

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E IMPIANTI TRAZIONE ELETTRICA
PROGETTO PRELIMINARE
NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE
TRATTA RONCHI - TRIESTE

TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE

SCALA:

-

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

L 3 4 4 0 0 R 1 8 R O S E 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore
A	Tipo di Emissione ESECUTIVA	I. Pagnani	20.09.10	A. Colla	21.09.10	D. Fachesato	06.10.10	G. Guidi

File: L34400R18ROSE0000002A.doc

n. Elab.: 196

Progetto cofinanziato

dalla Unione Europea



INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3	NORME E DOCUMENTI A RIFERIMENTO	3
3.1	NORME A RIFERIMENTO	4
4	DATI DI BASE	4
4.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
4.2	CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO	5
4.3	TIPO DI MATERIALE ROTABILE	5
4.4	IPOTESI DI TRAFFICO	7
5	SIMULAZIONI DI MARCIA	8
5.1	TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – ETR 500	8
5.2	TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – MERCI CON LOCOMOTORE E402B	8
6	ALIMENTAZIONE 3 KVCC	13
6.1	ARCHITETTURA DI SISTEMA	13
6.2	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	14
6.3	NORMALE SERVIZIO DI TUTTE LE SSE – ETR 500	15
6.4	DEGRADO COMPLETO DI SSE– ETR 500	18
6.5	NORMALE SERVIZIO DI TUTTE LE SSE – E402B	23
6.6	DEGRADO COMPLETO DI SSE– E402B	26
7	CONCLUSIONI	31

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 3 di 32

1 PREMESSA

Il progetto si inquadra nel rifacimento del Progetto Preliminare del 2003 della tratta Ronchi-Trieste della Linea AC/AV Venezia-Trieste facente parte del V° corridoio per Lubiana.

Il progetto si è reso necessario per un nuovo tracciato rispetto a quello individuato nel 2003 e per nuovi input richiesti (ad es. velocità di tracciato diverse, nuove comunicazioni con la linea storica).

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha lo scopo di illustrare, per la tratta in oggetto, le ipotesi ed i risultati ottenuti dalle simulazioni del sistema elettrico di trazione per la alimentazione 3kVcc della tratta AC/AV nel suo assetto di fase finale 6.

Nel documento si definiscono le ipotesi di traffico basate sugli input ricevuti e le condizioni di esercizio indicate, verificando il sistema, opportunamente modellizzato in termini di tracciato, dotazione impiantistica e materiale rotabile circolante, sia in condizioni di normale esercizio che in condizioni di fuori servizio di una SSE .

Senza distinguere per il momento nelle diverse fasi si precisa che il tratto di linea AC/AV in oggetto si estende per poco più di 35 Km (da 1+600 a 36+763) e si sviluppa per una buona percentuale in galleria (due lunghe gallerie di circa 10 e 12km).

Ovviamente si è considerato anche il tratto di cintura dal limite di tratta AC/AV sino allo scalo merci di Campo Marzio a Trieste e parimenti per gli scopi delle simulazioni sono state prese in considerazioni anche le SSE esistenti limitrofe opportunamente rappresentate nel modello di calcolo (Villa Opicina, Rozzol, Trieste, Redipuglia, Strassoldo), modellizzando con opportuni parametri relativi anche la linea di contatto e il ritorno TE con cui sono conesse alla linea AC/AV di interesse.

Tutto ciò al fine di verificare eventuali criticità del sistema elettrico stesso in riferimento alle ipotesi di esercizio e al materiale rotabile impiegato.

La presente relazione illustra quindi i risultati dell'analisi del sistema di alimentazione a 3 kVcc della linea Ronchi-Trieste e sulla base del carico costituito dal traffico ferroviario viene verificata la potenzialità del sistema in condizione di normale servizio di tutte le SSE e in condizione di completo degrado di una SSE.

L'analisi è stata realizzata tramite programmi dedicati che eseguono le simulazioni di marcia dei treni e forniscono le prestazioni di sistema quali la qualità della tensione al pantografo e il carico della linea e delle apparecchiature di sottostazione.

3 NORME E DOCUMENTI A RIFERIMENTO

Nell'esposizione della presente relazione si farà implicito riferimento sia alle Norme tecniche e di legge vigenti, nella loro edizione più recente, che ad altri elaborati di progetto.

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 4 di 32

3.1 Norme a riferimento

Lo studio e la progettazione preliminare degli impianti è stato eseguito tenendo presente lo stato dell'arte al momento conosciuto e/o disponibile in materia e nel rispetto di quanto stabilito da tutta la normativa tecnica vigente, per quanto applicabile, ed in particolare secondo le normative.

Le norme di riferimento alla base di questa analisi sono quelle che definiscono la qualità della tensione al pantografo:

- EN 50388, Anno 2005-08, Applicazione ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Alimentazione elettrica e materiale rotabile - Criteri tecnici per il coordinamento tra l'alimentazione elettrica (sottostazione) e materiale rotabile per ottenere l'interoperabilità;
- EN 50163, Anno 2005, Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;
- EN 50119, Anno 2002, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica

4 DATI DI BASE

4.1 Descrizione dell'intervento

La nuova soluzione del collegamento A.C. per la tratta Ronchi–Trieste, da realizzare nell'ambito del potenziamento della dorsale Venezia-Trieste-Lubiana, individua un corridoio di tracciato verso Trieste che ha inizio poco prima della nuova Stazione di Ronchi per proseguire in direzione di Trieste utilizzando in fase finale la linea di cintura per connettersi a Trieste Campo Marzio. La velocità di esercizio è di 200 km/h.

L'intervento è previsto per fasi e per le esigenze di progettazione della linea di contatto si sono presi a riferimento gli assetti del ferro e dei segnali risultanti dagli allegati 1 e 2 del documento [17] Relazione di sistema Impianti di segnalamento L344 00 R 67 RG IT 0040 001 e ovviamente lo Schema TE di cui al [28].

Anche se l'inizio dell'intervento AC/AV non è alla progressiva 0+000 riportata nelle planimetrie ma coincide con la progressiva 1+600 nelle simulazioni si parte dalla pk 0+000, così come la fine che è al km 36+767 contrattualmente, alla comunicazione con la linea di cintura, ai fini delle simulazioni viene considerato anche il tratto di cintura stressato di circa 5 km fino a Campo Marzio.

Sinteticamente il tracciato approvato AC/AV presenta le seguenti caratteristiche principali:

Sviluppo complessivo: 36,776 km (più i 5km dilinea a 610mmq di collegamento con Campo Marzio)

Velocità di progetto: 200 km/h

Pendenza massima: 12,50 ‰

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 5 di 32

4.2 Caratteristiche del tracciato

Alla base delle simulazioni eseguite vi è la definizione e la relativa implementazione del profilo altimetrico della linea, completo delle velocità massime di tracciato, delle fermate previste e dei tratti in galleria.

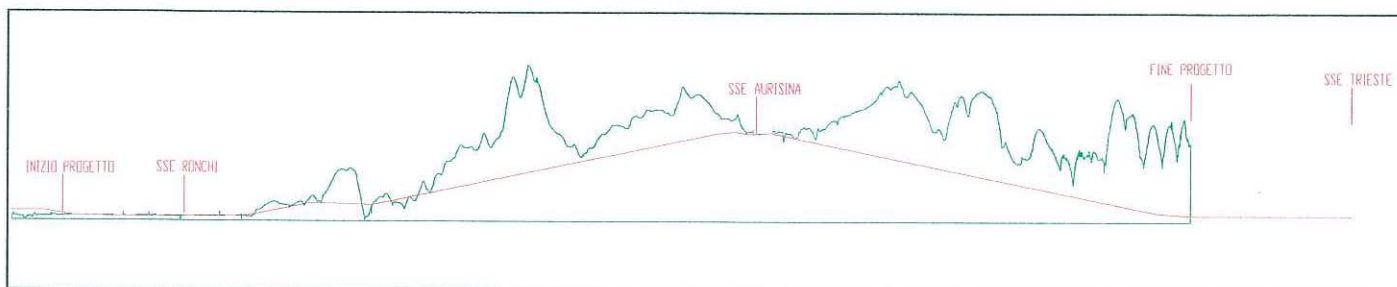


Fig.1 – Profilo altimetrico della linea

La lunghezza della linea è quindi di circa 41 km, avendo considerato i 5 km che intercorrono dal “fine tratta” progettuale alla SSE di Cintura. La velocità di impostazione è stata regolata a 200 km/h per i treni a lunga percorrenza (ETR 500) e 90 km/h per i treni merci (E402B).

4.3 Tipo di materiale rotabile

Per la verifica della potenzialità del sistema di trazione elettrica, è stato considerato un traffico composto da due categorie di treno:

- Treno ETR 500;
- Treno merci da 1000 o 1600 t con locomotore E402B;

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i parametri caratteristici della tipologia di treno impiegato

Caratteristiche Materiale Rotabile - ETR 500	
Velocità di impostazione	200 km/h
Tensione nominale	3000 V
Potenza Ausiliari	700 kW
Massa complessiva	690 t
Rendimento Locomotiva	0.9
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1.05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0.58 m/s ²

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 6 di 32

Tab.1 – Caratteristiche Materiale Rotabile ETR 500

Caratteristiche Materiale Rotabile - Merci (E402B)	
Velocità di impostazione	90 km/h
Tensione nominale	3000 V
Potenza Ausiliari	100 kW
Massa complessiva	1000/1600 t
Rendimento Locomotiva	0.8
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1.05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0.3 m/s ²

Tab.2 – Caratteristiche Materiale Rotabile E402B

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 7 di 32

4.4 Ipotesi di traffico

Il traffico di riferimento è riportato nel documento *L34400R16RGES0001001A -Relazione tecnica di esercizio*.

Per la verifica del dimensionamento elettrico e della conformità dei parametri elettrici di maggiore interesse (tensione al pantografo, carico SSE) è stato ipotizzato un traffico di punta come segue:

ETR 500	Cadenzamento treni
Regime	5 minuti

Merci con locomotore E402B	Cadenzamento treni
Regime 90 km/h	10 minuti
Regime 120 km/h	20 minuti

Tab.3 Ipotesi di traffico – Distanziamento treni

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 8 di 32

5 SIMULAZIONI DI MARCIA

5.1 Tipologia di treno simulato – ETR 500

Sono state eseguite le simulazioni di marcia per determinare l'andamento della velocità e i relativi assorbimenti di ogni singola categoria di materiale rotabile analizzata per entrambi i sensi di marcia (Ronchi – Trieste / Trieste – Ronchi); tali andamenti in funzione dello spazio sono riportati nelle figure seguenti (Fig.2 – Fig.3 – Fig.4 – Fig.5).

5.2 Tipologia di treno simulato – Merci con locomotore E402B

Sono state eseguite le simulazioni di marcia per determinare l'andamento della velocità e i relativi assorbimenti di ogni singola categoria di materiale rotabile analizzata per entrambi i sensi di marcia (Ronchi – Trieste / Trieste – Ronchi); tali andamenti in funzione dello spazio sono riportati nelle figure seguenti (Fig.6 – Fig.7 – Fig.8 – Fig.9).

Si precisa che i dati esposti in relazione sono riferiti alla marcia treno con velocità di marcia pari a 90km/h sebbene siano state eseguite verifiche per il sistema elettrico di trazione anche per la velocità di marcia pari a 120km/h. In tale caso, per come meglio descritto nelle conclusioni, il cadenzamento a regime sopportabile dal sistema elettrico di trazione è passato da 10 minuti a 20 minuti. Anticipando le considerazioni meglio espresse nelle conclusioni appare opportuno fare presente che a 120km/h il merci in doppia trazione non è compatibile con gli standard di alimentazione forniti dall'elettrificazione a 3kV e pertanto non appare la simulazione con una SSE fuori servizio perché vi erano già pesanti limitazioni a 90km/h.

ETR 500

SIMULAZIONE DI MARCIA TRENO SENSO PARI

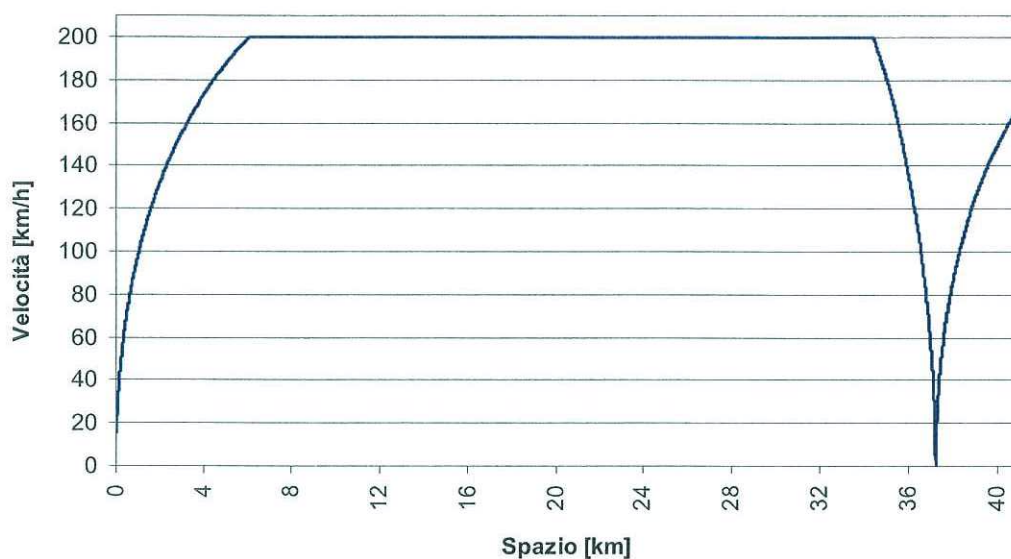


Fig.2 – Marcia ETR 500 senso di percorrenza pari

ANDAMENTO POTENZA ASSORBITA SENSO PARI

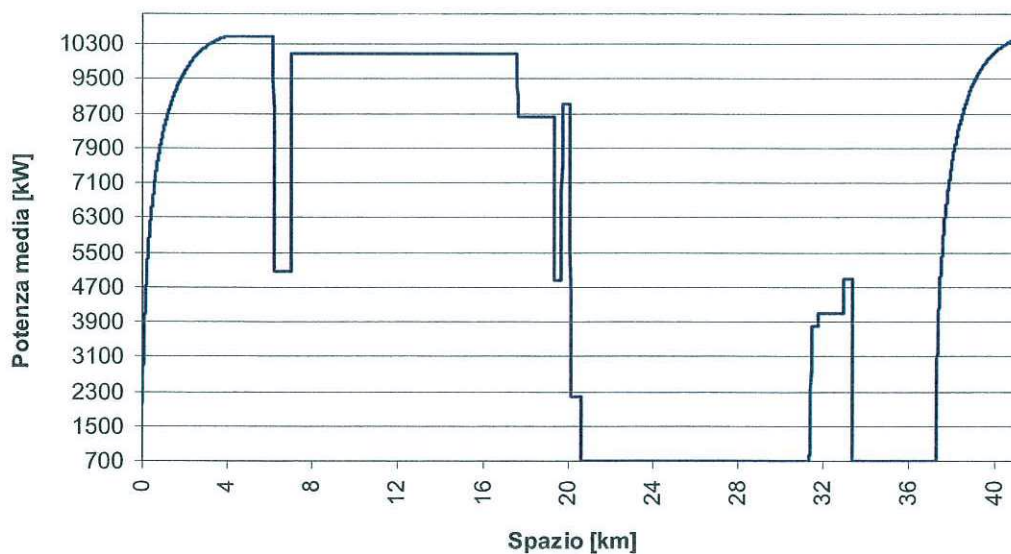


Fig.3 – Andamento della potenza assorbita ETR 500 senso di percorrenza pari

SIMULAZIONE DI MARCIA TRENO SENSO DISPARI

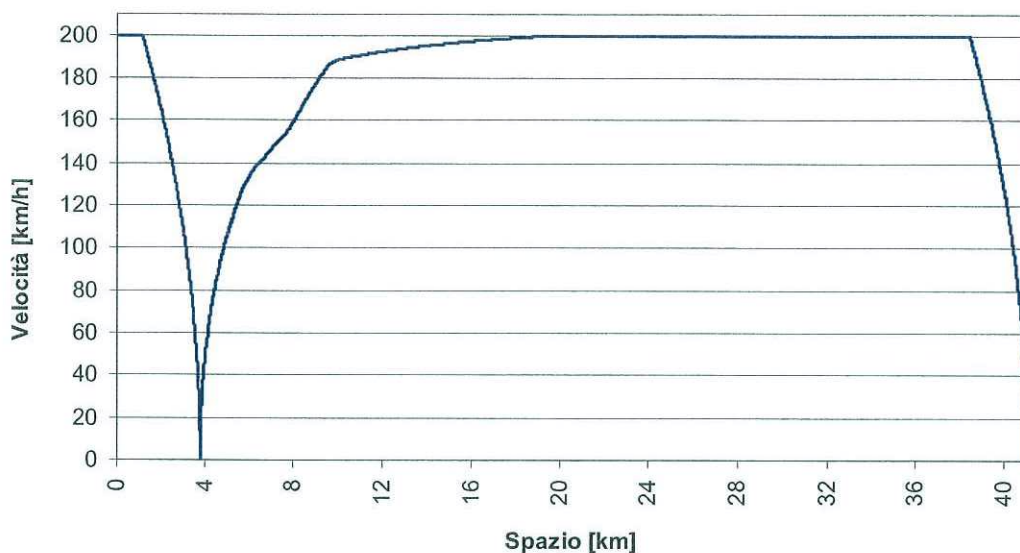


Fig.4 – Marcia ETR 500 senso di percorrenza dispari

ANDAMENTO POTENZA ASSORBITA SENSO DISPARI

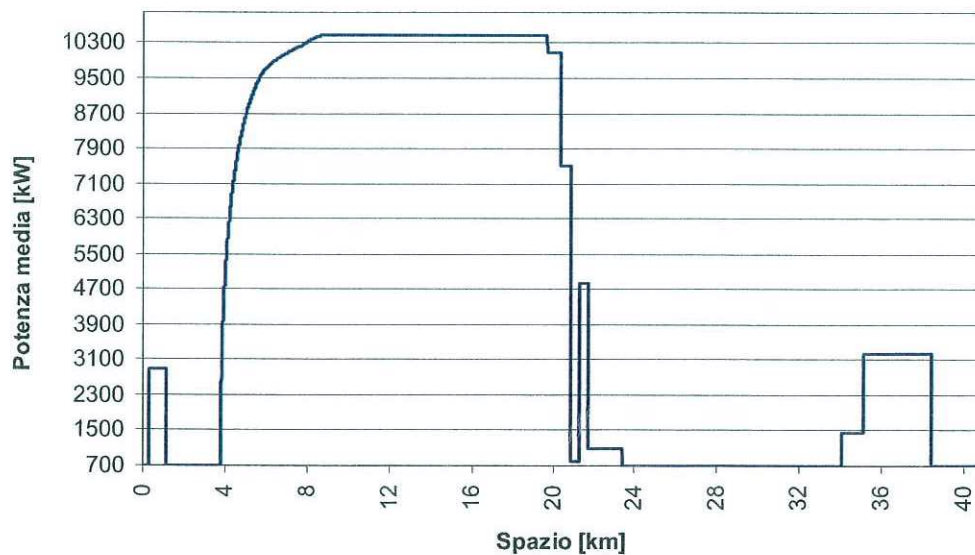


Fig.5 – Andamento della potenza assorbita ETR 500 senso di percorrenza dispari

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 11 di 32

TRENO MERCI CON LOCOMOTORE E402B

SIMULAZIONE DI MARCIA TRENO SENSO PARI

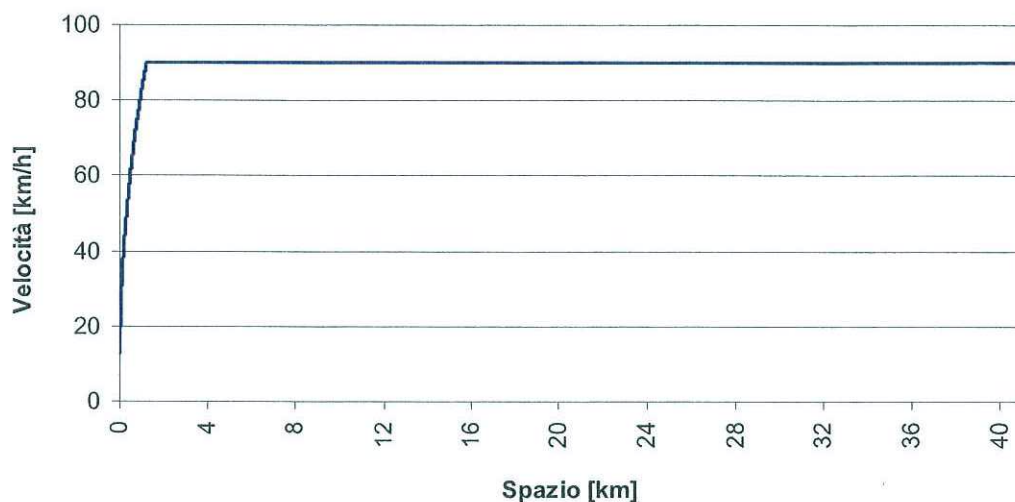


Fig.6 – Marcia E402B senso di percorrenza pari

ANDAMENTO POTENZA ASSORBITA SENSO PARI

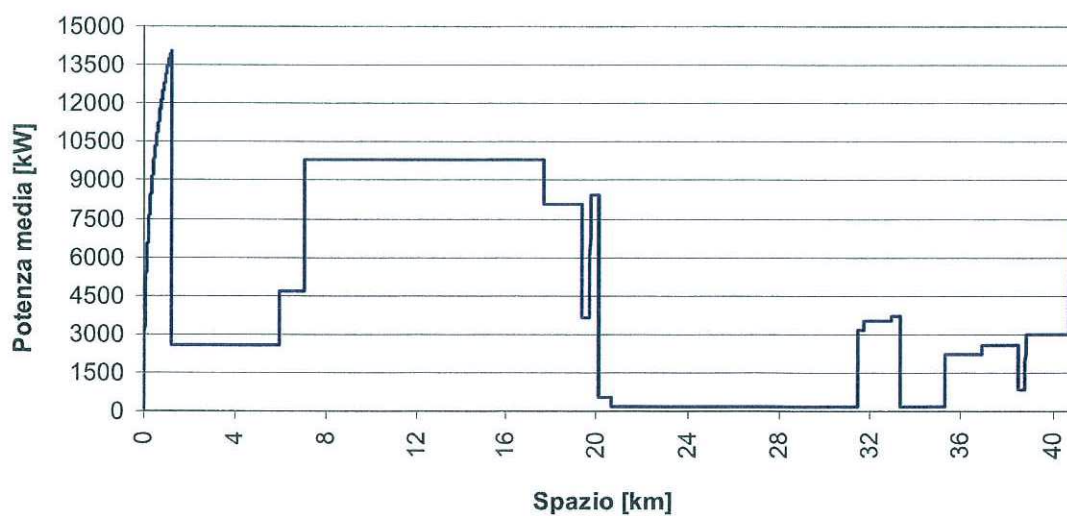


Fig.7 – Andamento della potenza assorbita E402B senso di percorrenza pari

SIMULAZIONE DI MARCIA TRENO SENSO DISPARI

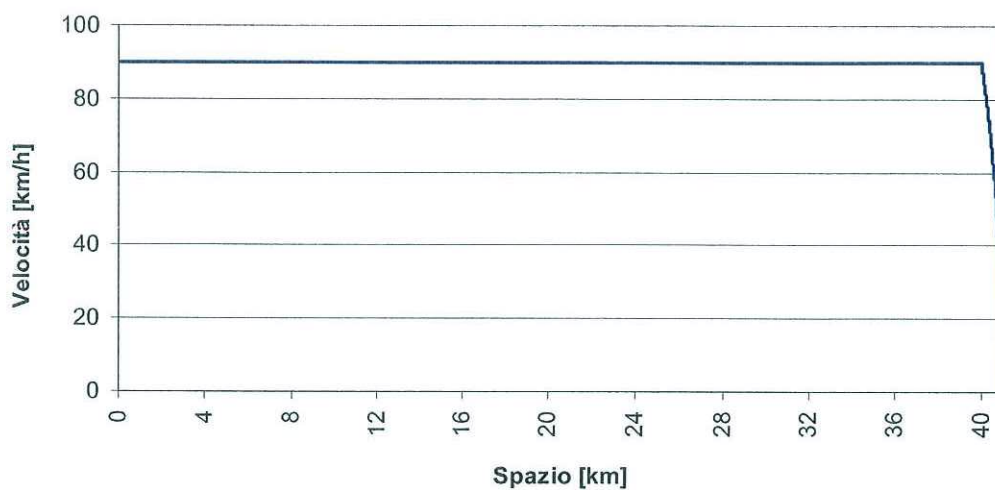


Fig.8 – Marcia E402B senso di percorrenza dispari

ANDAMENTO POTENZA ASSORBITA SENSO DISPARI

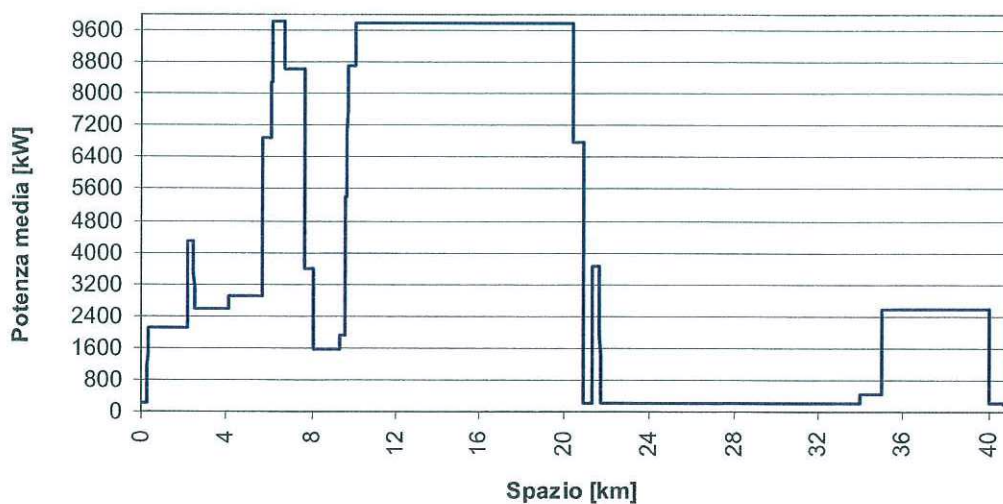


Fig.9 – Andamento della potenza assorbita E402B senso di percorrenza dispari

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 13 di 32

6 ALIMENTAZIONE 3 KVCC

6.1 Architettura di sistema

La scelta della configurazione finale, per il sistema a 3 kV_{cc}, è stata ottenuta sia dalle indicazioni ricavate tramite l'ottimizzazione delle configurazioni di sistema sulla base dei risultati ottenuti dalle presenti simulazioni e dai vincoli legati al territorio: da un lato la limitazione dell'impatto ambientale e dall'altro la disponibilità di fonti energetiche nelle aree di interesse e la loro idoneità a fornire la potenza e l'energia richiesta.

In particolare il passo previsto tra le SSE è tale da garantire condizioni di tensione al pantografo concordi a quelle previste dalle norme di riferimento EN 50388 e EN 50163 in condizione di normale servizio di tutte le SSE e in condizioni di completo degrado di una SSE, inoltre derivano dalla disponibilità fisica sul territorio di aree e di compatibilità con la fornitura AT.

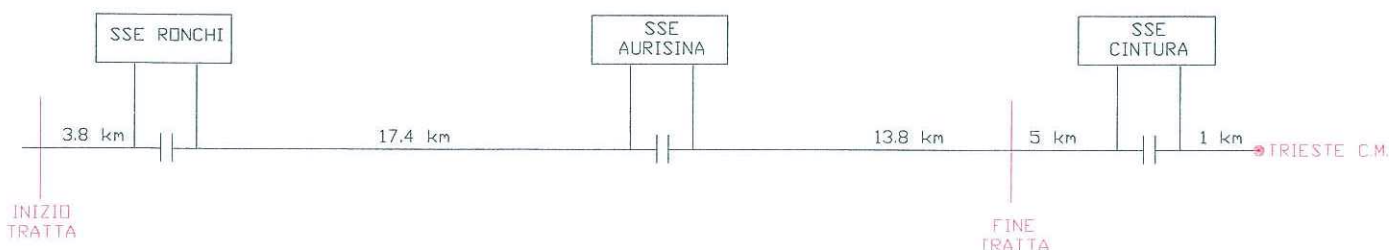
La configurazione finale prevede la presenza di 3 sottostazioni elettriche ognuna fornita di 2 gruppi da 5,4 MW. La sezione equivalente di catenaria analizzata è di 540 mm².

Nella tabella seguente (Tab.4) è riassunta la denominazione delle sottostazioni elettriche previste con la corrispondente progressiva chilometrica, mentre in Fig.10 è rappresentato lo schema di alimentazione semplificato della linea sia in condizione di regime e sia in condizione di degrado delle varie SSE.

SSE	Pk [km+m]
Ronchi	5 + 400
Aurisina	22+800
Cintura (Trieste)	6+100 da T.te C.le sulla linea di cintura

Tab.4 Ronchi-Trieste – Progressive di SSE

Il passo tra le SSE, è il risultato della ottimizzazione delle configurazioni del sistema sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni, per garantire la qualità della tensione al pantografo imposta dalle norme di riferimento sia in condizione di normale funzionamento sia in condizioni di degrado.



	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 14 di 32

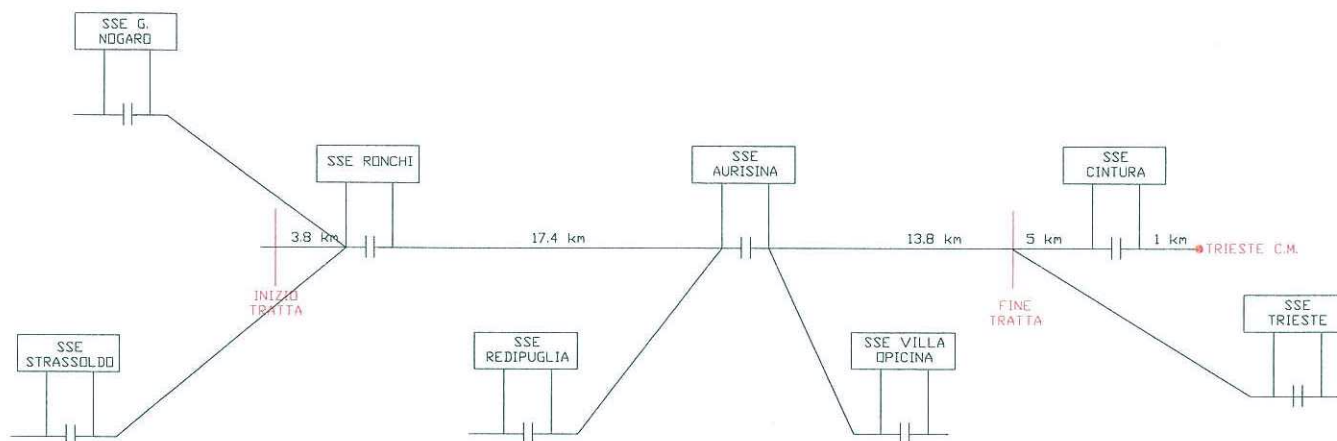


Fig. 10 – Schema di alimentazione semplificato

6.2 Risultati delle simulazioni

Le configurazioni di sistema analizzate sulla base del traffico nell'ora di punta ipotizzato, riguardano le condizioni di:

- Normale servizio di tutte le SSE;
- Degrado completo di una SSE.

Tali condizioni di verifica presuppongono la presenza delle stesse condizioni di traffico di punta ipotizzato (vedi paragrafo 3.3 “Ipotesi di traffico”). Nelle simulazioni eseguite si è inoltre considerato il contributo al sistema elettrico della sottostazione di Trieste Centrale (lato Trieste) fornita di 2 gruppi da 3,6 MW e distante circa 5 km dalla SSE di Cintura (Trieste) e delle sottostazioni di S. Giorgio di Nogaro e Strassoldo (lato Ronchi) fornite entrambe di 2 gruppi da 5,4 MW e distanti rispettivamente circa 23 km e 17 km dalla SSE di Ronchi. Inoltre nel simulare il fuori servizio della SSE di Aurisina si è tenuto conto del contributo della SSE di Villa Opicina (2 gruppi da 5,4 MW – distante 15 km circa), e SSE Redipuglia (2 gruppi da 3,6 MW – distante 15 km circa).

Di seguito si riportano i risultati per le condizioni di sistema sopra descritte.

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 15 di 32

6.3 Normale servizio di tutte le SSE – ETR 500

I risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di normale servizio di tutte le SSE, sono riportati in tabella 5, mentre in tabella 6 sono riportati i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia.

		Carico del sistema elettrico
Potenza media fornita da tutte le SSE [kW]		36579
Potenza massima fornita da tutte le SSE [Kw]		52265
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]		32558
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]		47402
Rendimento medio della linea di contatto (%)		89.01
Corrente erogata media quadratica [A]	Ronchi	4540
	Aurisina	4276
	Cintura (Trieste)	3123
Corrente erogata Media [A]	Ronchi	4358
	Aurisina	4160
	Cintura (Trieste)	3049
Corrente erogata massima [A]	Ronchi	7236
	Aurisina	6592
	Cintura (Trieste)	4697

Tab.5 Risultati globali, Normale servizio di tutte le SSE

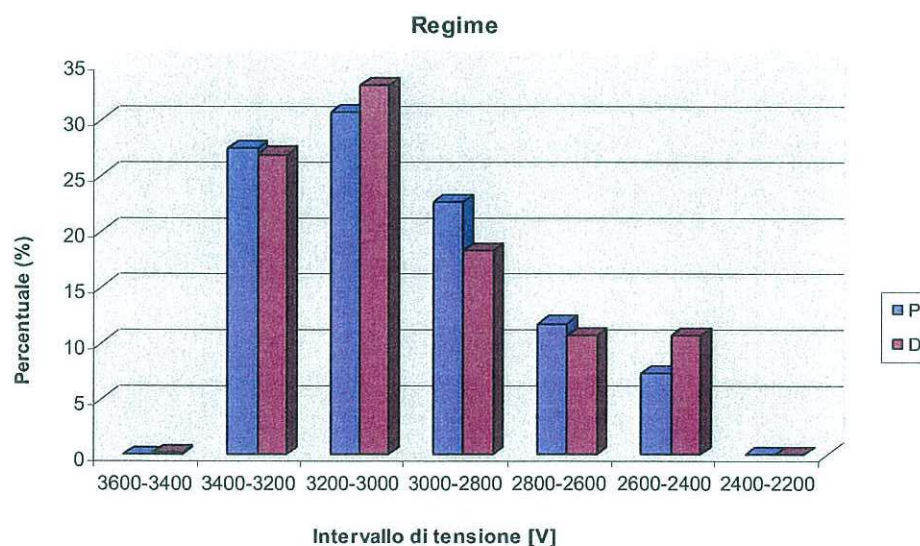
TENSIONI AL PANTOGRAFO

 (Limiti normativi EN50388 $V_{media\ utile}=2800$, EN 50163 $V_{min}=2000$ V)

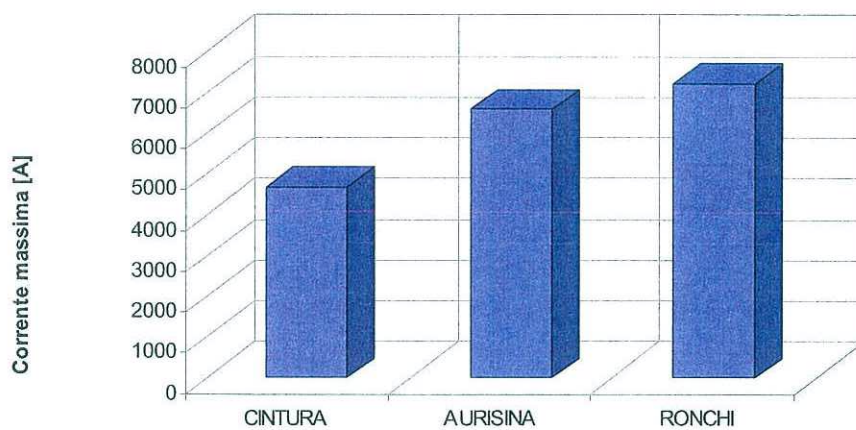
		Tensioni al pantografo
Tensione Media [V]	Pari	3020
	Dispari	3009
Tensione media utile [V]	Pari	2849
	Dispari	2771
Tensione minima [V]	Pari	2431
	Dispari	2391

Tab.6 Tensioni al pantografo, Normale servizio di tutte le SSE

Sono riportate nelle seguenti figure (Fig.11 – Fig.12) la distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto e il carico delle singole sottostazioni elettriche nella condizione di normale servizio del sistema


Fig.11 Distribuzione complessiva percentuale tensioni all'archetto

Regime - ETR 500



SSE

Fig.12 Carico SSE in condizione di normale servizio del sistema

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 18 di 32

6.4 Degrado completo di SSE– ETR 500

I risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico in condizione di degrado ciclico completo di una SSE sono riportati in tabella 7, mentre in tabella 8 sono riportati i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia.

		SSE Fuori servizio		
		Ronchi	Aurisina	Cintura(Trieste)
Potenza media fornita da tutte le SSE [kW] (*)		9144	8985	9361
Potenza massima fornita da tutte le SSE [kW] (*)		26517	25950	29566
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW] (*)		7978	7703	8280
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW] (*)		23540	24121	26497
Rendimento medio della linea di contatto (%)		87.25	85.73	88.45
Corrente erogata media quadratica [A]	Ronchi	942 (*)	1886	1512
	Aurisina	1775	...	1639
	Cintura (Trieste)	1176	1567	883 (*)
Corrente erogata media [A]	Ronchi	610 (*)	1496	1076
	Aurisina	1387	...	1227
	Cintura (Trieste)	794	1182	516 (*)
Corrente erogata massima [A]	Ronchi	3027 (*)	5635	5846
	Aurisina	5291	...	5172
	Cintura (Trieste)	3395	3982	2734 (*)

(*) contributo fornito dalle SSE limitrofe (Vedi Fig. 10)

Tab.7 Risultati globali, Degrado completo di SSE

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 19 di 32

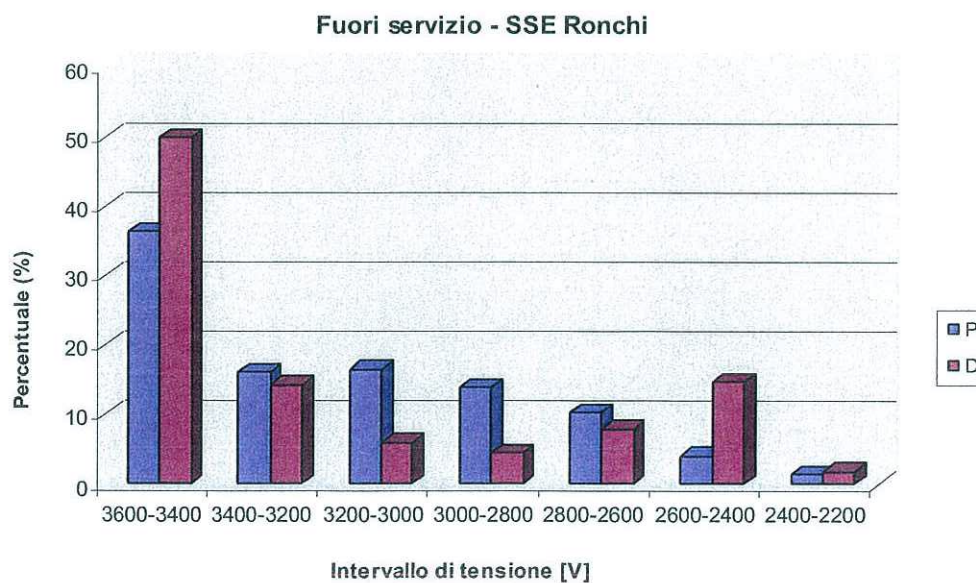
TENSIONI AL PANTOGRAFO

(Limiti normativi EN50388 $V_{media\ utile}=2800$,EN 50163 $V_{min}=2000$ V)

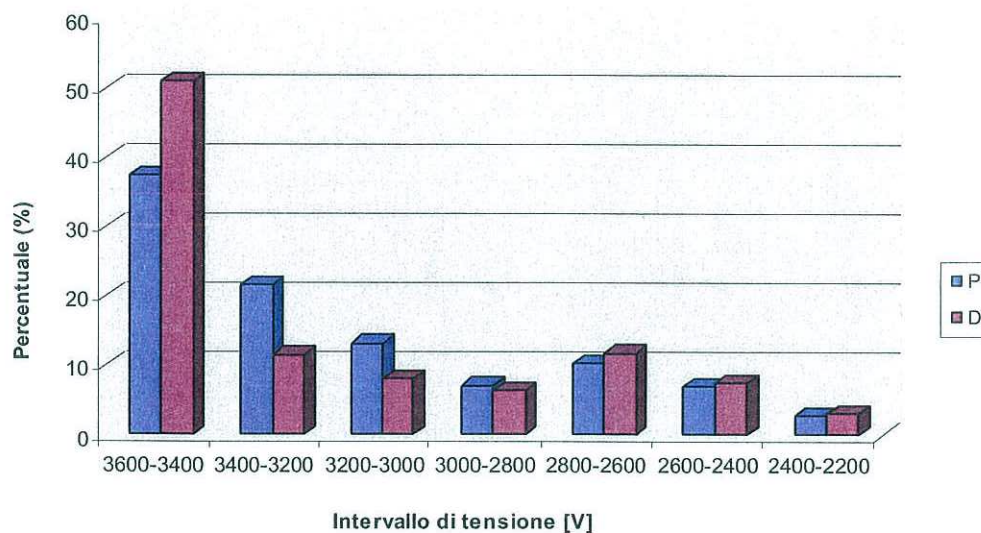
		SSE Fuori servizio		
		Ronchi	Aurisina	Cintura (Trieste)
Tensione Media [V]	Pari	3159	3186	3230
	Dispari	3176	3203	3288
Tensione media utile [V]	Pari	2937	2911	2906
	Dispari	2763	2836	2975
Tensione minima [V]	Pari	2021	2156	2468
	Dispari	2142	2163	2519

Tab.8 Tensioni al pantografo, Degrado completo di SSE

In figura 13 sono riportate le distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto per ogni situazione di degrado completo di SSE analizzata.



Fuori servizio - SSE Aurisina



Fuori servizio - SSE Trieste

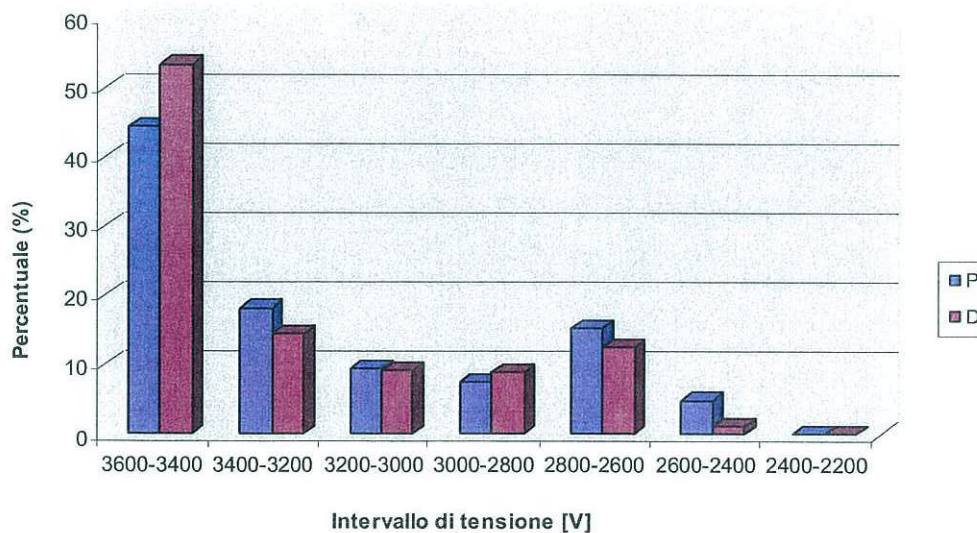
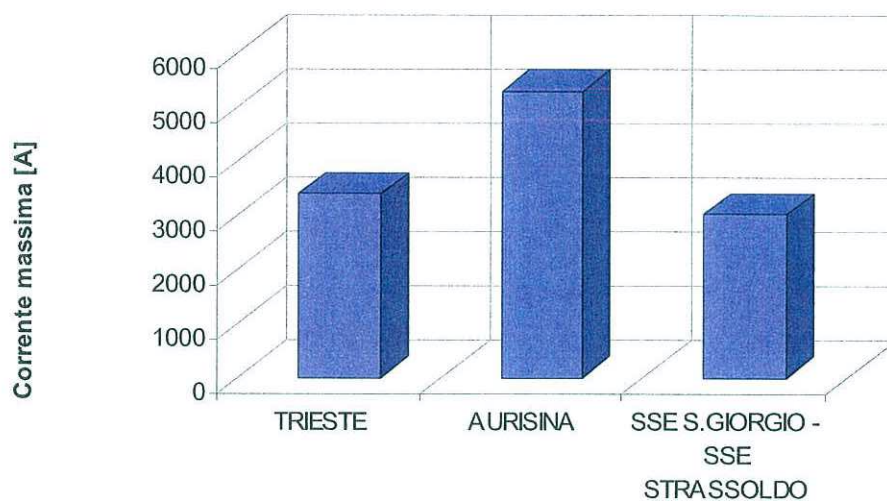


Fig.13 Distribuzione tensioni all'archetto degrado completo di SSE

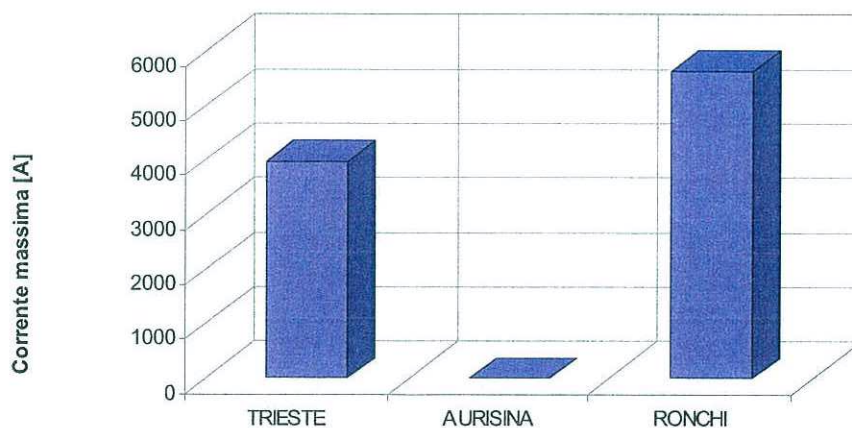
In figura 14 è riportato il carico delle singole sottostazioni elettriche nella condizione di degrado completo di SSE.

Fuori servizio - SSE Ronchi



SSE

Fuori servizio - SSE Aurisina



SSE

Fuori servizio - SSE Cintura (Trieste)

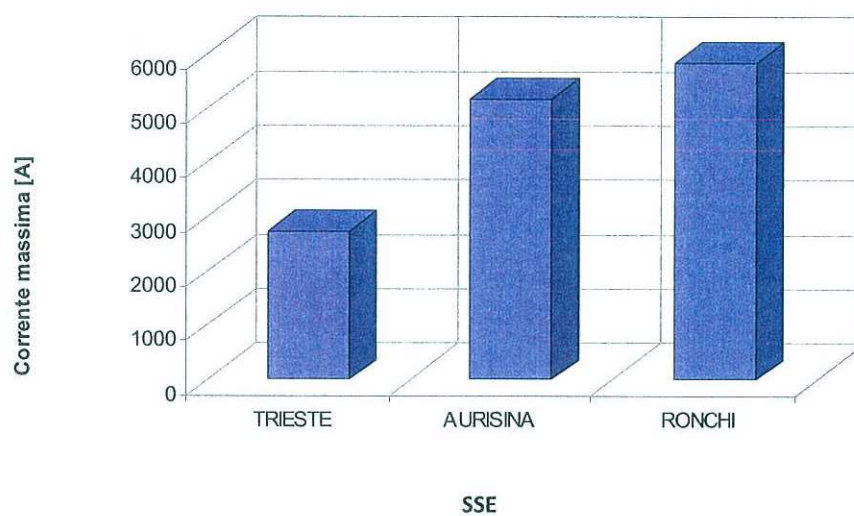


Fig.14 Carico SSE in condizioni di degrado completo di SSE

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 23 di 32

6.5 Normale servizio di tutte le SSE – E402B

I risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di normale servizio di tutte le SSE, sono riportati in tabella 9, mentre in tabella 10 sono riportati i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (velocità di marcia 90km/h cadenzamento a 10').

		Carico del sistema elettrico
Potenza media fornita da tutte le SSE [kW]		26165
Potenza massima fornita da tutte le SSE [kW]		42696
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]		22929
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]		39318
Rendimento medio della linea di contatto (%)		87.63
Corrente erogata media quadratica [A]	Ronchi	2384
	Aurisina	3621
	Cintura (Trieste)	2399
Corrente erogata media [A]	Ronchi	2290
	Aurisina	3484
	Cintura (Trieste)	2208
Corrente erogata massima [A]	Ronchi	5350
	Aurisina	5986
	Cintura (Trieste)	5900

Tab.9 Risultati globali, Normale servizio di tutte le SSE

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 24 di 32

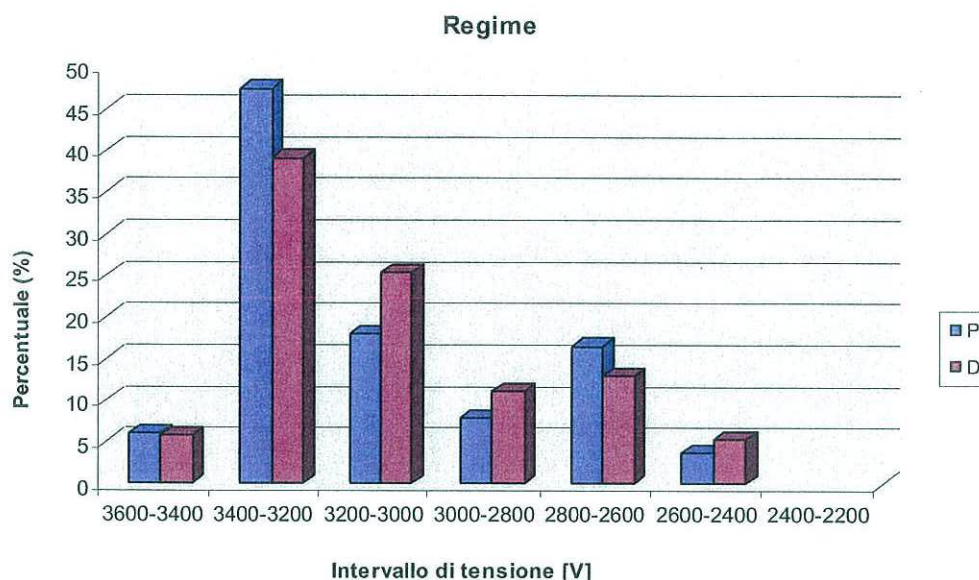
TENSIONI AL PANTOGRAFO

(Limiti normativi EN50388 $V_{media\ utile}=2800$,EN 50163 $V_{min}=2000$ V)

		Tensioni al pantografo
Tensione Media [V]	Pari	3115
	Dispari	3097
Tensione media utile [V]	Pari	2887
	Dispari	2858
Tensione minima [V]	Pari	2432
	Dispari	2435

Tab.10 Tensioni al pantografo, Normale servizio di tutte le SSE

Sono riportate nelle seguenti figure (Fig.15 – Fig.16) di pagina seguente la distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto e il carico delle singole sottostazioni elettriche nella condizione di normale servizio del sistema



Intervallo di tensione [V]
Fig.15 Distribuzione complessiva percentuale tensioni all'archetto

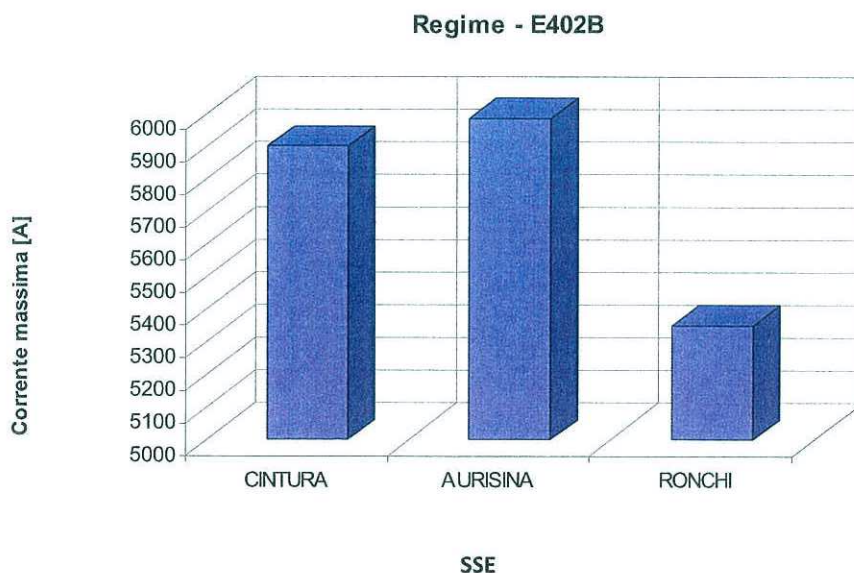


Fig.16 Carico SSE in condizione di normale servizio del sistema

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 26 di 32

6.6 Degradamento completo di SSE- E402B

I risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico in condizione di degrado ciclico completo di una SSE sono riportati in tabella 11, mentre in tabella 12 sono riportati i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (velocità di marcia 90km/h cadenzamento a 45').

		SSE Fuori servizio		
		Ronchi	Aurisina	Cintura(Trieste)
Potenza media fornita da tutte le SSE [kW] (*)		5828	6000	5817
Potenza massima fornita da tutte le SSE [kW] (*)		24670	27187	24979
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW] (*)		5051	5073	5087
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW] (*)		21208	23132	20754
Rendimento medio della linea di contatto (%)		86.97	84.55	87.45
Corrente erogata media quadratica [A]	Ronchi	491 (*)	1127	833
	Aurisina	1493	696 (*)	1397
	Cintura (Trieste)	837	1108	608 (*)
Corrente erogata media [A]	Ronchi	264 (*)	727	517
	Aurisina	971	387 (*)	901
	Cintura (Trieste)	504	689	312 (*)
Corrente erogata massima [A]	Ronchi	3392 (*)	5051	4674
	Aurisina	5189	3316 (*)	4920
	Cintura (Trieste)	3637	4686	3013 (*)

(*) contributo fornito dalle SSE limitrofe (Vedi Fig. 10)

Tab.11 Risultati globali, Degradamento completo di SSE

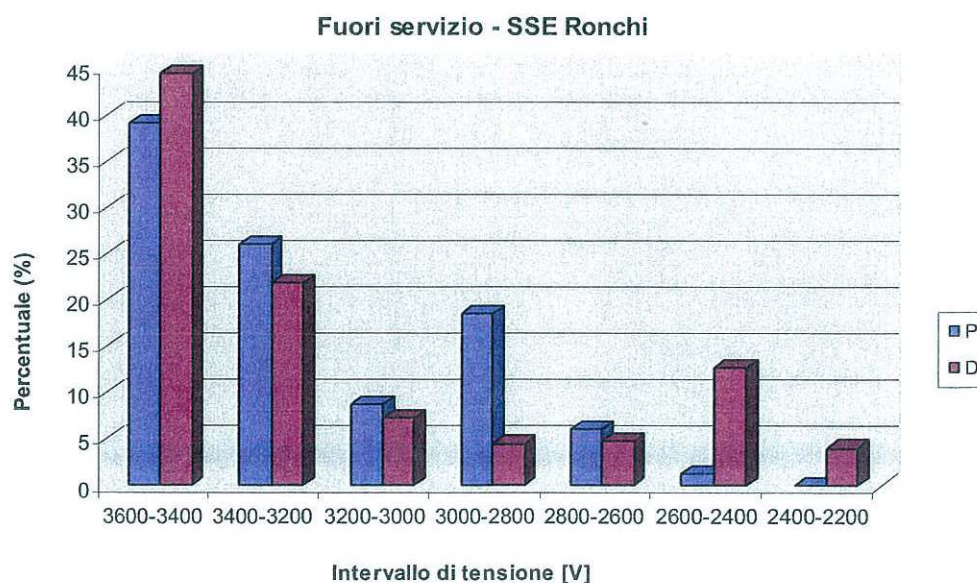
TENSIONI AL PANTOGRAFO

 (Limiti normativi EN50388 $V_{media\ utile}=2700$,EN 50163 $V_{min}=2000$ V)

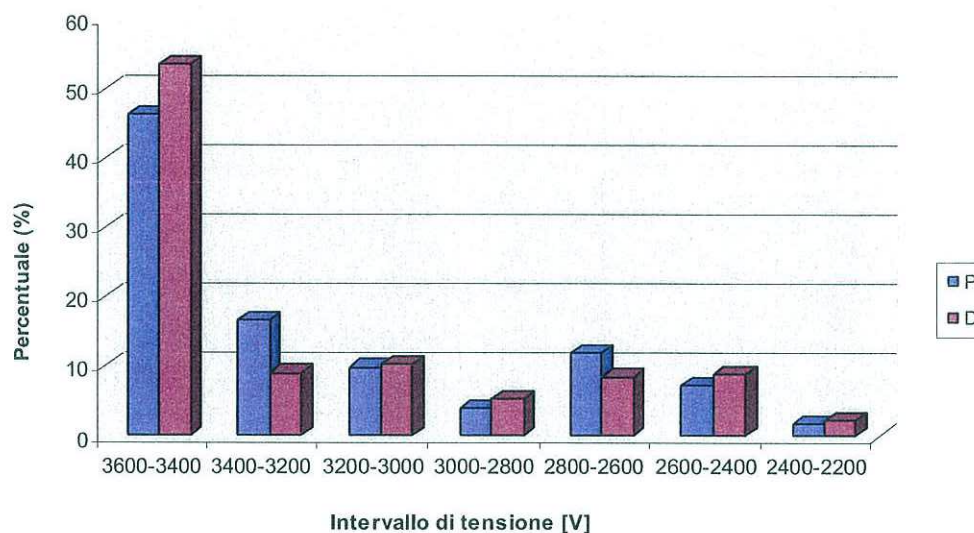
		SSE Fuori servizio		
		Ronchi	Aurisina	Cintura (Trieste)
Tensione Media [V]	Pari	3251	3204	3230
	Dispari	3205	3212	3279
Tensione media utile [V]	Pari	3022	2841	2892
	Dispari	2778	2781	2997
Tensione minima [V]	Pari	2130	2070	2424
	Dispari	2023	2086	2532

Tab.12 Tensioni al pantografo, Degrado completo di SSE

In figura 17 sono riportate le distribuzioni in percentuale delle tensioni globali all'archetto per ogni situazione di degrado completo di SSE analizzata.



Fuori servizio - SSE Aurisina



Fuori servizio - SSE Trieste

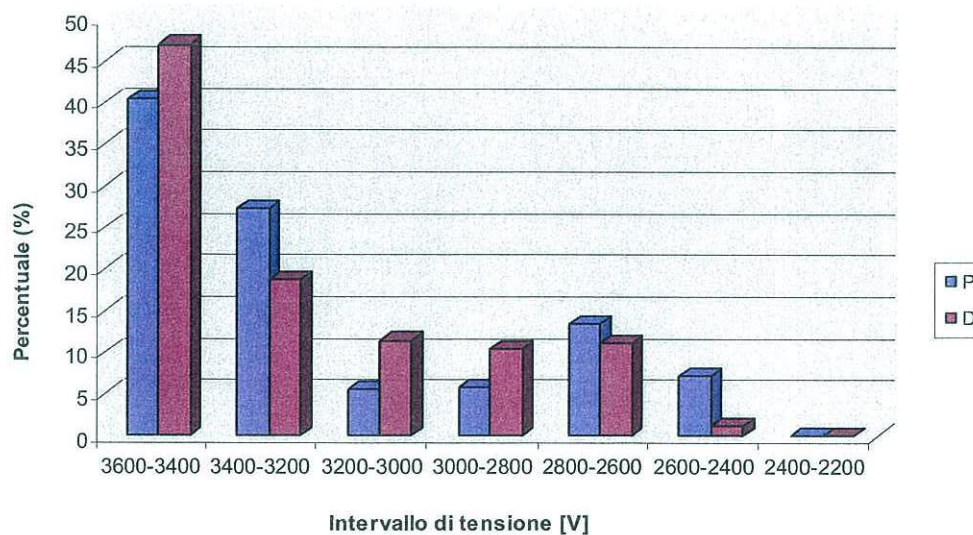
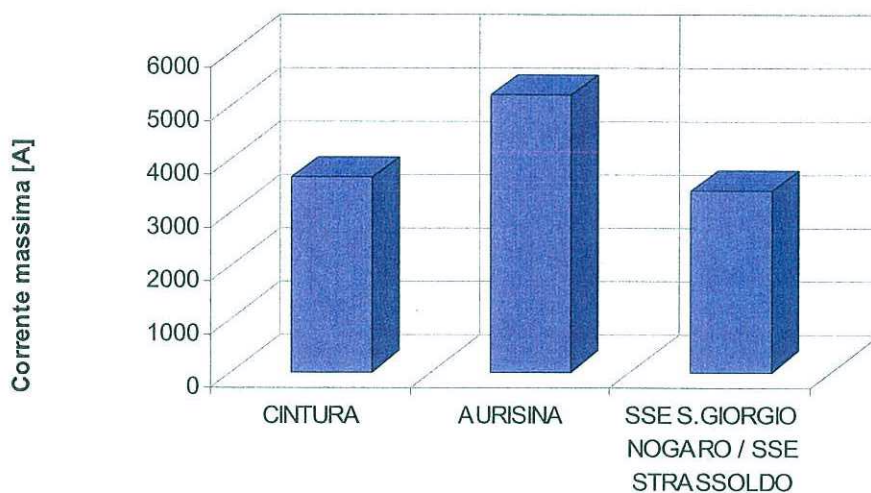


Fig.17 Distribuzione tensioni all'archetto degrado completo di SSE

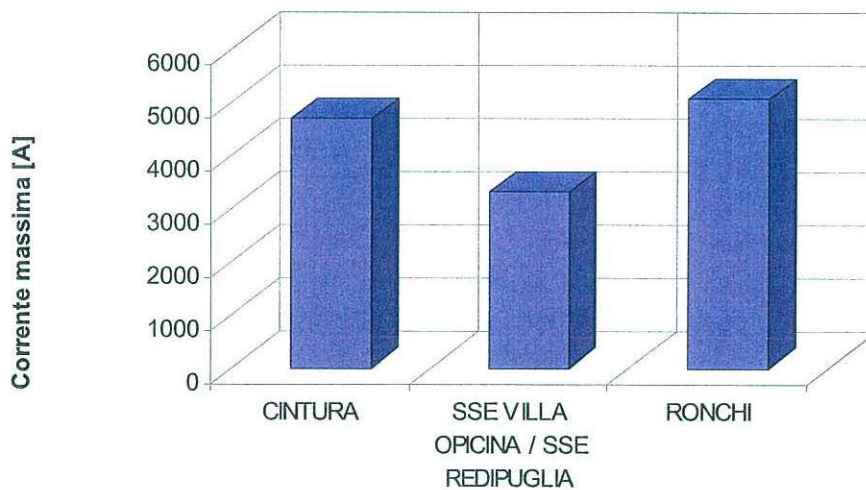
In figura 18 è riportato il carico delle singole sottostazioni elettriche nella condizione di degrado completo di SSE.

Fuori servizio - Ronchi



SSE

Fuori servizio - Aurisina



SSE

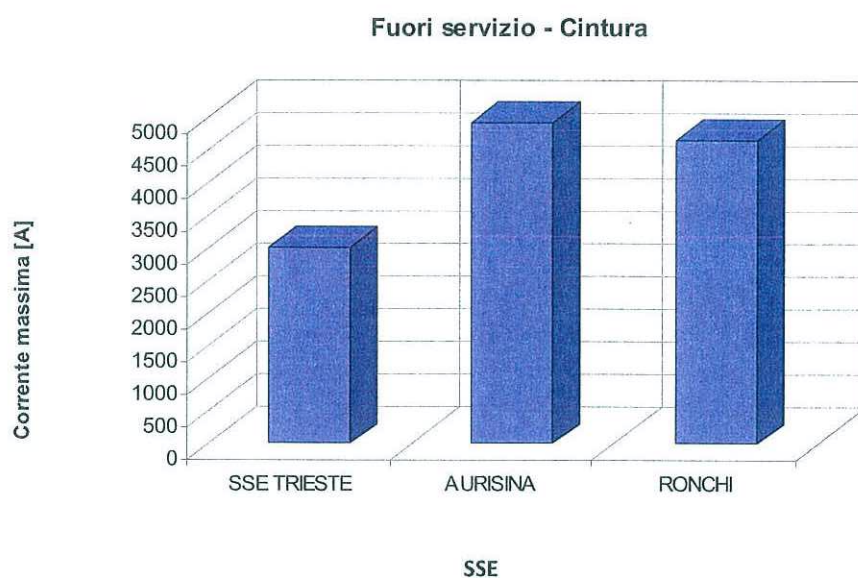


Fig.18 Carico SSE in condizioni di degrado completo di SSE

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 31 di 32

7 CONCLUSIONI

In base alle simulazioni effettuate e alle configurazioni di rete analizzate, si rileva che in condizioni di normale funzionamento, il sistema di alimentazione presenta condizione coerenti con quanto prescritto dalle norme. I valori di tensione minima e media utile rispettano i limiti normativi imposti, il rendimento medio della linea di contatto è di circa il 90% nel caso di treni ETR 500 e del 88 % nel caso di treni merci con locomotore E402B, così come il carico elettrico risulta essere compatibile con la composizione degli impianti simulati.

ETR 500	Distanziamento treno	Potenza assorbita
Regime	5 minuti	P max
Fuori servizio – SSE Ronchi	20 minuti	P max
Fuori servizio – SSE Aurisina	20 minuti	P max
Fuori servizio – SSE Trieste	20 minuti	P max
Merci con locomotore E402B	Distanziamento treno	Potenza assorbita
Regime 90 km/h	10 minuti	P max
Regime 120 km/h	20 minuti	P max
Fuori servizio – SSE Ronchi (90 km/h)	45 minuti	P ridotta
Fuori servizio – SSE Aurisina (90 km/h)	45 minuti	P ridotta
Fuori servizio – SSE Trieste (90 km/h)	45 minuti	P ridotta

Le condizioni di degrado completo ciclico di SSE sono un evento critico per il sistema a 3 kVcc al fine di garantire le prestazioni di tensioni minime e medie utile imposte dalle norme e la compatibilità al carico elettrico di SSE .

	LINEA AV/AC PROGETTO PRELIMINARE - TRATTA Ronchi - Trieste					
RELAZIONE SULLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE	COMMESSA L344	LOTTO 00	CODIFICA R 18 RO	DOCUMENTO SE 00 00 002	REV. A	FOGLIO 32 di 32

Tali condizioni di degrado impongono una limitazione sul traffico ipotizzato, infatti il distanziamento dei treni ETR deve essere portato a 20 minuti su entrambi i sensi di marcia.

Nel caso di traffico merci in doppia trazione (locomotore E402B) la criticità è ancora maggiore ed è necessario limitare ulteriormente il distanziamento dei treni in linea (45 minuti su entrambi i sensi di marcia) e imporre una limitazione delle prestazioni del singolo treno (limitazione sulla corrente assorbita). La velocità di 120km/h per il treno da 1600tonn in doppia trazione non è possibile col sistema 3kVcc e come visto anche i 90km/h possono essere tenuti con forti limitazioni al traffico.