGIA
E IMPIANTI DI
TRAZIONE ELETTRICA

QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA
PROGETTO DEFINITIVO LOTTO 1 - FORTEZZA - PONTE GARDENA

ALLEGATO A2
IBL110D18CLP0100001A - LINEA PRIMARIA AT 132 kV
RELAZIONE DI CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI E
COMPATIBILITA' MAGNETICA

SCALA
1 : 2000