

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE L.O. N.443/01

**NUOVA LINEA TORINO LIONE  
TRATTA NAZIONALE  
SSE PP 25 kV**

Relazione tecnica di dimensionamento del sistema di trazione elettrica

SCALA:

---

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA / DISCIPLINA	PROGR.	REV.
D040	00	R	18	CL	SE0000	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	V. DE STEFANO	06/2010	S. RIBICHINI	06/2010	M. DELLA VEDOVA	06/2010	

File: D040 00 R 18 CL SE0000 001 A.doc

n. Elab.:



Questo progetto è cofinanziato dalla Comunità Europea

## INDICE

1	GENERALITÀ-----	3
2	NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO -----	4
3	DATI DI BASE -----	5
3.1	CARATTERISTICHE DI TRACCIATO-----	5
3.2	MATERIALE ROTABILE -----	8
3.3	IPOSTESI DI TRAFFICO -----	9
4	SIMULAZIONI DI MARCIA -----	10
4.1	TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – AF -----	10
4.2	TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – MERCI 1600 t-----	13
5	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE 2x25 kV <sub>ca</sub> -----	21
5.1	DEFINIZIONE DELLE SCELTE DI BASE -----	22
5.2	ARCHITETTURA DI SISTEMA -----	24
6	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI-----	27
6.1	NORMALE SERVIZIO DELLE SSE-----	28
6.2	CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DI UNA SSE-----	33
6.2.1	CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DELLA SSE DI CHIVASSO -----	34
6.2.2	CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DELLA SSE DI GRUGLIASCO -----	39
6.3	CONZIONE DI DEGRADO COMPLETO DI UN PAT-----	44
6.4	ANALISI TERMICA CATENARIA-----	48
7	CONCLUSIONI -----	52

## 1 GENERALITÀ

La presente relazione tecnica illustra i risultati dell'analisi di dimensionamento delle installazioni fisse di trazione elettrica destinate all'alimentazione della tratta nazionale della linea ferroviaria Lione-Torino realizzando un sistema di alimentazione 2x25 kV<sub>ca</sub>.

Sulla base del carico costituito dal traffico ferroviario nell'ora di punta è verificata la potenzialità del sistema di alimentazione in condizione di normale servizio di tutte le sottostazioni elettriche di trazione, in condizione di completo degrado di una SSE, e in condizione di degrado di un posto di parallelo pari/dispari.

L'analisi è stata eseguita prevedendo la condizione di parallelo elettrico tra le linee di contatto e i feeders dei due binari; in modo da beneficiare della suddivisione delle correnti sui conduttori (catenaria e feeder) dei binari ascendenti e discendenti da uno stesso tronco ferroviario limitando le cadute di tensione in linea.

L'idoneità del sistema elettrico all'alimentazione di tale traffico ferroviario è analizzata in relazione ai valori di tensione (media utile e minima) al pantografo e alla compatibilità del carico elettrico sulle apparecchiature degli impianti fissi di trazione.

Lo studio di dimensionamento è realizzato 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.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
<b>RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO          DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA</b>	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A	FOGLIO 4 di 52

## 2 NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento alla base di questa analisi sono principalmente quelle che definiscono la qualità della tensione al pantografo, da garantire sia in condizione di normale funzionamento sia in condizioni di degrado, e la specifica tecnica d'interoperabilità per il sottosistema energia del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità:

- Specifica Tecnica di Interoperabilità (STI), Direttiva 96/48/CE Interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità (2008/284/CE);
- EN 50119, Anno 2002, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica;
- EN 50163, Anno 2005, Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;
- 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.

Di seguito si riportano i documenti progettuali di riferimento alla base della seguente analisi:

- Planoprofilo su cartografia, D040 00 R 13 L5 IF0001 001 A – 013 A;
- Sezioni tipologiche, C2B30050040010036 0;
- Impianti LC 25 kV - Sezioni in galleria, D04000R18WALC0000 001 A;
- Impianti LC 25 kV - Sezioni allo scoperto, D04000R18WALC0000 002 A;

### 3 DATI DI BASE

#### 3.1 CARATTERISTICHE DI 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 e dei tratti in galleria.

Nella seguente tabella (Tab.1) sono riportate le progressive chilometriche e i le relative pendenze dei tratti analizzati.

Località	pk [km + m]	pendenza [‰]
Inizio tratta Italiana	84 + 101	-11.9
	85 + 700	-2.1
	88 + 600	-3.2
	90 + 500	4.8
	91 + 700	0.1
	92 + 300	-1.5
	93 + 200	-5.5
	94 + 200	-6.5
	95 + 000	11.5
	97 + 300	-12
	99 + 500	-10.4
	102 + 600	-12
	103 + 100	-5
	104 + 100	7.5
	104 + 700	-2.9
	105 + 000	0.5
	105 + 800	11.7
	106 + 500	3.7
	106 + 900	-1.4
	107 + 200	-8.8
Grugliasco	108 + 000	-0.7
	108 + 400	-11.8
	110 + 000	-2.8

	111 + 300	6.5
	111 + 600	-11.1
	114 + 700	-2.9
	125 + 900	11.9
	126 + 700	9.7
	127 + 300	14.3
	128 + 200	-3
Intersezione AV Mi-To pk [3 + 342]	128 + 500	-3
	131 + 800	3
	133 + 300	-6
	136 + 500	7
	139 + 900	3
Chivasso	145 + 700	-

Tab.1 – Località Lione – Torino Tratta Nazionale

Di seguito si riporta quindi, il profilo altimetrico simulato della tratta nazionale della linea Lione – Torino.

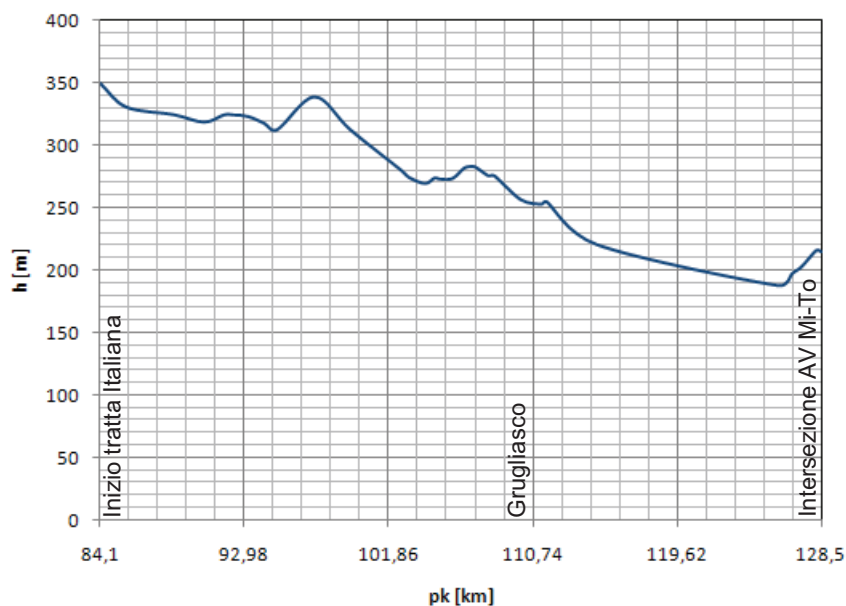


Fig. 1 – Lione – Torino tratta nazionale, Profilo altimetrico

La seguente tabella riassume invece i tratti in galleria presenti per la linea in esame.

Gallerie	pk [km + m]	Lunghezza Tratto [km + m]
Sant'Antonio	84 + 100	18 + 500
	102 + 600	
Dora	109 + 600	18 + 370
	127 + 970	

**Tab.2 – Tratti in Galleria**

La lunghezza della sola tratta nazionale è quindi di circa 44,5 km di cui gran parte sviluppati in galleria a singola canna. La tratta simulata (circa 61,5 km) è completa della parte di tracciato della linea AV Milano – Torino fino alla Sottostazione Elettrica di Chivasso.

### 3.2 MATERIALE ROTABILE

Per la verifica della potenzialità del sistema di trazione elettrica, si è considerato il traffico previsto nell'ora di punta per le singole tratte (Avigliana – Orbassano e linea di Gronda).

Il materiale rotabile considerato è il seguente:

- “Autostrada Ferroviaria” AF 2050 t in doppia trazione;
- “Merci” M 1600 t in doppia trazione.

Per entrambe le tipologie è utilizzata la caratteristica di trazione del locomotore E402B.

Le tipologie di materiale rotabile sono caratterizzate dai parametri riassunti nelle seguenti tabelle.

Caratteristiche Materiale Rotabile - AF	
Velocità di impostazione	120 km/h
Tensione nominale	25000 V
Potenza max al pantografo	15 MW
Potenza Ausiliari	200 kW
Massa complessiva	2050 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Fattore di potenza treno	0,95

**Tab.3 – Materiale Rotabile: AF**

Caratteristiche Materiale Rotabile – Merci 1600 t	
Velocità di impostazione	120 km/h
Tensione nominale	25000 V
Potenza max al pantografo	14,5 MW
Potenza Ausiliari	200 kW
Massa complessiva	1600 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Fattore di potenza treno	0,95

**Tab.4 – Materiale Rotabile: Merci 1600 t**

Si è inoltre impostata, per entrambe le tipologie di materiale rotabile, una decelerazione costante di frenatura in piano pari a  $0,3 \text{ m/s}^2$ .



	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
<b>RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO          DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA</b>	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A	FOGLIO 9 di 52

### 3.3 IPOTESI DI TRAFFICO

Le ipotesi di traffico sono state realizzate conformemente a quanto indicato dalla definizione del modello di esercizio della linea in esame; presentazione OT 14 del 23/09/2009 e le modifiche intervenute nel corso del GdL del 12/04/2010.

Il dimensionamento elettrico si basa sulla definizione di un'ora di punta e la verifica della conformità dei parametri elettrici di maggiore interesse (tensione al pantografo, carico SSE, riscaldamento conduttori) nelle condizione di regime e di degrado elettrico.

Le ipotesi di traffico prevedono per l'ora di punta e per le singole tratte la seguente tipologia di traffico:

- Tratta Nazionale Avigliana – Orbassano:
  - Verso Dispari (Inizio tratta nazionale → Orbassano): 11 tracce complessive di cui 2 AF e 9 M 1600 t;
  - Verso Pari (Orbassano → Inizio tratta nazionale): 10 tracce complessive di cui 2 AF e 8 M da 1600 t.
- Linea di Gronda (Orbassano – Settimo Torinese):
  - Verso Dispari (Orbassano → Settimo Torinese): 11 tracce M 1600 t;
  - Verso Pari (Settimo Torinese → Orbassano): 10 tracce M da 1600 t.

La linea di Gronda è interessata da treni merci M 1600 t in doppia trazione, poiché gli AF da 2050 t provenienti dalla tratta internazionale della linea ferroviaria Lione – Torino si attestano al terminal AF transitando nell'interconnessione di Orbassano Ovest.

Per la linea di Gronda, il contributo maggiore di tracce M 1600 t transitano ad Orbassano senza entrare nell'interconnessione (est/ovest) di Orbassano.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
	RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A

## 4 SIMULAZIONI DI MARCIA

### 4.1 TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – AF

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.

Gli AF provenienti dalla tratta internazionale transitano unicamente nella tratta Inizio tratta nazionale – Orbassano attestandosi al terminal AF tramite l'interconnessione di Orbassano Ovest.

Sulla base dei dati forniti da esercizio, il materiale rotabile analizzato si considera passante il confine di tratta internazionale alla velocità di 120 km/h, e passante l'interconnessione di Orbassano Ovest alla velocità di 100 km/h.

Si riportano nelle figure (fig.2 – fig.3 – fig.4 – fig.5 ) gli andamenti della velocità e degli assorbimenti in funzione dello spazio per il materiale rotabile considerato.

Le seguenti tabelle (Tab.5 e Tab.6) riassumono inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	Inizio tratta nazionale – Orbassano	
	Binario Dispari	Binario Pari
Energia totale assorbita [kWh]	926,4	1855
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	49,5	99,2
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	48,3	96,8
Potenza media per treno [kW]	5887	11349
Velocità media [km/h]	118,8	114,5

**Tab.5 – Grandezze caratteristiche AF per senso di marcia Inizio tratta nazionale – Orbassano**

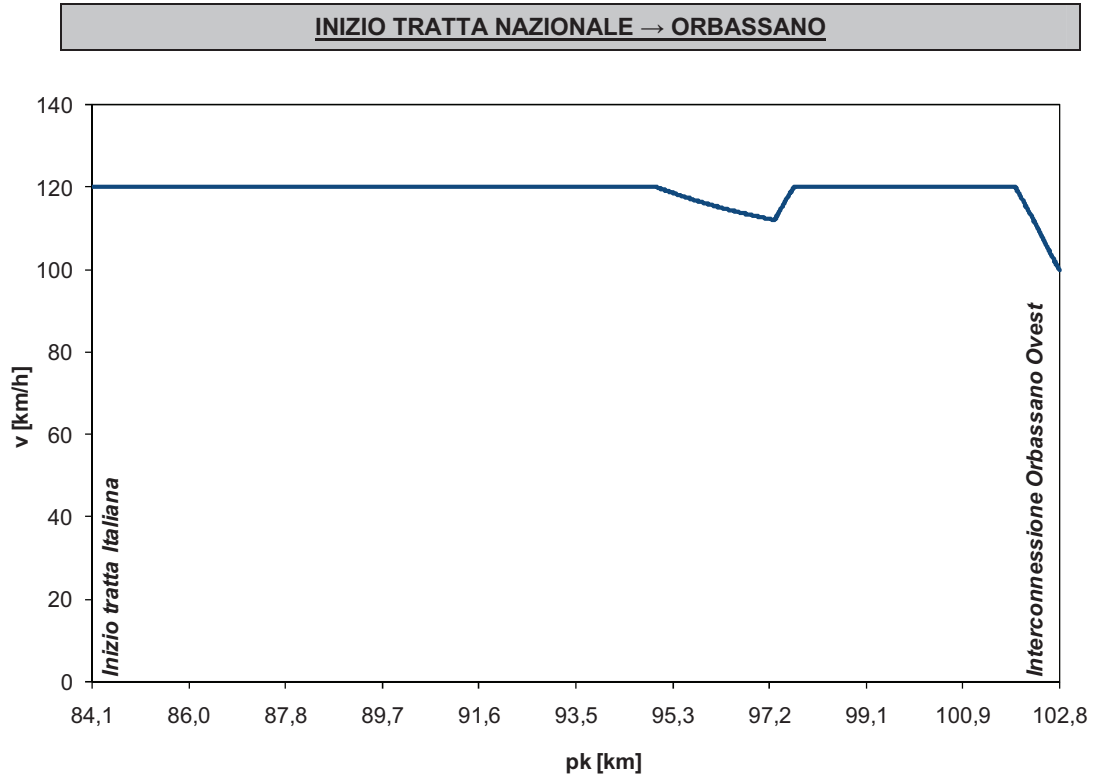


Fig. 2 – Marcia AF senso di percorrenza dispari

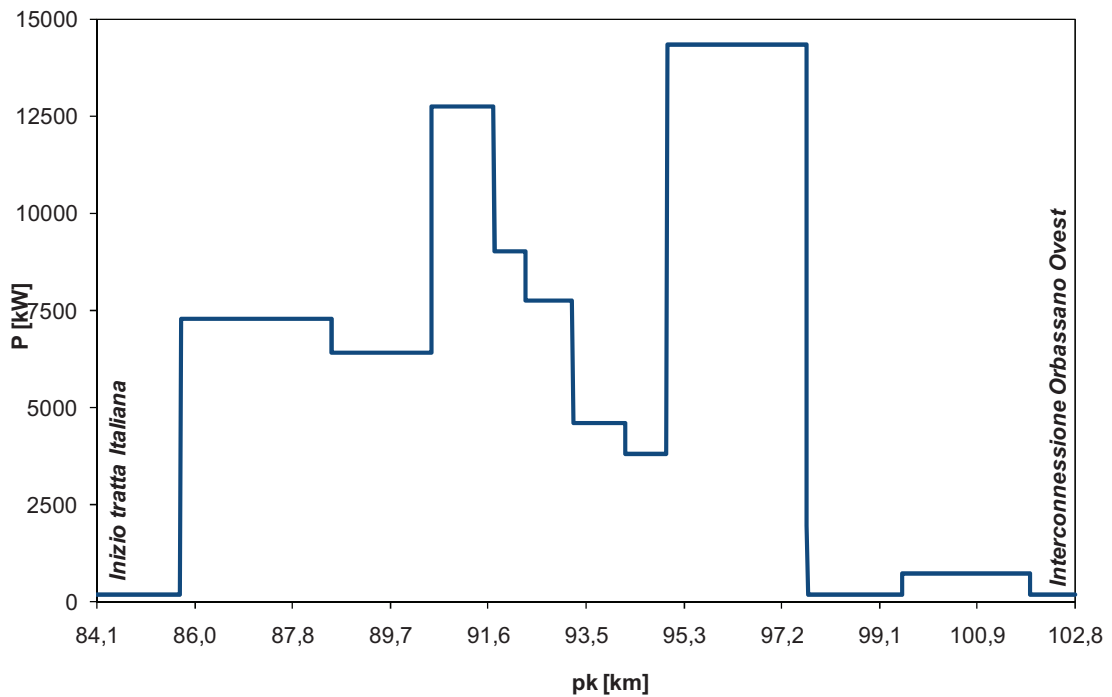


Fig. 3 – Andamento della potenza assorbita AF senso di percorrenza dispari

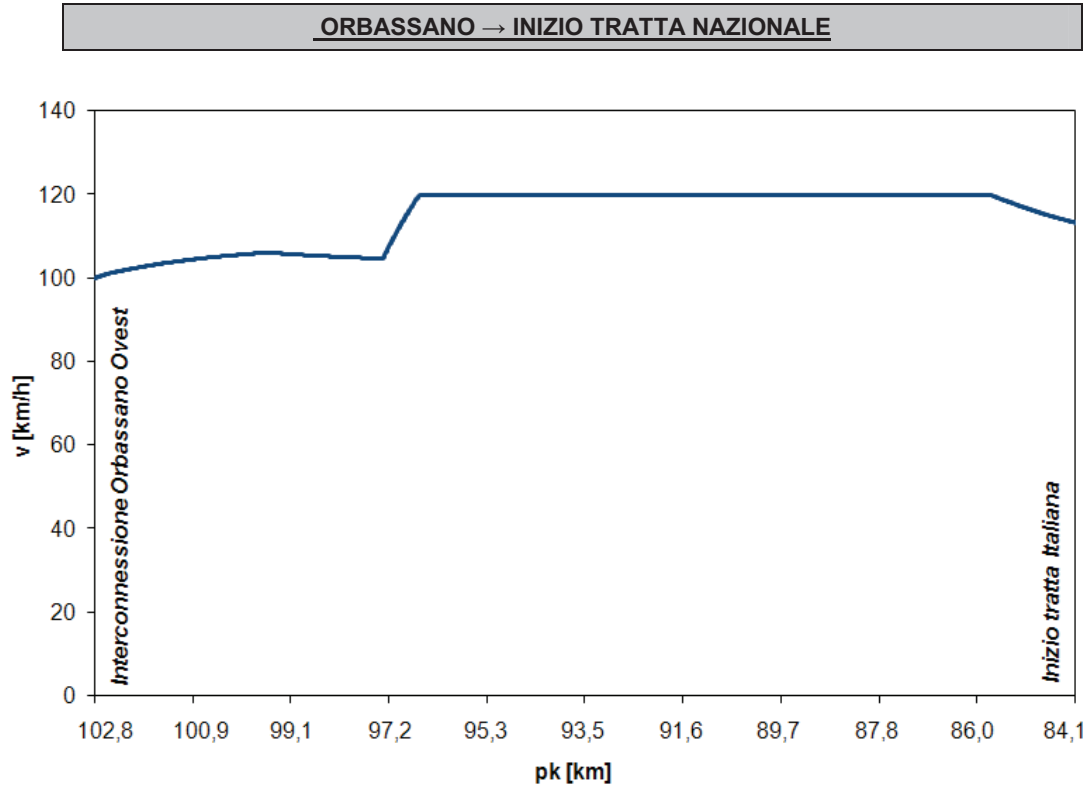


Fig. 4 – Marcia AF senso di percorrenza pari

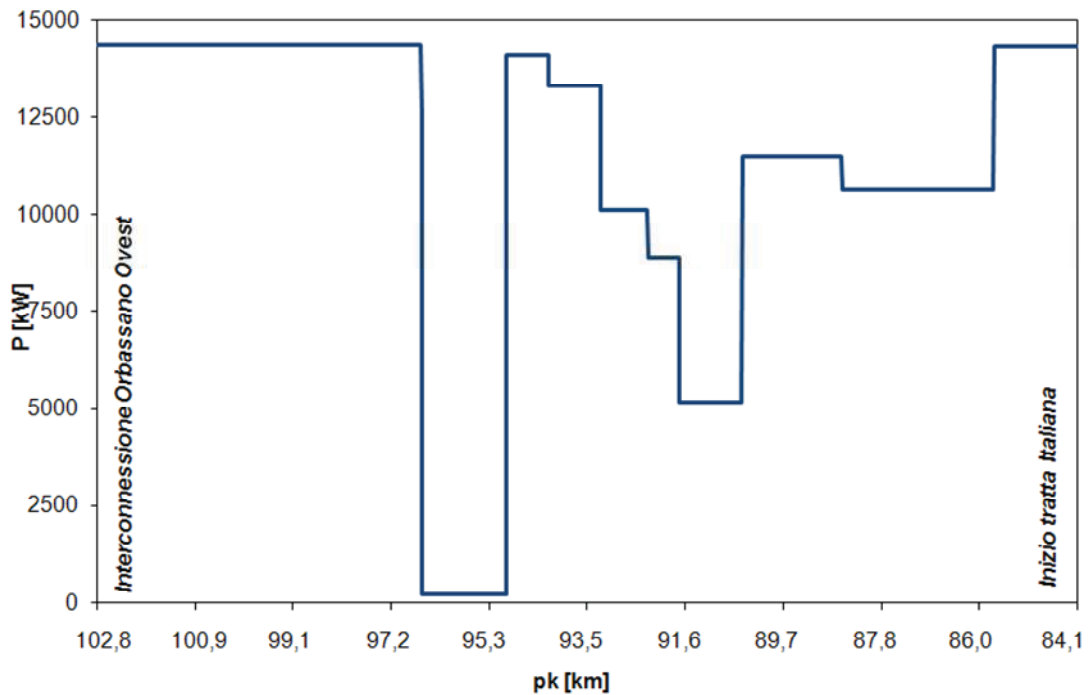


Fig. 5 – Andamento della potenza assorbita AF senso di percorrenza pari

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A	FOGLIO 13 di 52

#### 4.2 TIPOLOGIA DI TRENO SIMULATO – MERCI 1600 t

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.

In particolare sono analizzate per la categoria M1600 t le seguenti tratte:

- Inizio tratta nazionale – Orbassano;
- Orbassano - Settimo + linea AV Mi – To fino alla SSE di Chivasso (tramite l'interconnessione est/ovest di Orbassano);
- Inizio tratta nazionale - Settimo + linea AV Mi – To fino alla SSE di Chivasso (transitando ad Orbassano).

Sulla base dei dati forniti da esercizio, il materiale rotabile analizzato si considera passante il confine di tratta internazionale alla velocità di 120 km/h, e passante l'interconnessione di Orbassano Ovest alla velocità di 100 km/h.

Inoltre per la linea di Gronda si considera passante l'interconnessione Orbassano Est alla velocità di 100 km/h e la SSE di Chivasso alla velocità di 120 km/h.

Si riportano nelle figure (da fig.6 a fig.17) gli andamenti della velocità e degli assorbimenti in funzione dello spazio per il materiale rotabile e le tratte di linea considerate.

Le seguenti tabelle (Tab.6, Tab.7 e Tab.8) riassumono inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambe le singole tratte e sensi di marcia.

	Inizio tratta nazionale – Orbassano	
	Binario Dispari	Binario Pari
Energia totale assorbita [kWh]	740,6	1533,4
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	39,6	82
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	49,5	102,5
Potenza media per treno [kW]	4733	9680
Velocità media [km/h]	119,5	118

**Tab.6 – Grandezze per senso di marcia Inizio tratta nazionale – Orbassano**

	Orbassano – Chivasso ( Interc. Orbassano Ovest)	
	Binario Dispari	Binario Pari
Energia totale assorbita [kWh]	1739	1186
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	50,2	52,8
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	62,7	66
Potenza media per treno [kW]	6005,9	6330,2
Velocità media [km/h]	119,5	119,8

**Tab.7 – Grandezze per senso di marcia Linea di Gronda (Interc. Orbassano Ovest)**

	Inizio tratta nazionale – Chivasso	
	Binario Dispari	Binario Pari
Energia totale assorbita [kWh]	2632,5	3773
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	43,1	61,8
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	54	77,3
Potenza media per treno [kW]	5178	7421
Velocità media [km/h]	119,9	119,9

**Tab.8 – Grandezze per senso di marcia Inizio tratta nazionale – Chivasso**

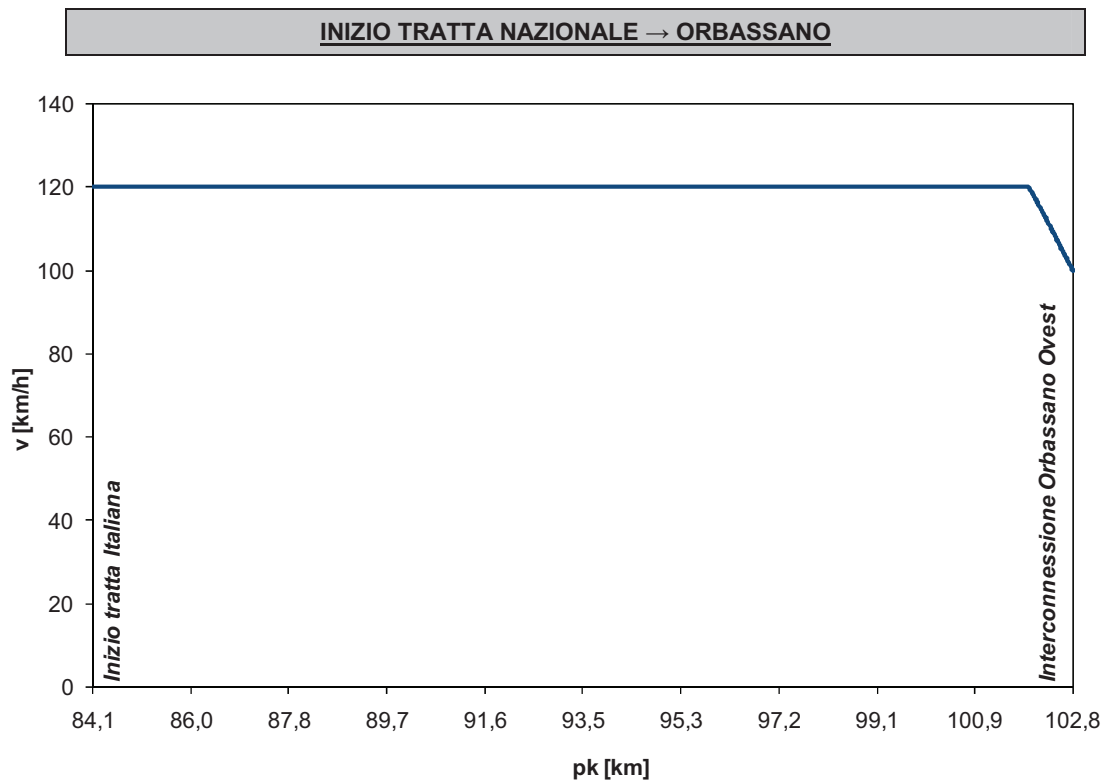


Fig. 6 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza dispari

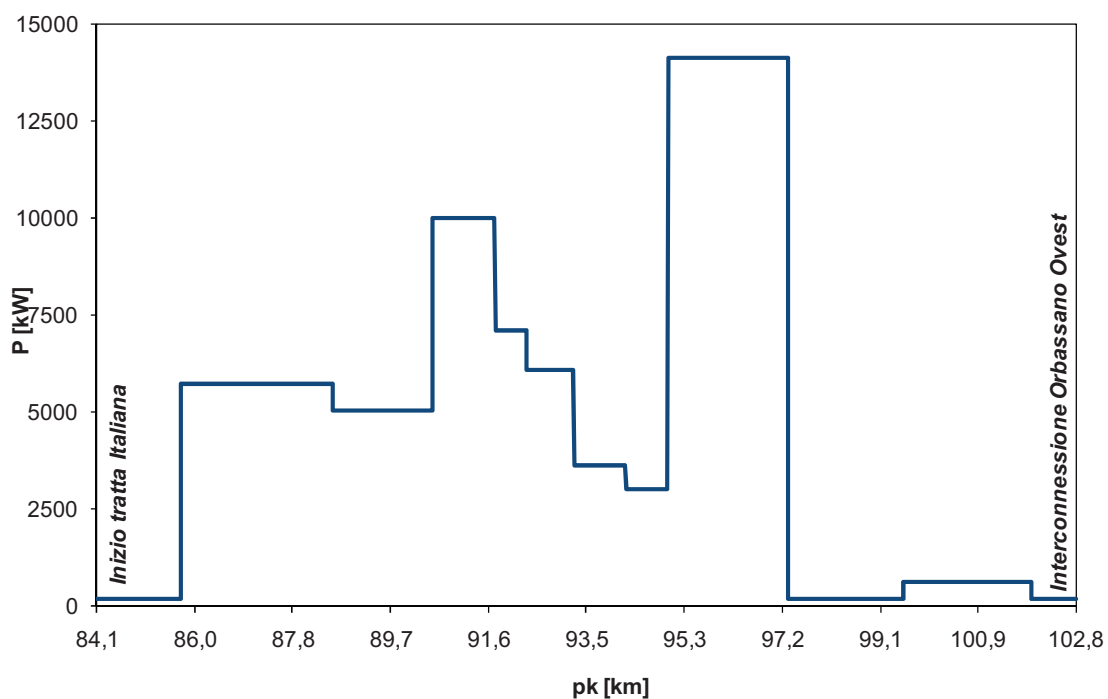


Fig. 7 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza dispari

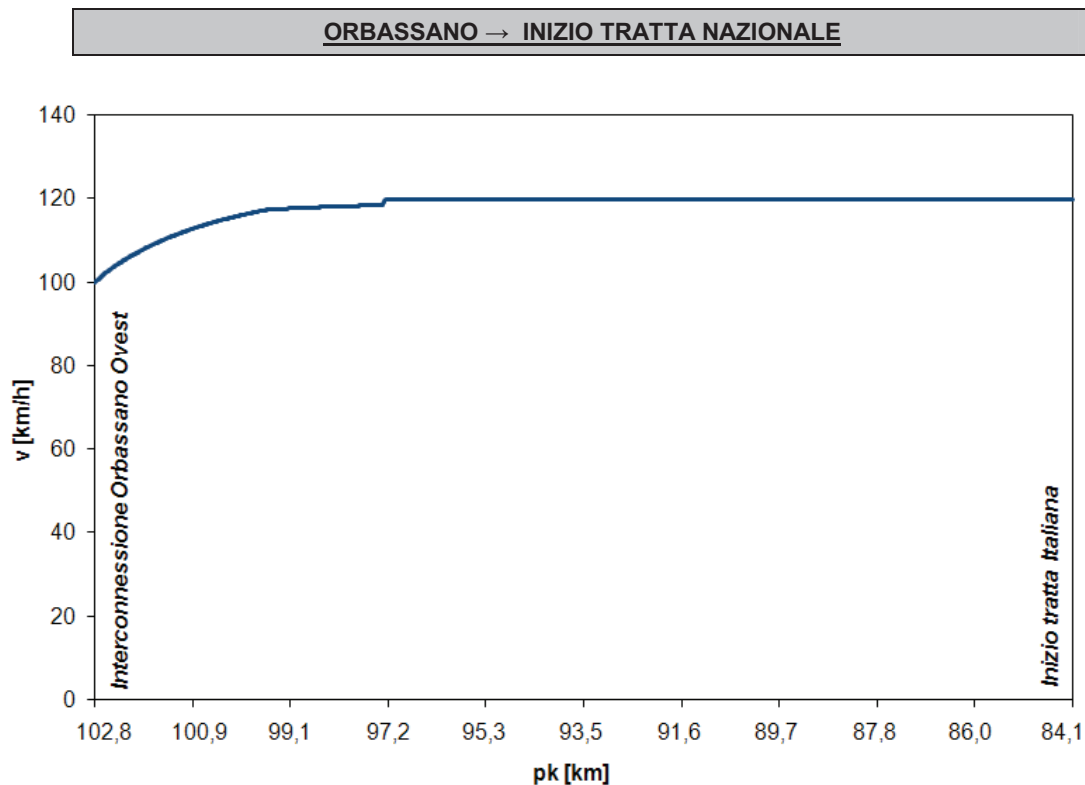


Fig. 8 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza pari

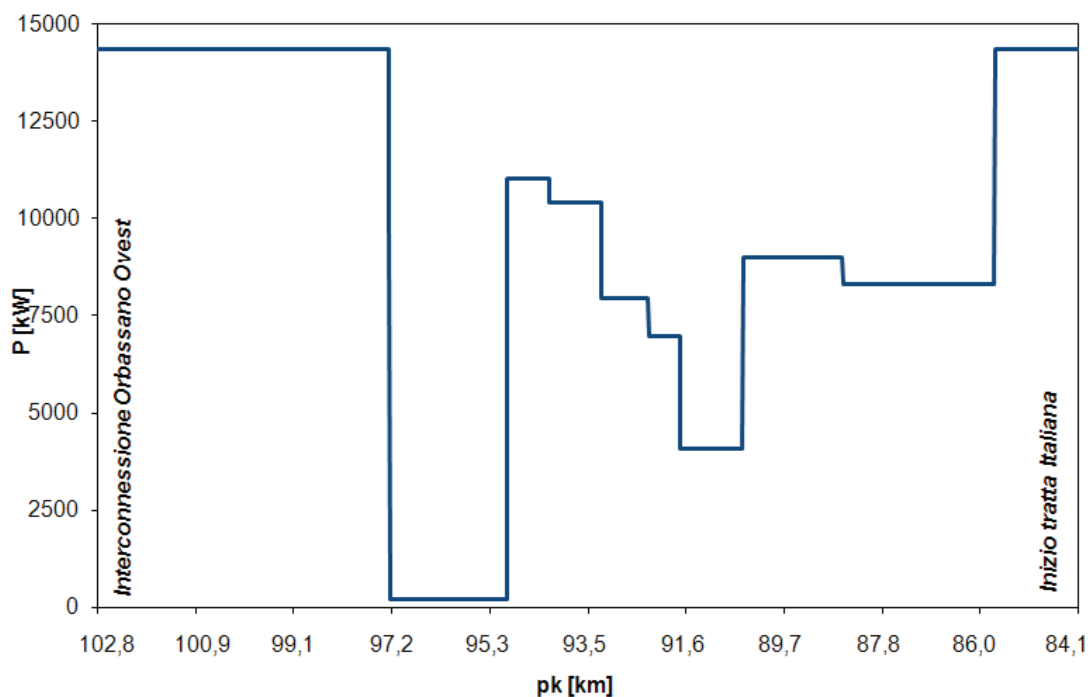


Fig. 9 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza pari



**ORBASSANO → CHIVASSO (INTERCONNESSIONE ORBASSANO)**

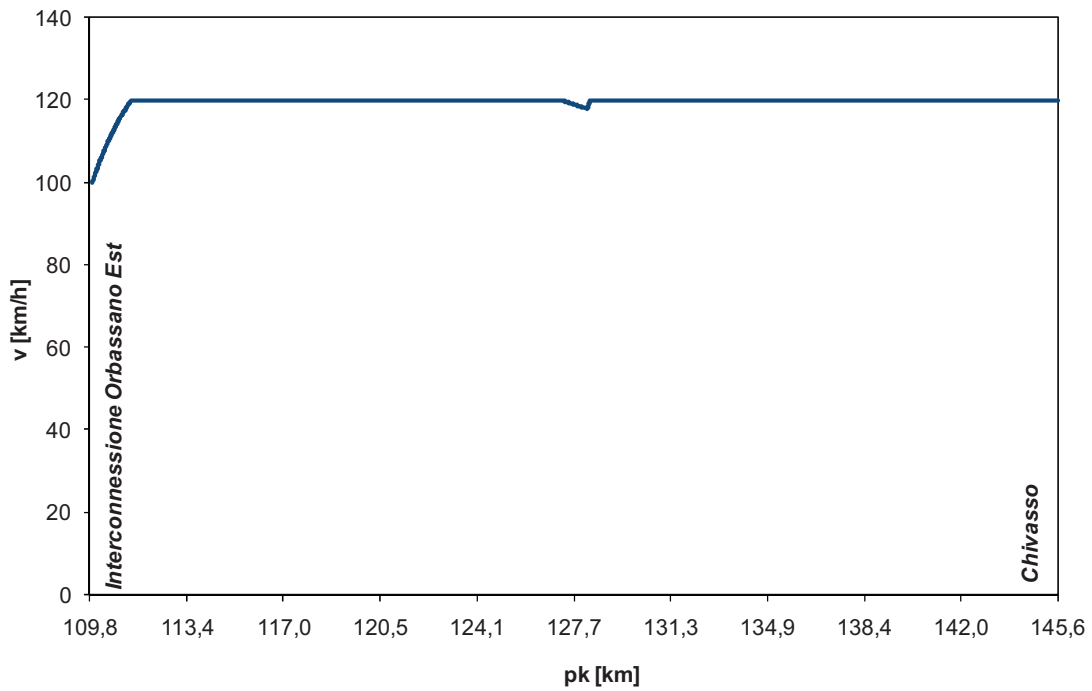


Fig. 10 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza dispari

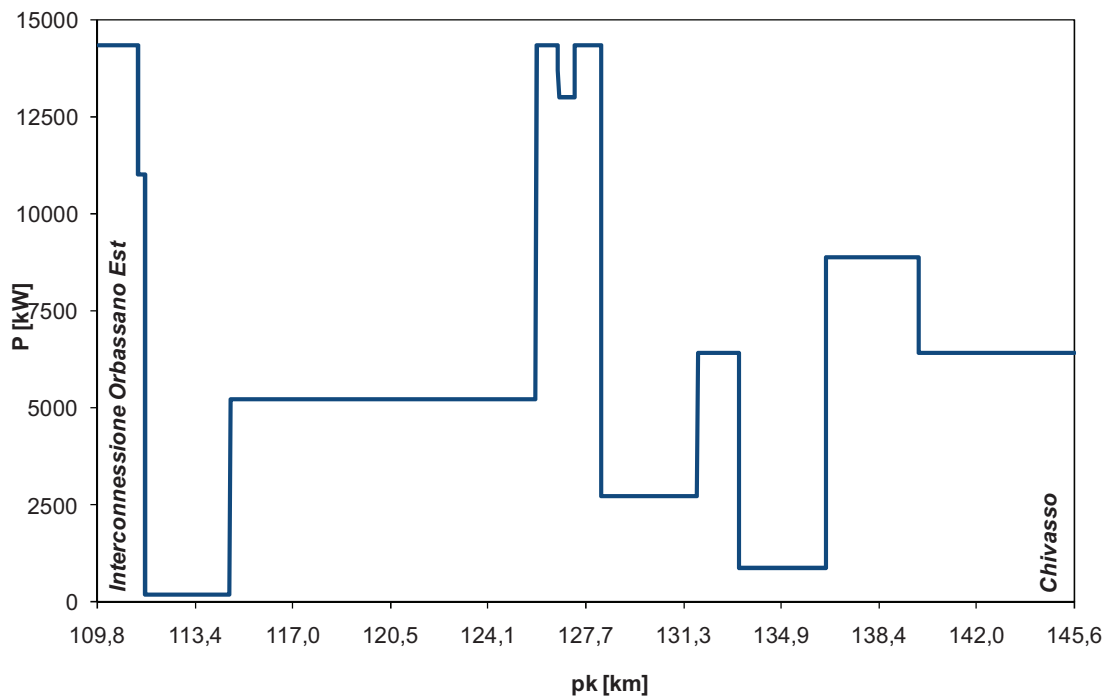


Fig. 11 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza dispari

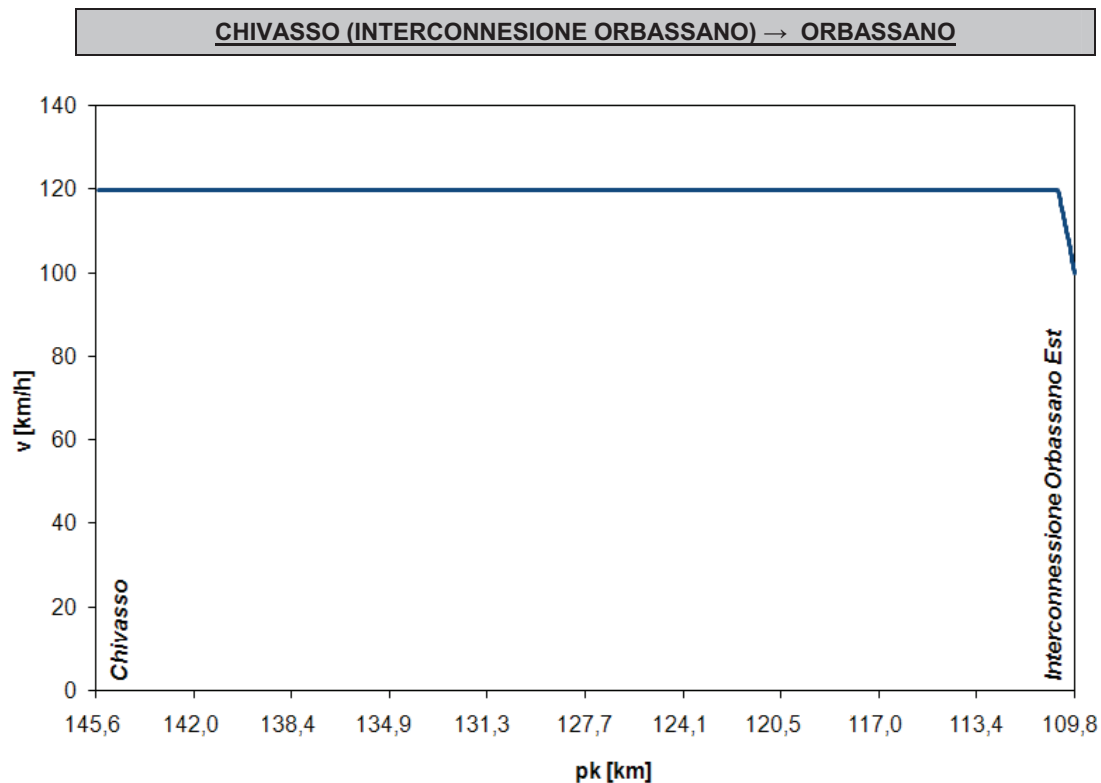


Fig. 12 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza pari

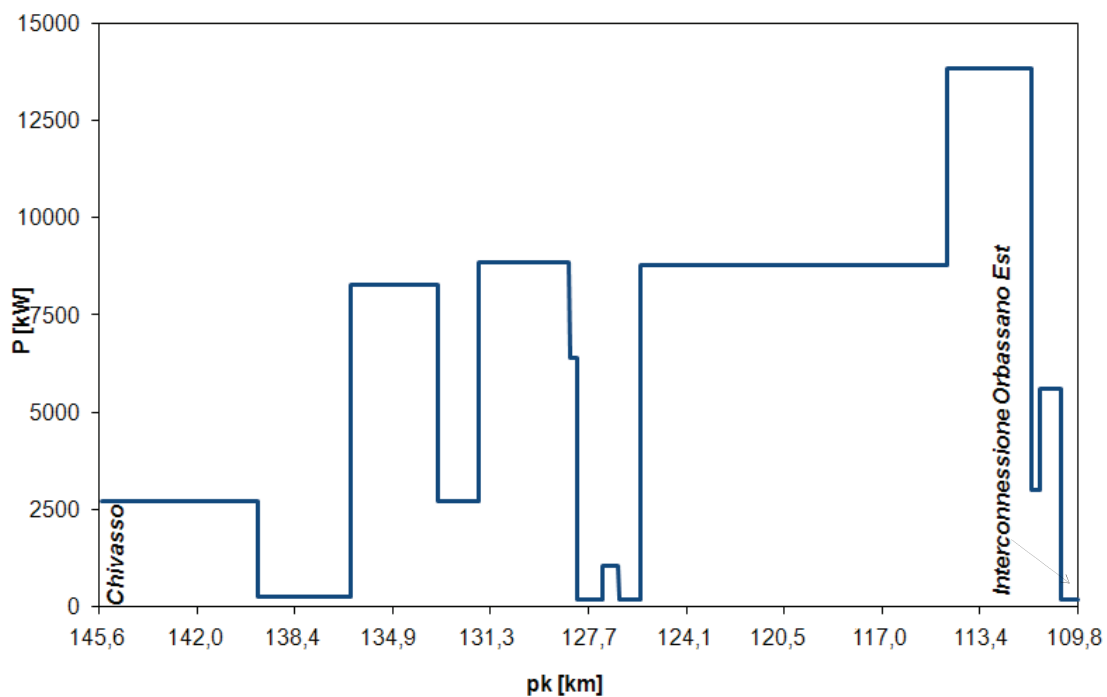


Fig. 13 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza pari

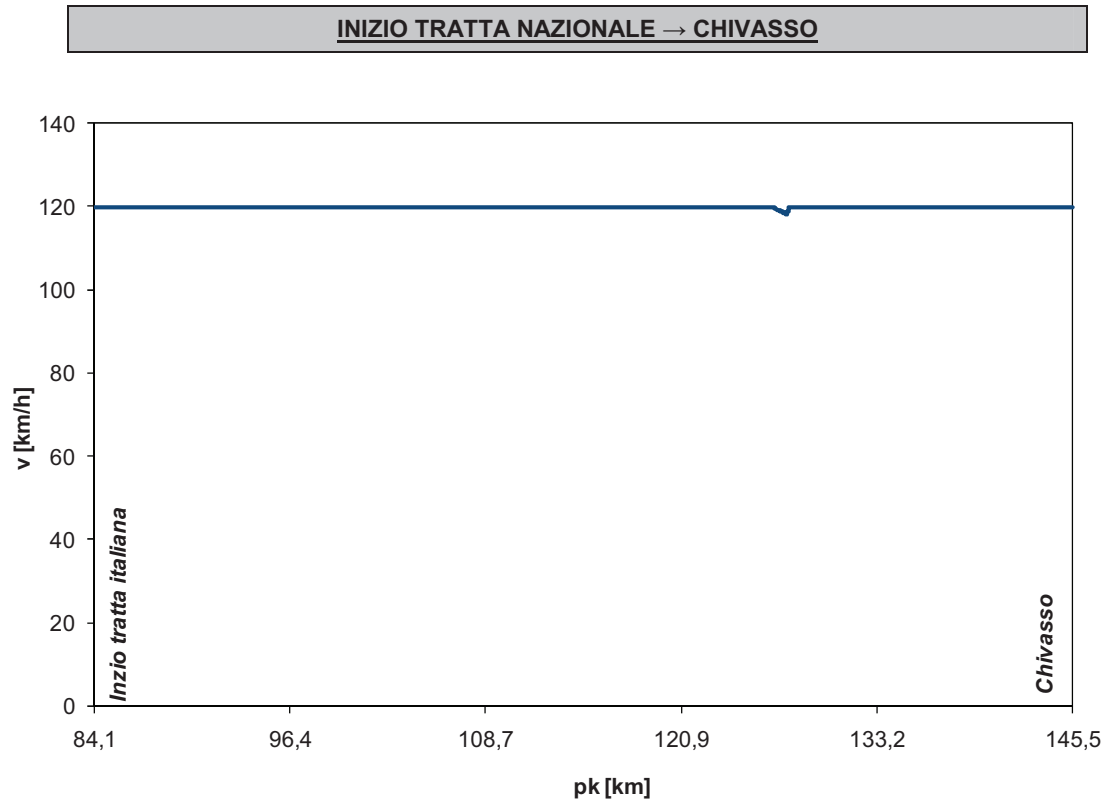


Fig. 14 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza dispari

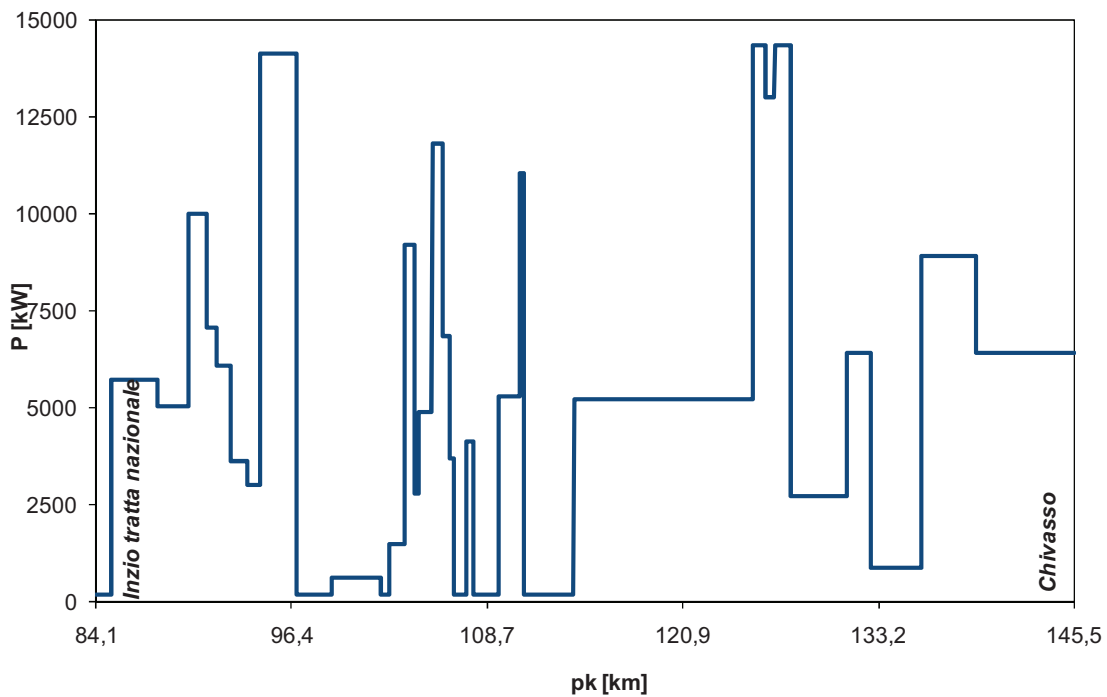


Fig. 15 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza dispari

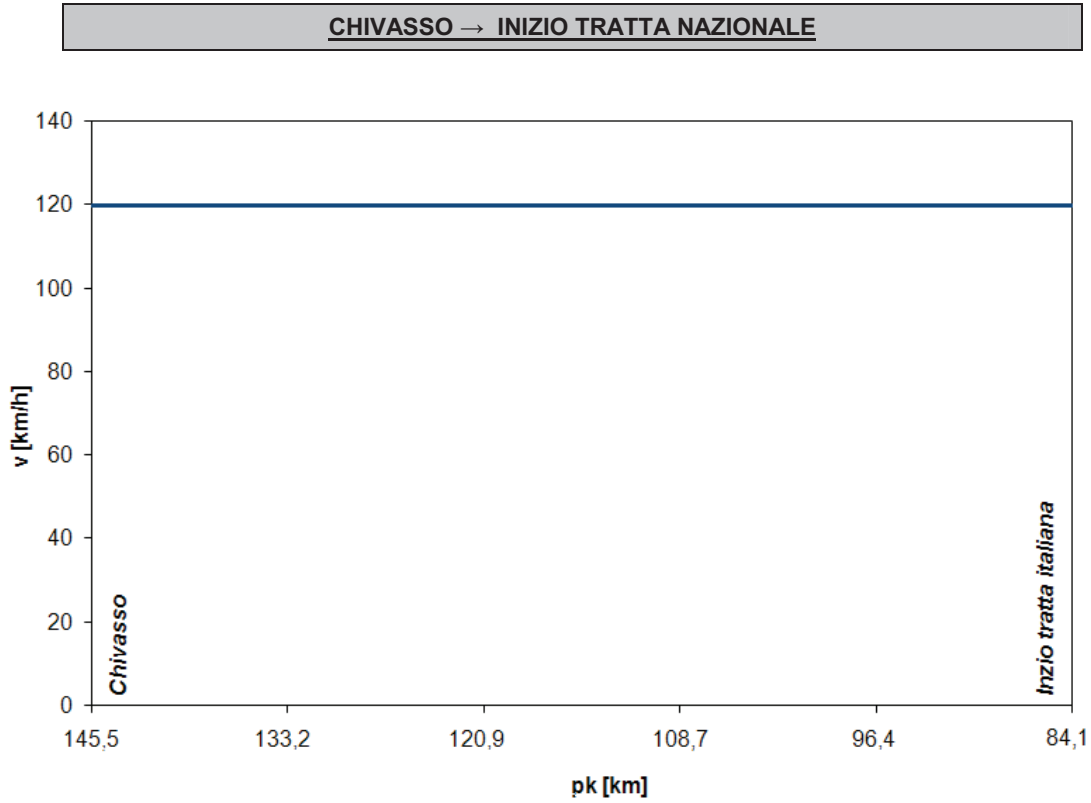


Fig. 16 – Marcia M 1600 t senso di percorrenza pari

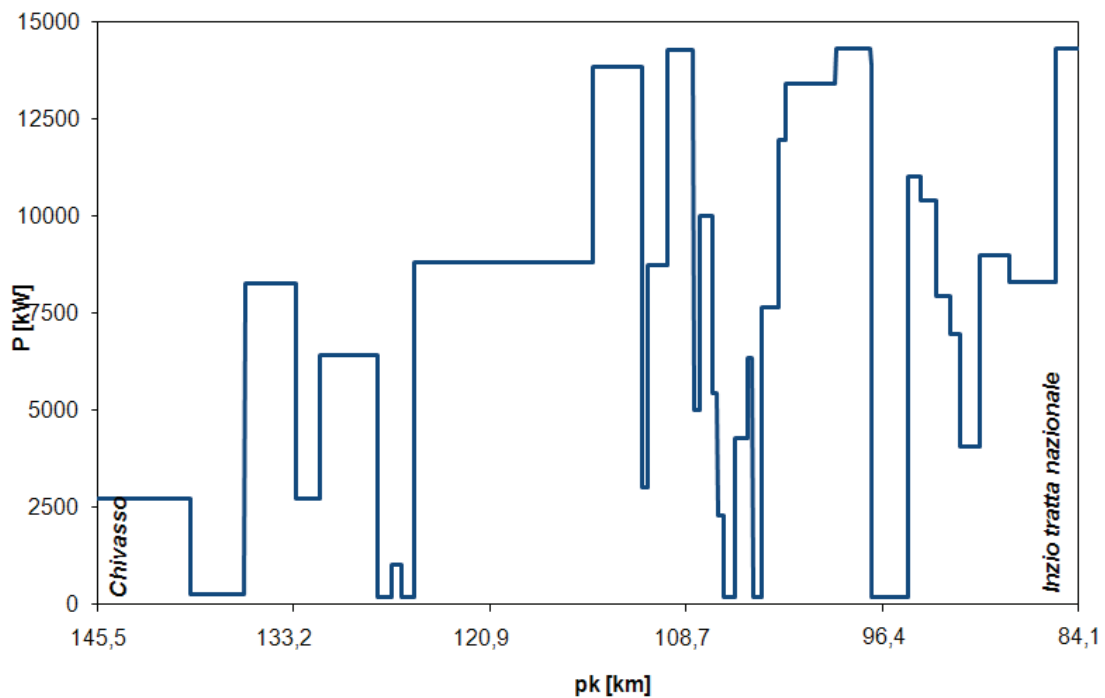


Fig. 17 – Andamento della potenza assorbita M 1600 t senso di percorrenza pari

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
<b>RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO          DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA</b>	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A	FOGLIO 21 di 52

## 5 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE 2x25 kV<sub>ca</sub>

La scelta della configurazione finale, per il sistema 2x25 kV<sub>ca</sub>, è stata ricavata tramite l'ottimizzazione delle configurazioni del sistema sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni elettriche.

La configurazione finale 2x25 kV<sub>ca</sub> della tratta nazionale della linea ferroviaria Lione - Torino prevede la presenza di una Sottostazione Elettrica di Trazione (SSE), ubicata presso Grugliasco e del contributo elettrico della SSE di Chivasso della linea AV Milano – Torino.

Il passo previsto tra i posti di autotrasformazione e le SSE è tale da garantire condizioni di carico idonee alla taglia delle apparecchiature in resina previste nei by-pass e condizioni di tensione al pantografo concordi a quelle previste dalle norme di riferimento EN 50388 e EN 50163 in normale servizio di tutte le SSE e in condizioni di degrado di una SSE o di un posto di autotrasformazione.

L'architettura di sistema prevede per la SSE di Grugliasco la presenza di due trasformatori di potenza escludendone la messa in parallelo al fine di limitare le correnti di corto circuito in SSE ed essere conformi alle direttive STI sul coordinamento della protezione elettrica.

La SSE esistente di Chivasso, per le ipotesi di traffico merci realizzate, prevede la presenza di un ulteriore (o la sostituzione degli esistenti) trasformatore di potenza maggiorata (vedi par. 5.1 Definizione delle scelte di base) rispetto a due da 60 MVA attualmente dedicati all'alimentazione della linea AV Milano – Torino.

In caso di fuori servizio della SSE di Grugliasco, nelle more del contributo elettrico della tratta internazionale della linea ferroviaria Torino – Lione lato SSE Susa, al fine di ridurre al massimo le ricadute territoriali di una ulteriore opera di SSE, è necessario adeguare la taglia del trasformatore di Chivasso e prevedere tra Orbassano e Settimo Torinese, il conduttore di feeder in rame e costituito da due corde 2x155 mm<sup>2</sup> con interasse di 30 mm.

## 5.1 DEFINIZIONE DELLE SCELTE DI BASE

Di seguito si riportano nelle rispettive tabelle (Tab.9, Tab.10, Tab.11) le caratteristiche del trasformatore, dell'autotrasformatore e della catenaria alla base delle simulazioni effettuate e la cui scelta è risultato dell'ottimizzazione dei risultati di simulazione.

	Trasformatore
Potenza nominale [MVA]	80*
Tensione nominale secondaria $\frac{1}{2}$ avvolgimento [kV]	27,5
Tensione % di c.to c.to A-B/a-b riferita alla potenza nominale	10
Tensione % di c.to c.to A-B/a-0 riferita a $\frac{1}{2}$ della potenza nominale	10
Perdite nel rame % della potenza nominale	0,2

**Tab.9 – Caratteristiche Trasformatore di SSE**

\* In fase di progetto definitivo, si valuterà l'eventuale riduzione della potenza nominale del trasformatore di trazione in relazione al contributo che in caso di degrado elettrico della SSE di Grugliasco potrà fornire la tratta internazionale della linea ferroviaria Torino – Lione lato SSE Susa.

	Autotrasformatore
Potenza nominale [MVA]	10**
Tensione nominale secondaria $\frac{1}{2}$ avvolgimento [kV]	27,5
Tensione % di c.to c.to a-b/a-0	1
Perdite nel rame % della potenza nominale	0,2

**Tab.10 – Caratteristiche Autotrasformatore di PAT**

\*\*Ad eccezione dell'esistente PPD di Brandizzo per il quale la potenza nominale degli autotrasformatori è di 15 MVA.

	Catenaria					
	I.T.Nazion - Orbassano		Orbassano - Settimo		Linea AV Mi - To	
	Materiale	[mm <sup>2</sup> ]	Materiale	[mm <sup>2</sup> ]	Materiale	[mm <sup>2</sup> ]
Filo di contatto	Cu	150	Cu	150	Cu	150
Corda Portante	Cu	155	Cu	120	Cu	120
Feeder	Cu	307	Cu	307***	All-Acc	307
Trefolo ritorno principale	Al	3x150	Al	2x150	Al	1x150
Trefolo ritorno aggiuntivo	Cu	95	Cu	95	Cu	95

**Tab.11 – Caratteristiche Catenaria**

\*\*\* Il feeder è considerato è costituito da due corde 2x155 mm<sup>2</sup> con interasse di 30 mm.

I valori di resistenza elettrica dei componenti costituenti la catenaria sopra indicata sono stati riferiti alla temperatura di 50 °C.

La geometria della catenaria in galleria della tratta dall'inizio tratta nazionale a Orbassano Ovest è stata ricavata considerando il documento di riferimento – Sezioni tipologiche, C2B30050040010036 0, mentre per la linea tra Orbassano Ovest e Settimo Torinese considerando il documento di riferimento – Impianti LC 25 kV - Sezioni in galleria, D04000R18WALC0000 001 A.

## 5.2 ARCHITETTURA DI SISTEMA

La configurazione finale  $2 \times 25 \text{ kV}_{ca}$  della tratta nazionale della linea ferroviaria Lione - Torino prevede la presenza di una Sottostazione Elettrica di trazione (SSE) ubicata presso Grugliasco e del contributo elettrico della SSE di Chivasso (linea AV Mi - To), di 6 posti di autotrasformazione e del contributo del posto di parallelo doppio di Brandizzo (linea AV Mi - To).

Nelle seguenti (Tab.12 e Tab.13) sono riportate le denominazione delle sottostazioni elettriche previste con la corrispondente progressiva chilometrica, e dei posti di autotrasformazione collocati nei corrispondenti By-pass.

SSE	pk [km + m]
Grugliasco	108 + 000
Chivasso pk [20+481] Linea AV Milano - Torino	145 + 589

Tab.12 – Progressive di SSE

	pk [km + m]
PAT	85 + 223
	91 + 686
	99 + 488
	113 + 701 / 114 + 001
	119 + 700 / 120 + 001
	125 + 701 / 126 + 001

Tab.13 – By-pass di posti di autotrasformazione

Il passo tra i posti di parallelo (6 – 8 km), 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 e il carico sulle macchine sia in condizione di normale funzionamento sia in condizioni di degrado.



I tratti neutri sono disposti in corrispondenza di ogni SSE e nelle pk riassunte nella seguente tabella (Tab.14).

	pk [km + m]
<b>NT</b>	84+ 930
	108 + 000
	125 + 851
	134 + 900
	145 + 589

**Tab.14 – Tratti neutri**

Di seguito si riporta in figura 18 lo schema di alimentazione semplificato della linea in esame.

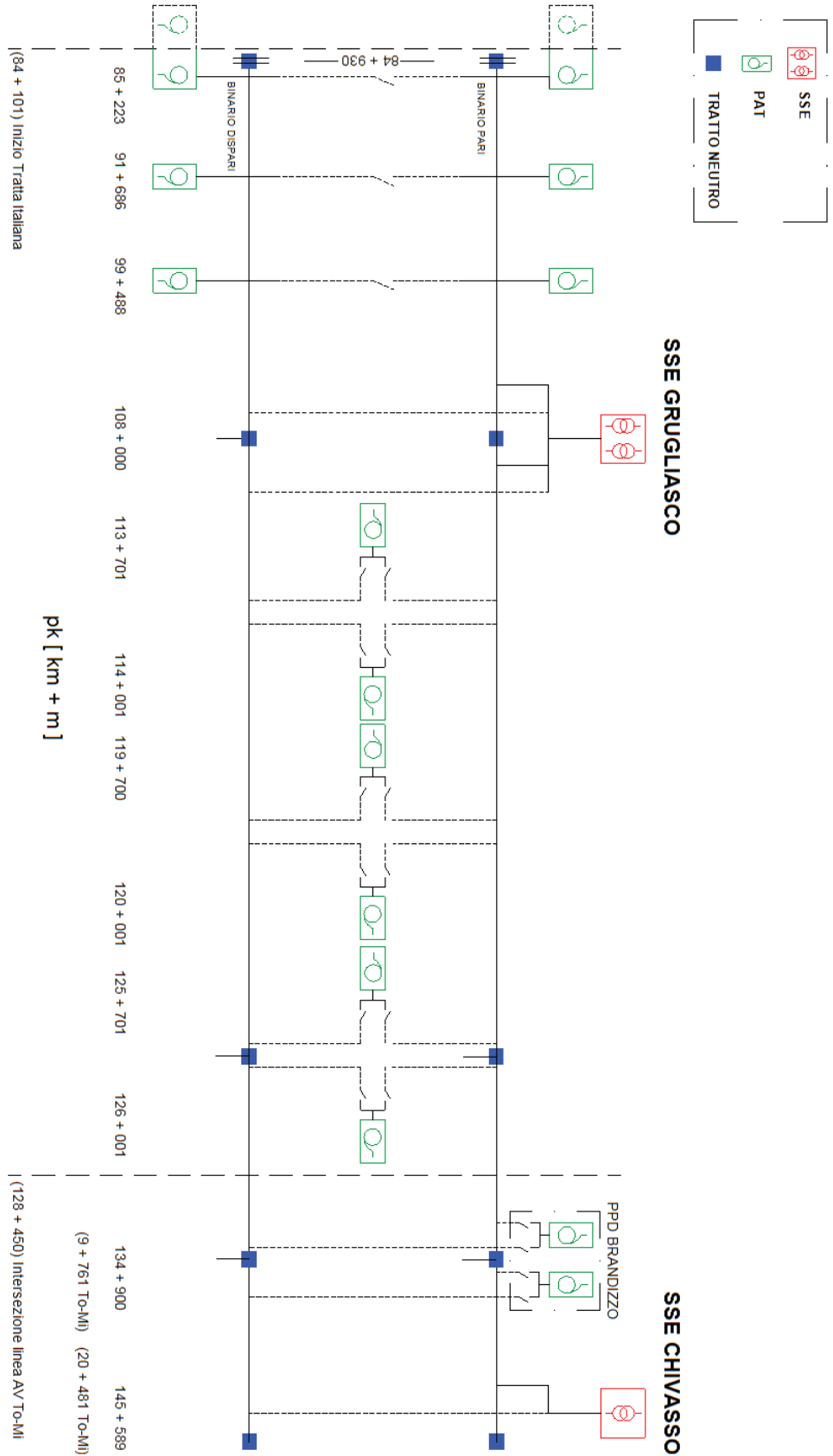


Fig. 18 –Tratta nazione Lione – Torino: Schema di alimentazione semplificato

## 6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le configurazioni analizzate per valutare la potenzialità del sistema di alimentazione sulla base del traffico ipotizzato, riguardano le condizioni di:

- Normale servizio delle 2 SSE alimentanti la tratta;
- Condizione di degrado completo di una SSE;
- Condizione di degrado completo di un PAT.

Di seguito sono riportati i risultati per le condizioni di sistema sopra esposte.

## 6.1 NORMALE SERVIZIO DELLE SSE

La seguente figura (fig.19) rappresenta le zone elettriche proprie di ogni sottostazione di trazione in condizione di normale servizio del sistema.

Si è analizzata la configurazione di alimentazione che prevede i tratti neutri di inizio (pk 84+930) e fine tratta nazionale (pk 125+851) attivi.

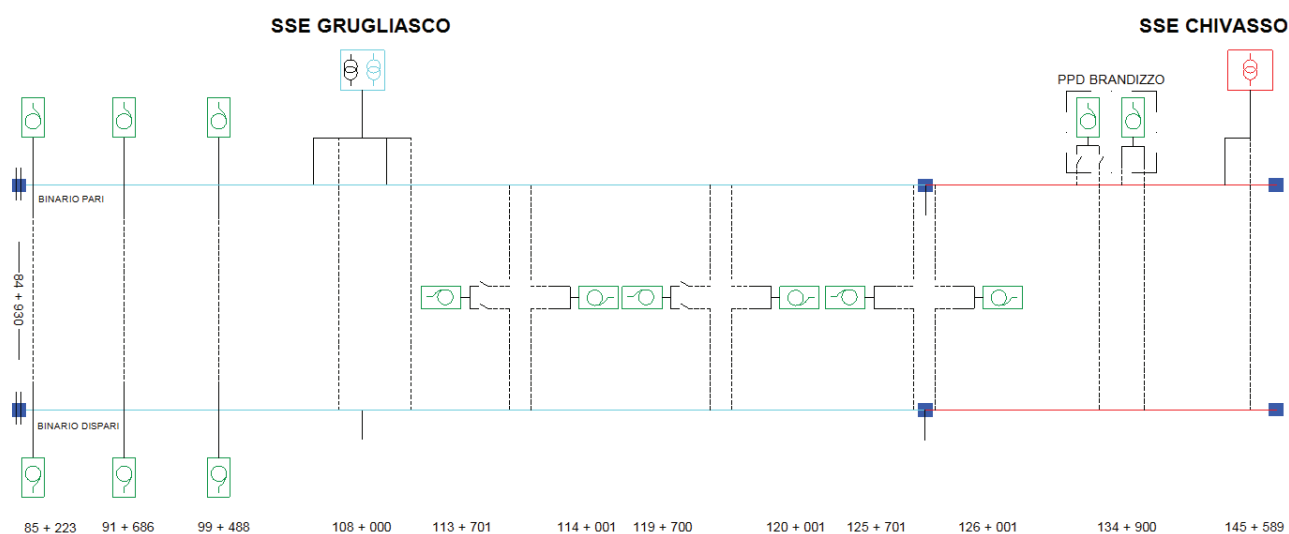


Fig.19 – Sezioni elettriche in condizione di regime

L'analisi è stata eseguita considerando il parallelo elettrico dei due sensi di percorrenza e per i posti di parallelo doppi stile Italia (non sede di tratto neutro attivo) il funzionamento di un autotrasformatore in riserva all'altro. Inoltre si considera che la SSE di Grugliasco alimenti la linea attraverso un unico trasformatore di trazione.

La condizione di carico analizzata prevede un traffico equivalente di **11 treni / ora** per entrambi i sensi di marcia.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
	RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A

Nelle seguenti tabelle (Tab.15 e Tab.16) si riportano i valori (medio e massimo) di potenza assorbita dalla rete primaria e sugli avvolgimenti del trasformatore di trazione.

SSE	Potenza assorbita dalla primaria [kVA]	
	Media	Massima
Grugliasco	55929	87593
Chivasso	19281	37892

**Tab.15 – Potenza assorbita dalla rete primaria**

SSE	Avvolgimenti	Potenza media quadratica avvolgimenti di trafo [kVA]	
Grugliasco	Primario	57617	
	Secondario	LC	32567
		Feeder	25065
Chivasso	Primario	21202	
	Secondario	LC	13557
		Feeder	7700

**Tab.16 – Potenza media quadratica avvolgimenti**

La seguente tabella riassume i valori di potenza media assorbita relativa agli autotrasformatori presenti in linea.

Autotrasformatore	Potenza [kW]	
85 + 223	Pari	3630
	Dispari	3630
91 + 686	Pari	4895
	Dispari	4895
99 + 488	Pari	6352
	Dispari	6352
114 + 001	8580	
120 + 001	7480	
125 + 701	6105	
126 + 001	7425	
134 + 900 (Brandizzo)	8195	

**Tab.17 Potenza autotrasformatori**

I risultati globali delle simulazioni e i valori caratteristici di tensione sono riportati nella seguenti tabelle.

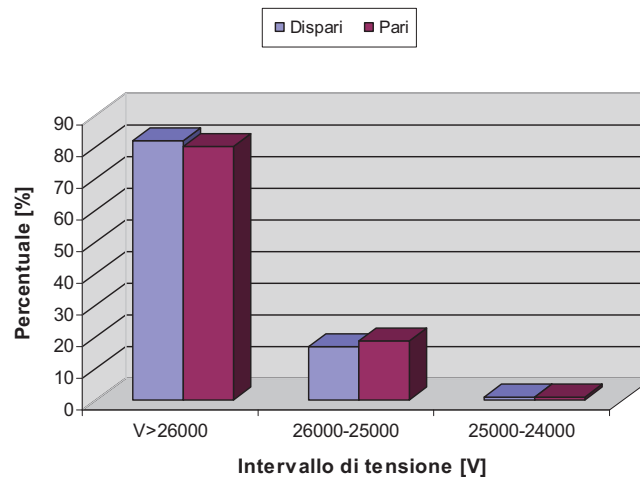
		Normale servizio
Potenza media assorbita dal sistema [kVA]		75210
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]		124700
Potenza reale media fornita complessivamente dalle SSE [kW]		68820
Potenza specifica corrispondente [MW/km linea]		1,13
Potenza reattiva media fornita da tutte le SSE [kVar]		24993
Fattore di potenza medio all'uscita dalle SSE		0,94
Rendimento medio della linea di contatto [%]		99,13
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	Pari	7269
	Dispari	5034
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	Pari	7269
	Dispari	5034
Corrente media fornita all'archetto [A]	Pari	292
	Dispari	202
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	Pari	14316
	Dispari	14316

**Tab.18 – Risultati globali, regime elettrico**

		Normale servizio	
Tensione media [V]	Pari	26437	<b>Limiti Normativi</b>
	Dispari	26447	
Tensione media UIC [V]	Pari	26226	22500
	Dispari	26293	
Tensione minima [V]	Pari	24633	17500
	Dispari	24628	

**Tab.19 – Valori caratteristici di tensione, regime elettrico**

In figura 20 è riportata la distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto in condizione di regime elettrico.



**Fig.20 – Distribuzione globale tensioni all'archetto**

Il valore di tensione minima per il verso dispari (Inizio tratta nazionale → Chivasso) è di 24628 V ed è localizzato prossimo al km 95 + 100; mentre per il verso pari (Chivasso → Inizio tratta nazionale) è di 24633V ed è localizzato prossimo al km 85+400. I valori ottenuti per entrambi i sensi di marcia sono ampiamente maggiori del valore minimo normativo (17500 V).

Il valore di tensione media UIC, indice di qualità di tensione al pantografo, per il verso dispari è di 26293 V mentre per il verso pari è di 26226 V. Entrambi i valori rispettano i limiti normativi imposti (22500 V).

Dalle distribuzioni percentuale sopra riportate si denota come la tensione all'archetto risulti essere maggiormente compresa in termini percentuali nella fascia di tensione maggiore di 26000 V e compresa tra 26000 V e 25000 V. I valori di tensione più bassi (1% per entrambi i sensi di marcia) risultano essere registrati nella fascia di tensione 2500-2400 V e quindi rispettano ampiamente i limiti normativi imposti dalle norme di riferimento.

Si riportano di seguito gli andamento più significativi della tensione al pantografo in relazione alla marcia treni simulata (Fig. 21, Fig.22).

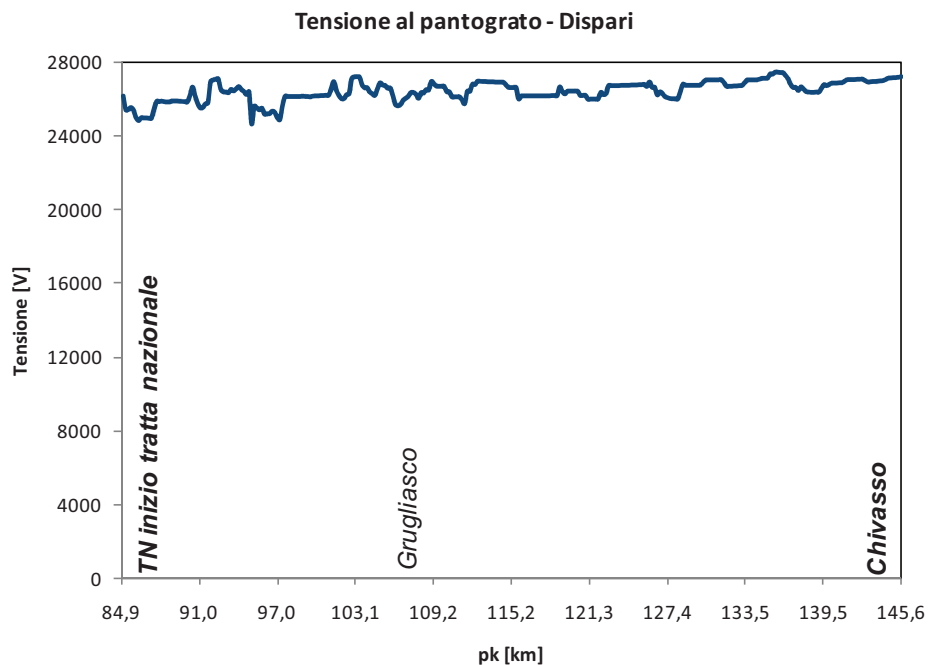


Fig.21 – Andamento tensione al pantografo/marcia dispari

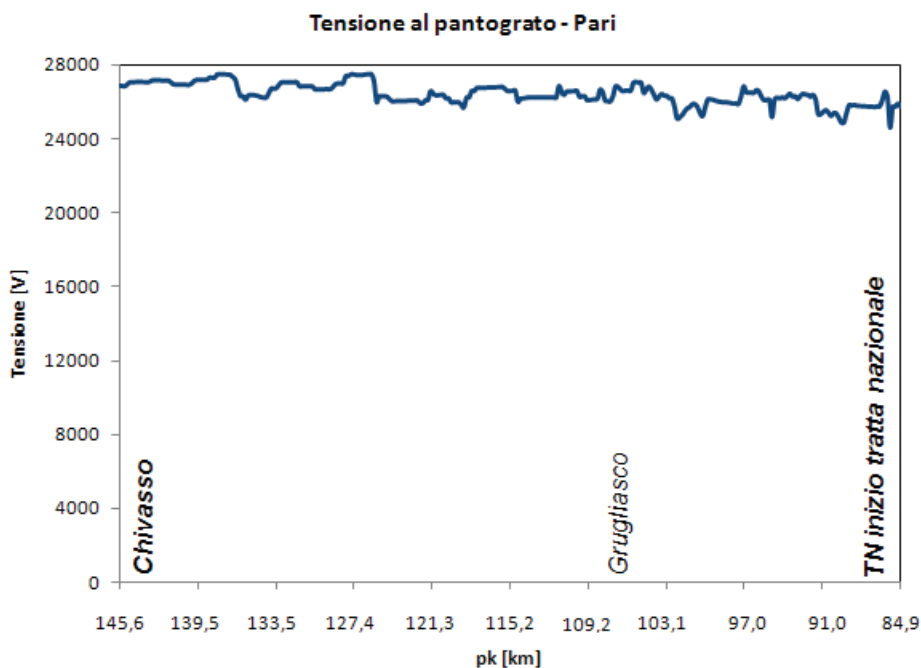


Fig.22 – Andamento tensione al pantografo/marcia pari



## 6.2 CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DI UNA SSE

La condizione di degrado completo di una SSE determina la necessità di alimentazione che preveda la messa in parallelo elettrico tra le linee di contatto e i feeders dei due binari in modo da beneficiare della suddivisione delle correnti sui conduttori (catenaria e feeder), limitando le cadute di tensione in linea.

La **condizione di dimensionamento del sistema elettrico di trazione** è costituita dal degrado completo della SSE di Grugliasco. In tale condizione di degrado, nelle more del contributo elettrico della tratta internazionale della linea Lione-Torino (lato SSE di Susa), il trasformatore di trazione della SSE di Chivasso alimenta in antenna l'intera tratta nazionale (circa 60 km) indipendentemente dalla gestione dei tratti neutri attivi.

In fase di progetto definitivo, si valuterà l'eventuale riduzione della potenza nominale del trasformatore di trazione in relazione al contributo elettrico che, in tale caso di degrado, potrà fornire la tratta internazionale della linea ferroviaria Lione – Torino lato SSE di Susa.

### 6.2.1 CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DELLA SSE DI CHIVASSO

La seguente figura (fig.23) rappresenta la zona elettrica propria della SSE di Grugliasco in caso di degrado completo del contributo elettrico della SSE di Chivasso.

La configurazione di alimentazione prevede i tratti neutri di inizio tratta (pk 84+930), (pk 125+851) attivi.

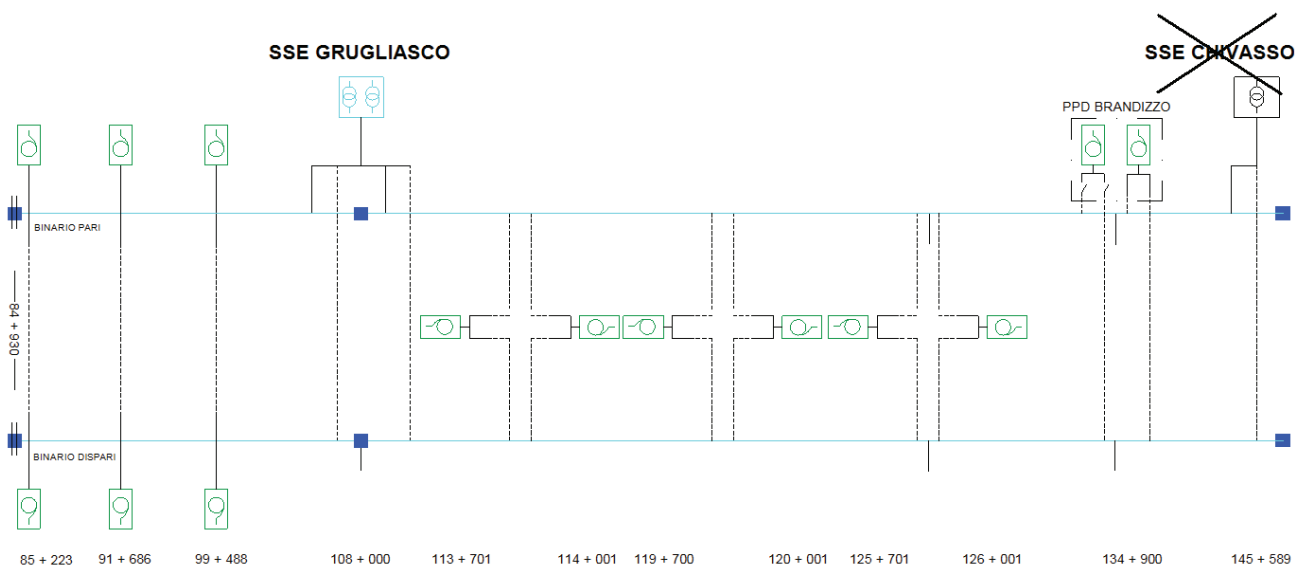


Fig.23 – Sezioni elettriche in condizione di degrado completo del contributo della SSE di Chivasso

L'analisi è stata eseguita considerando il parallelo elettrico dei due sensi di percorrenza e considerando che la SSE di Grugliasco alimenti la linea attraverso i due trasformatori di trazione con i tratti neutri di inizio tratta (84+930) e in prossimità della SSE (108+000) attivi.

La condizione di carico analizzata prevede un traffico equivalente di **11 treni / ora** per entrambi i sensi di marcia.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
	RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A

Nelle seguenti tabelle (Tab.20 e Tab.21) si riportano i valori (medio e massimo) di potenza assorbita dalla rete primaria e sugli avvolgimenti dei trasformatori di trazione.

		Potenza assorbita dalla primaria [kVA]	
SSE	Trasformatore	Media	Massima
Grugliasco	Trasformatore Lato Francia	30448	56073
	Trasformatore Lato Italia	45472	73400
		75893	126985

**Tab.20 – Potenza assorbita dalla rete primaria**

SSE	Trasformatore	Avvolgimenti		Potenza media quadratica avvolgimenti di trafo [kVA]
Grugliasco	Trasformatore Lato Francia	Primario		31817
		Secondario	LC	18480
			Feeder	13392
	Trasformatore Lato Italia	Primario		47492
		Secondario	LC	26152
			Feeder	21367

**Tab.21 – Potenza media quadratica avvolgimenti**

La seguente tabella riassume i valori di potenza media assorbita relativa agli autotrasformatori presenti in linea.

Autotrasformatore		Potenza [kW]
85 + 223	Pari	3520
	Dispari	3520
91 + 686	Pari	4647
	Dispari	4647
99 + 488	Pari	5637
	Dispari	5637
113 + 701 / 114 + 001		4812
119 + 700 / 120 + 001		4785
125+701 / 126 + 001		6242
134 + 900 (Brandizzo)		11605

**Tab.22 Potenza autotrasformatori**

Dall'analisi dei risultati simulativi riguardanti le potenze medie quadratiche assorbite dai due trasformatori di SSE, si rende necessario esercire in tale condizione di degrado attivando entrambi i trasformatori di trazione e il tratto neutro di sottostazione.

I risultati globali delle simulazioni e i valori caratteristici di tensione sono riportati nella seguenti tabelle.

		Degrado Chivasso
Potenza media assorbita dal sistema [kVA]		75920
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]		127072
Potenza reale media fornita complessivamente dalle SSE [kW]		69231
Potenza specifica corrispondente [MW/km linea]		1,13
Potenza reattiva media fornita da tutte le SSE [kVar]		26742
Fattore di potenza medio all'uscita dalle SSE		0,93
Rendimento medio della linea di contatto [%]		98,5
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	Pari	7269
	Dispari	5034
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	Pari	7269
	Dispari	5034
Corrente media fornita all'archetto [A]	Pari	293
	Dispari	205
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	Pari	14316
	Dispari	14316

**Tab.23 – Risultati globali, degrado Chivasso**

		Degrado Chivasso	
Tensione media [V]	Pari	26096	<b>Limiti Normativi</b>
	Dispari	26123	
Tensione media UIC [V]	Pari	26116	22500
	Dispari	25842	
Tensione minima [V]	Pari	23626	17500
	Dispari	23615	

**Tab.24 – Valori caratteristici di tensione, regime elettrico**

In figura 24 è riportata la distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto in condizione di degrado del contributo elettrico della SSE di Chivasso.

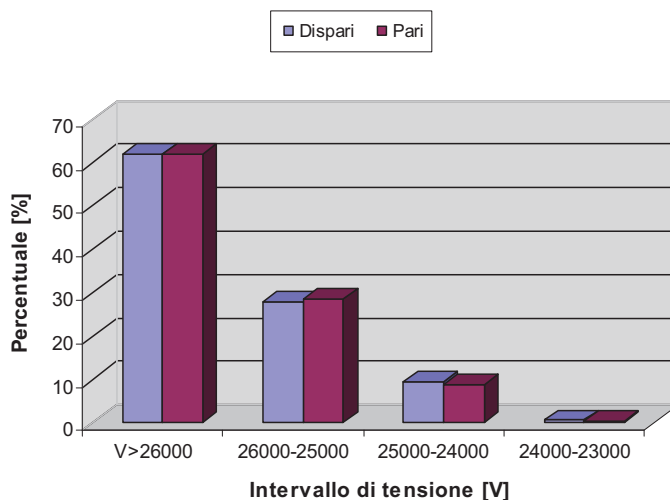


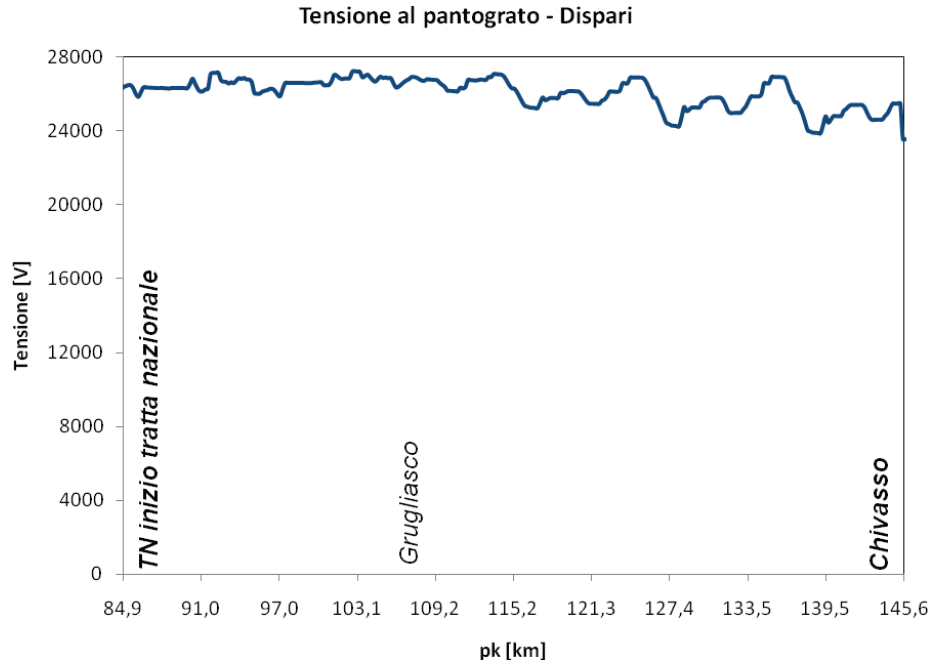
Fig.24 – Distribuzione globale tensioni all'archetto

Il valore di tensione minima per il verso dispari (Inizio tratta nazionale → Chivasso) è di 23615 V ed è localizzato prossimo al km 145 + 400; mentre per il verso pari (Chivasso → Inizio tratta nazionale) è di 23626 V ed è localizzato prossimo al km 139 +100. I valori ottenuti per entrambi i sensi di marcia sono maggiori del valore minimo normativo (17500 V).

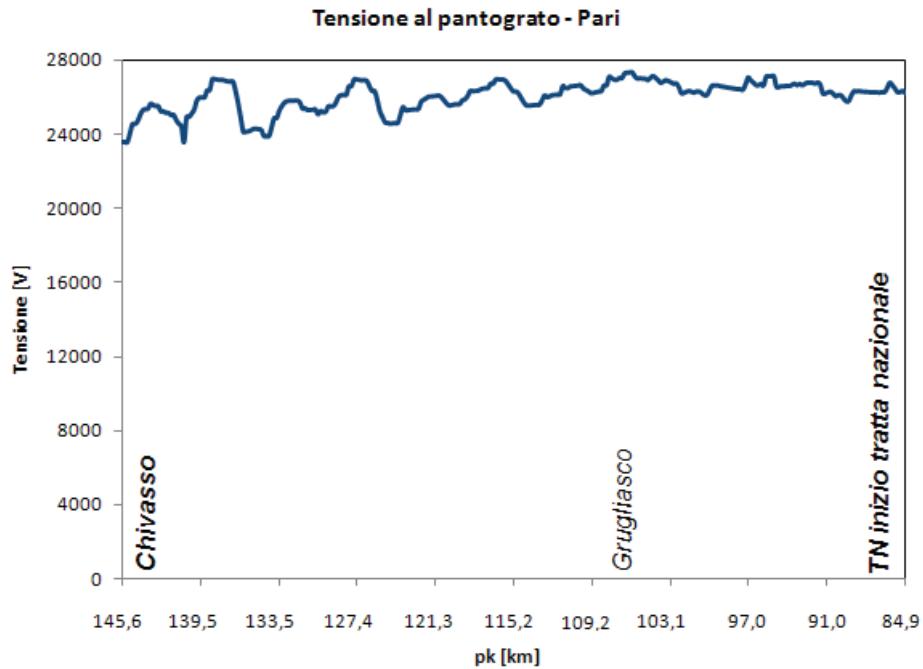
Il valore di tensione media UIC, indice di qualità di tensione al pantografo, per il verso dispari è di 25842 V mentre per il verso pari è di 26116 V. Entrambi i valori rispettano i limiti normativi imposti (22500 V).

Dalle distribuzioni percentuale sopra riportate si denota come la tensione all'archetto risulti essere maggiormente compresa in termini percentuali nella fascia di tensione maggiore di 26000 V e compresa tra 26000 V e 25000 V. I valori di tensione più bassi (0,5% per il verso pari e 0,6% per il verso dispari) risultano essere registrati nella fascia di tensione 2400-2300 V e quindi rispettano i limiti normativi imposti dalle norme di riferimento.

Si riportano di seguito gli andamenti più significativi della tensione al pantografo in relazione alla marcia treni simulata (Fig. 25, Fig.26).



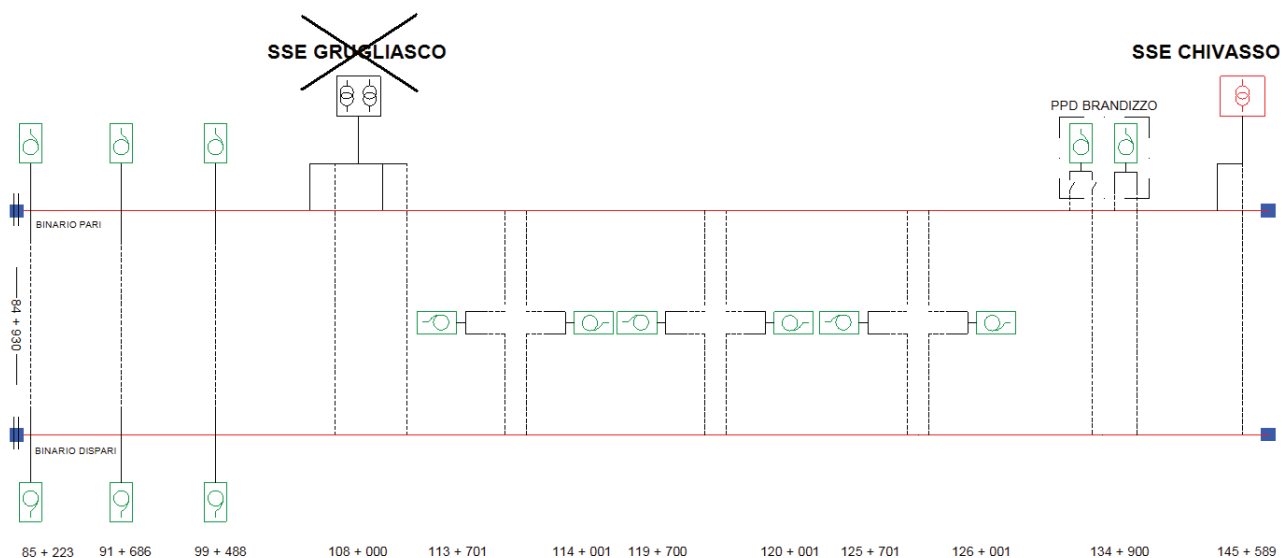
**Fig.25 – Andamento tensione al pantografo/marcia dispari**



**Fig.26 – Andamento tensione al pantografo/marcia pari**

## 6.2.2 CONDIZIONE DI DEGRADO COMPLETO DELLA SSE DI GRUGLIASCO

La seguente figura (fig.27) rappresenta la zone elettriche proprie del contributo della SSE di Chivasso in caso di degrado completo della SSE di Grugliasco. In tale configurazione di alimentazione, nelle more del contributo elettrico della tratta internazione della linea Lione-Torino (lato SSE di Susa), la SSE di Chivasso alimenta in antenna l'intera tratta nazionale (circa 60 km).



**Fig.27 – Sezioni elettriche in condizione di degrado completo della SSE di Grugliasco**

L'analisi è stata eseguita considerando il parallelo elettrico dei due sensi di percorrenza.

In tale condizione degrado, data la tipologia di traffico merci, si è valutata per la tratta tra Orbassano Ovest e Settimo Torinese, la configurazione che prevede la catenaria conforme allo standard AV italiana eccezione fatta per il conduttore di feeder.

Infatti, considerando tale conduttore in rame e costituito da due corde  $2 \times 155 \text{ mm}^2$  con interasse di 30 mm, si riesce comunque a garantire un traffico equivalente di **8 treni / ora** per entrambi i sensi di marcia, evitando le ricadute territoriali di una ulteriore opera di SSE.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
	RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A

Nelle seguenti tabelle (Tab.25 e Tab.26) si riportano i valori (medio e massimo) di potenza assorbita dalla rete primaria e sugli avvolgimenti del trasformatore di trazione.

SSE	Potenza assorbita dalla primaria [kVA]	
	Media	Massima
Chivasso	61473	115470

**Tab.25 – Potenza assorbita dalla rete primaria**

SSE	Avvolgimenti	Potenza media quadratica avvolgimenti di trafo [kVA]	
Chivasso	Primario	63772	
	Secondario	LC	34567
		Feeder	29232

**Tab.26 – Potenza media quadratica avvolgimenti**

La seguente tabella riassume i valori di potenza media assorbita relativa agli autotrasformatori presenti in linea.

Autotrasformatore	Potenza [kW]	
85 + 223	Pari	3355
	Dispari	3355
91 + 686	Pari	4427
	Dispari	4427
99 + 488	Pari	5967
	Dispari	5967
113 + 701 / 114 + 001	5307	
119 + 700 / 120 + 001	4042	
125+701 / 126 + 001	4510	
134 + 900 (Brandizzo)	6325	

**Tab.27 Potenza autotrasformatori**



I risultati globali delle simulazioni e i valori caratteristici di tensione sono riportati nella seguenti tabelle.

		Degrado SSE Grugliasco
Potenza media assorbita dal sistema [kVA]		61473
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]		115470
Potenza reale media fornita complessivamente dalle SSE [kW]		52068
Potenza specifica corrispondente [MW/km linea]		0,85
Potenza reattiva media fornita da tutte le SSE [kVar]		27105
Fattore di potenza medio all'uscita dalle SSE		0,88
Rendimento medio della linea di contatto [%]		95,2
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	Pari	7269
	Dispari	5034
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	Pari	7203
	Dispari	4991
Corrente media fornita all'archetto [A]	Pari	327
	Dispari	224
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	Pari	14316
	Dispari	14316

**Tab.28 – Risultati globali degrado SSE Grugliasco**

		Normale servizio	
Tensione media [V]	Pari	23936	<b>Limiti Normativi</b>
	Dispari	23993	
Tensione media UIC [V]	Pari	23167	22500
	Dispari	23498	
Tensione minima [V]	Pari	17593	17500
	Dispari	17680	

**Tab.29 – Valori caratteristici di tensione, degrado SSE Grugliasco**

In figura 27 è riportata la distribuzione in percentuale delle tensioni globali all'archetto in condizione di degrado della SSE di Grugliasco.

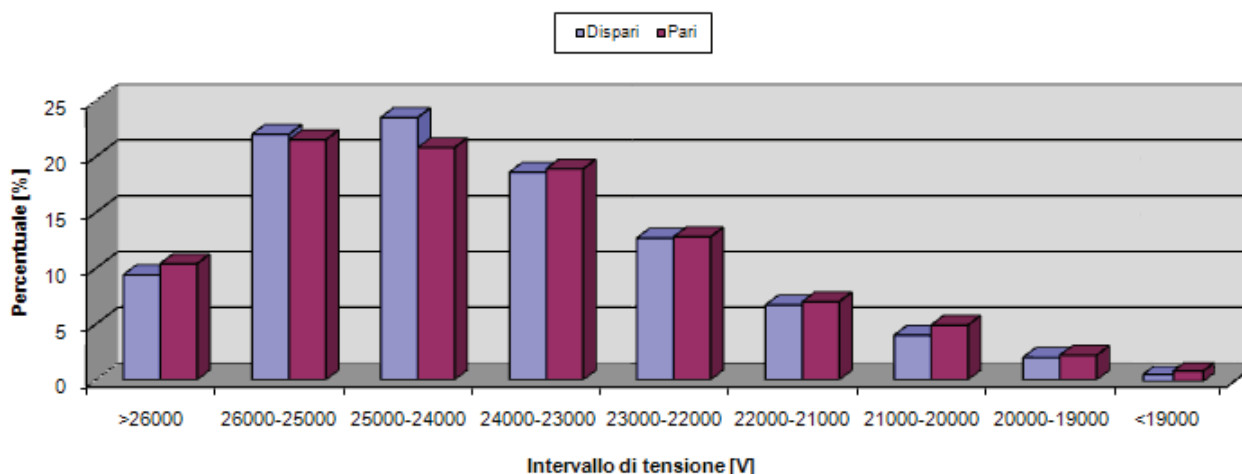


Fig.27 – Distribuzione globale tensioni all'archetto

Il valore di tensione minima per il verso dispari (Inizio tratta nazionale → Chivasso) è di 17680 V ed è localizzato prossimo al km 96 + 400; mentre per il verso pari (Chivasso → Inizio tratta nazionale) è di 17593 ed è localizzato prossimo a inizio tratta nazionale.

I valori ottenuti per entrambi i sensi di marcia sono punti di minimo non permanente e di valore conforme ai limite di valore minimo normativo (17500 V).

Il valore di tensione media UIC, indice di qualità di tensione al pantografo, per il verso dispari è di 23498 V mentre per il verso pari è di 23167 V. Entrambi i valori rispettano i limiti normativi imposti (22500 V).

Dalle distribuzioni percentuale sopra riportate si denota come la tensione all'archetto risulti essere maggiormente compresa in termini percentuali nella fascia di tensione 26000-25000 V e 25000-24000 V.

Percentuali di tensione nel verso pari (0.8 %) e nel verso dispari (0.6 %) in cui il valore di tensione all'archetto risulta essere minore di 19000 V risultano minori dell'unità percentuale quindi trascurabili e comunque conformi ai limiti imposti dalle normative di riferimento.

Si riportano di seguito gli andamento più significativi della tensione al pantografo in relazione alla marcia treni simulata (Fig. 28, Fig.29).

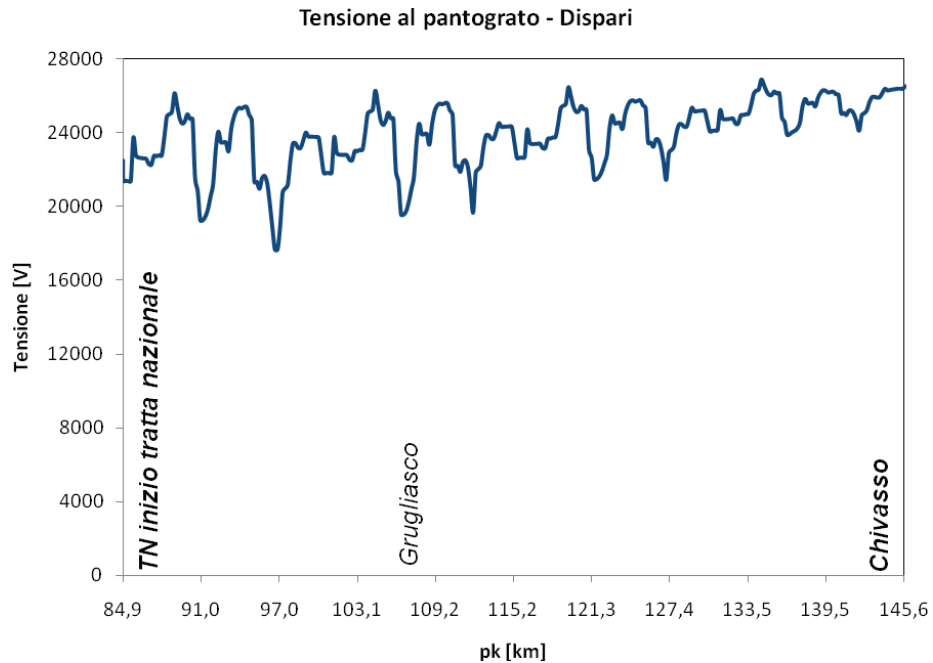


Fig.28 – Andamento tensione al pantografo/marcia dispari

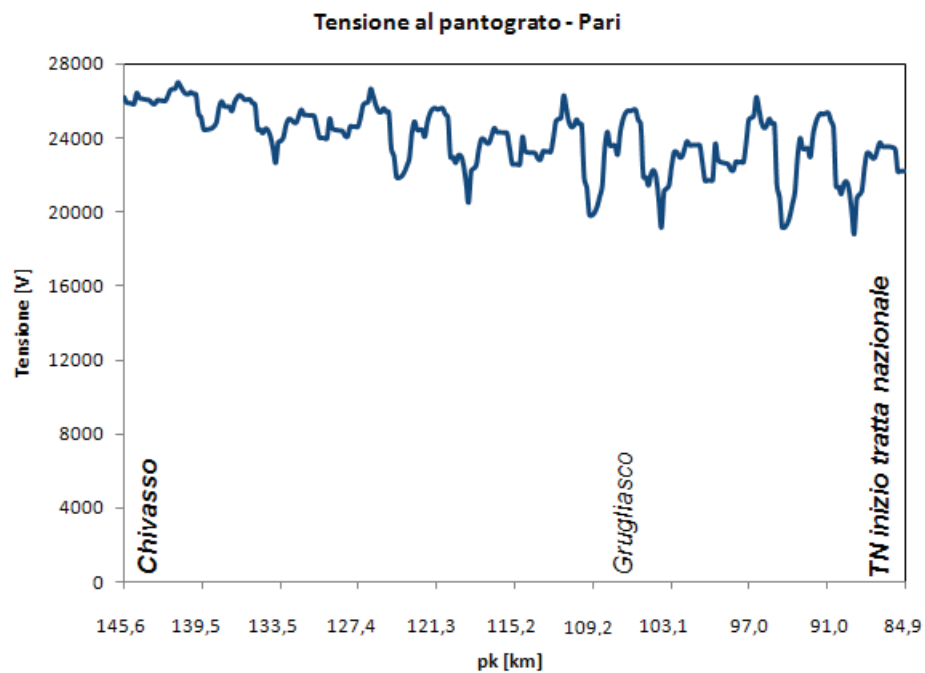


Fig.29 – Andamento tensione al pantografo/marcia pari

### 6.3 CONZIONE DI DEGRADO COMPLETO DI UN PAT

Per l'analisi di degrado di un autotrasformatore si è analizzata la condizione peggiore, cioè la cioè la perdita di un PAT nella sezione in cui in condizione di normale funzionamento si registra la tensione minima al pantografo.

Le configurazioni analizzate sono rappresentata in figura 30, in cui si è ipotizzata la perdita del posto di parallelo situato al km 91 + 686 e del posto di parallelo situato al km 99+488.

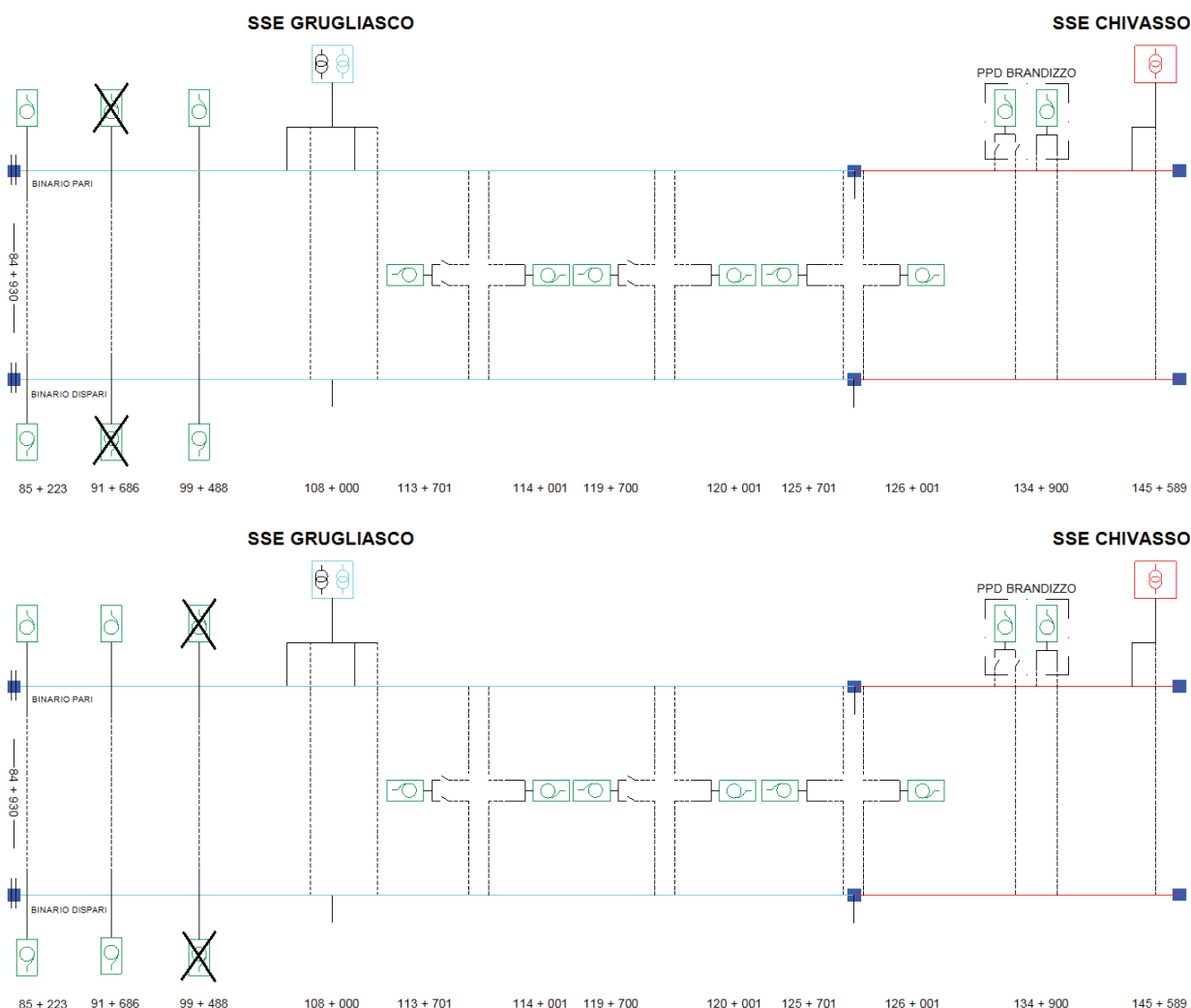


Fig.30 – Condizioni di degrado di un autotrasformatore

Nel seguito si analizzano i valori di tensione media UIC e tensione minima (con la corrispondente localizzazione spaziale), in riferimento alla condizione di degrado di posto di autotrasformazione analizzata.

		<b>TENSIONE MEDIA UIC</b>	
		<b>LIMITE NORMATIVO: 22500 V</b>	
		<b>PAT fuori servizio [pk]</b>	
		<b>91 + 686</b>	<b>99 + 488</b>
PARI	[V]	26191	26132
DISPARI	[V]	26255	26233

Tab.30 – Tensioni media UIC, degrado di un PAT

		<b>TENSIONE MINIMA</b>	
		<b>LIMITE NORMATIVO: 17500 V</b>	
		<b>PAT fuori servizio [pk]</b>	
		<b>91 + 686</b>	<b>99 + 488</b>
PARI	[V]	24545	24305
	[km + m]	85 + 400	97 + 500
DISPARI	[V]	24430	24316
	[km + m]	95 + 100	95 + 100

Tab.31 Rocade Ovest – Tensioni minima, degrado di un autotrasformatore

Nel caso di fuori servizio di un autotrasformatore di un PAS o di un PAD, le tensioni medie UIC e minime sono ampiamente maggiori dei limiti imposti dalle norme di riferimento ( $V_{UIC}=22500$  [V] ;  $V_{MIN}=19000$  [V]).

Si riportano nel seguito le distribuzioni in percentuale delle tensioni globali all'archetto, che sintetizzano l'affidabilità del sistema a garantire le prestazioni di tensioni imposte dalle normative di riferimento.

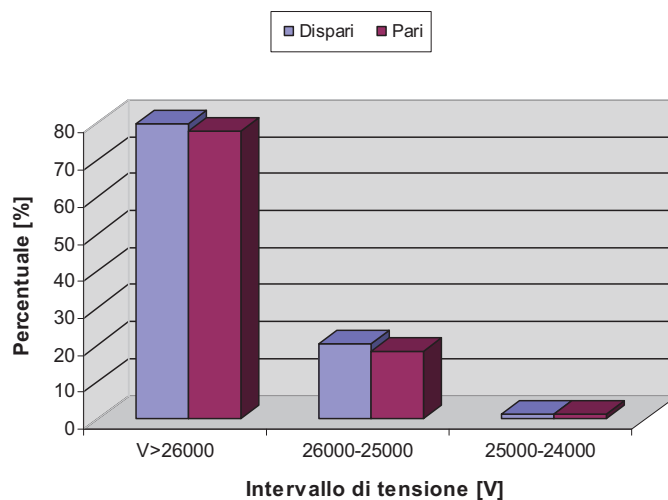


Fig.30 – Distribuzione globale tensioni all'archetto, Degradato PAT (91+686)

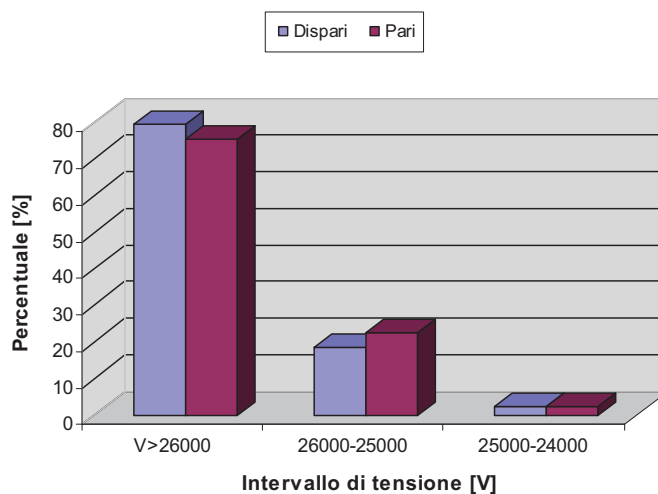


Fig.31 – Distribuzione globale tensioni all'archetto, Degradato PAT (99+488)



NUOVA LINEA TORINO LIONE  
TRATTA NAZIONALE

RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO  
DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA

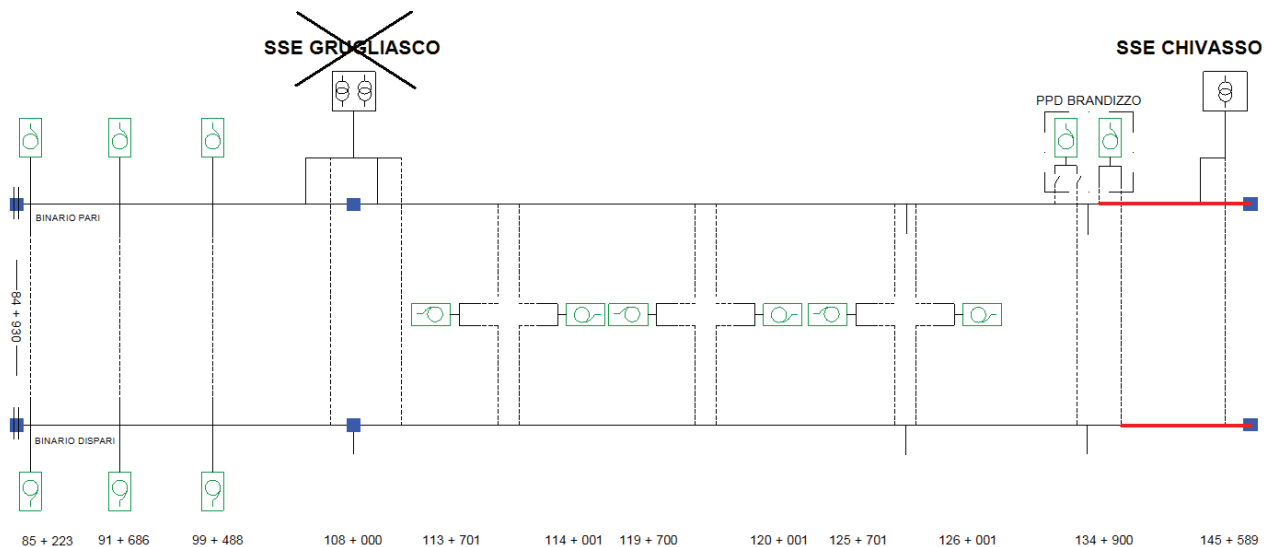
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
D040	00	R 18 CL	SE0000 001	A	47 di 52

## 6.4 ANALISI TERMICA CATENARIA

Scopo di questa sezione è l'analisi termica dei conduttori cioè determinare il surriscaldamento provocato dal passaggio della corrente di trazione, e verificare che la temperatura massima raggiunta dalla catenaria sia contenuta entro gli 80°C, così come previsto dalla norma di riferimento CEI EN 50119.

L'analisi è stata realizzata considerando le condizioni più gravose (a favore della sicurezza), cioè si è analizzata la condizione di degrado di SSE che determina la maggiore corrente sulla catenaria.

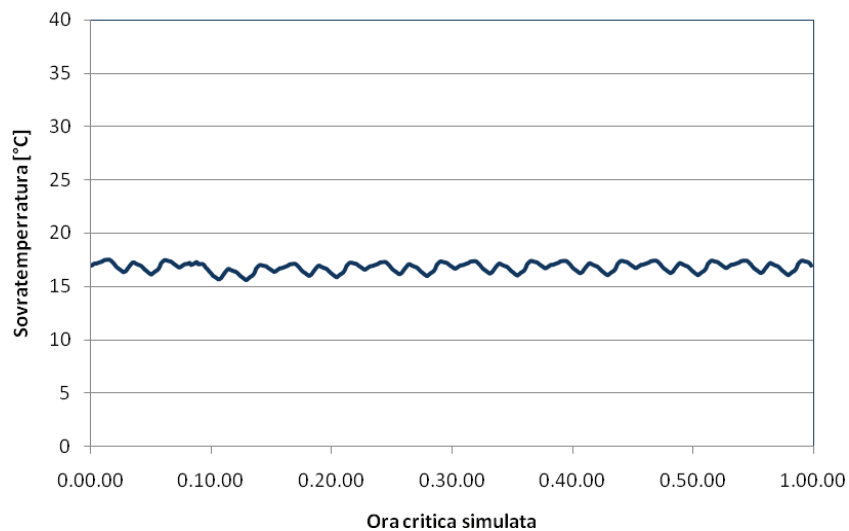
In particolare la condizione di degrado della SSE di Grugliasco, è la condizione che determina la maggiore corrente sulla catenaria. Si ha infatti un valore di corrente media quadratica, all'inizio della cella evidenziata nella seguente figura, sulla catenaria pari di valore 604 A, sulla dispari di 665 A e sul feeder di 529 A.



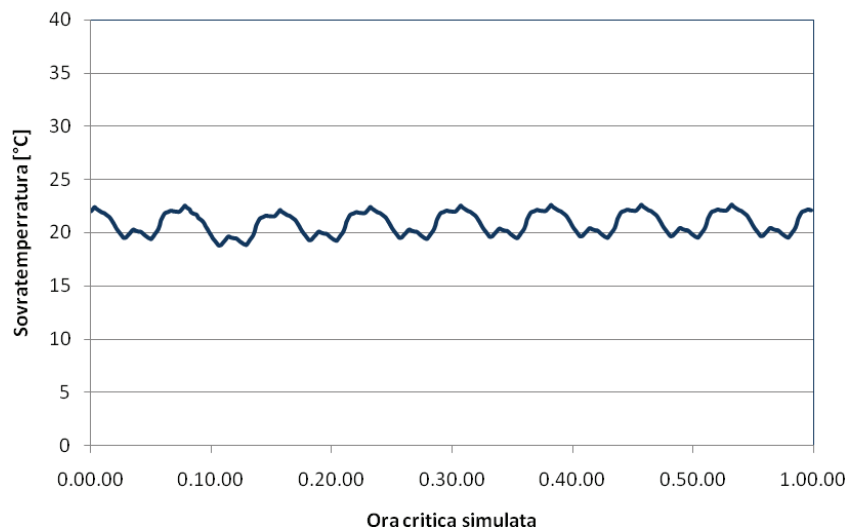
**Fig.31 – Cella con la maggiore corrente sulla catenaria**

Si riportano di seguito gli andamenti di sovratemperatura in relazione all'ora simulata.

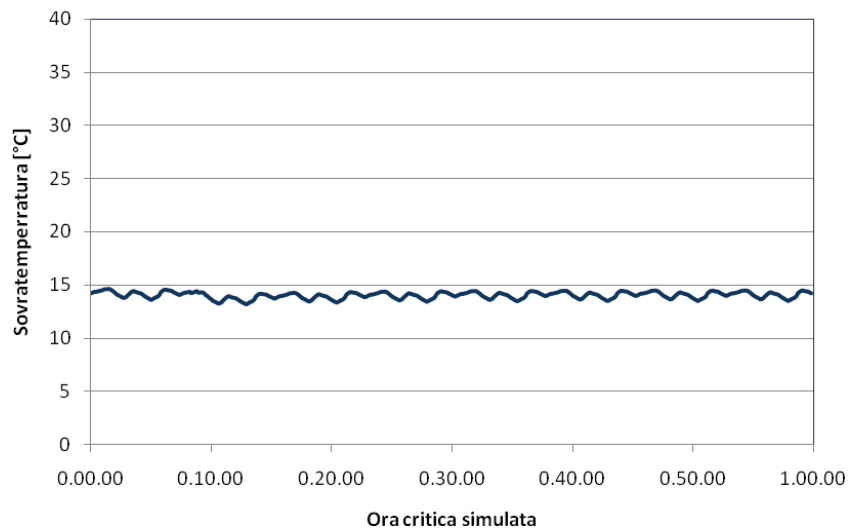




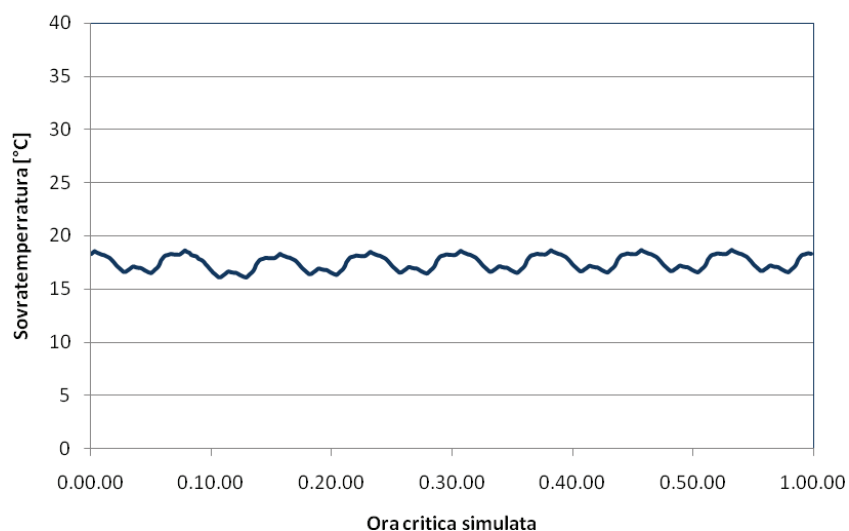
**Fig.32 – Evoluzione della sovratemperatura, corda pari**



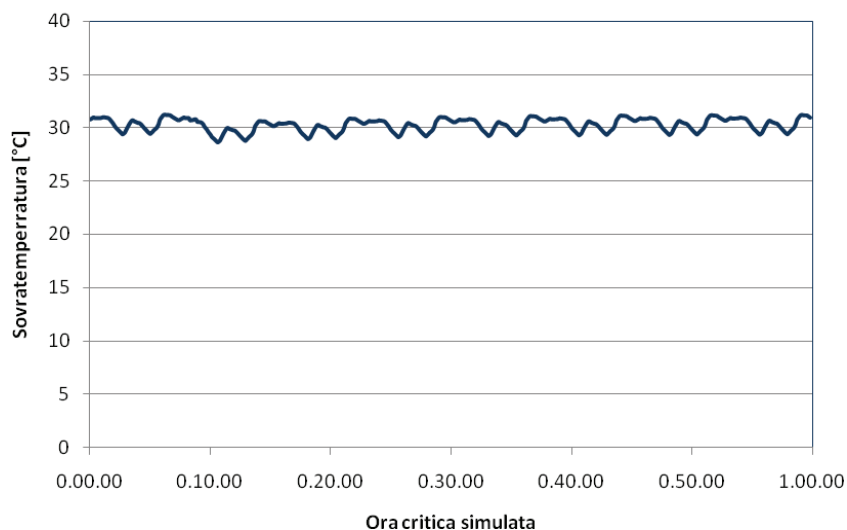
**Fig.33 – Evoluzione della sovratemperatura, corda dispari**



**Fig.34 – Evoluzione della sovratemperatura, filo pari**



**Fig.35 – Evoluzione della sovratemperatura, filo dispari**



**Fig.36 – Evoluzione della sovratemperatura, feeder**

Il componente della catenaria maggiormente sollecitato dal punto di vista termico è rappresentato dal conduttore di feeder (costituito in quella sezione da un conduttore in Al/Ac con sezione equivalente pari a 307 mm<sup>2</sup>). In particolare si registra un punto di massimo di sovratemperatura di valore pari a 33.6 °C.

Il valori di sovratemperatura risultano essere quindi conformi ai limiti previsti dalla normativa di riferimento.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE					
<b>RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO          DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA</b>	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 18 CL	DOCUMENTO SE0000 001	REV A	FOGLIO 52 di 52

## 7 CONCLUSIONI

In base alle simulazioni effettuate e alle configurazioni di rete analizzate, si rileva che in condizione di regime elettrico, le prestazioni del sistema risultano essere ottimali in termini di qualità di tensione fornita al pantografo dei treni e quindi di performance di marcia. Il rendimento medio della linea di contatto risulta essere prossimo al 99 % e inoltre garantita la compatibilità del carico elettrico sulle apparecchiature degli impianti fissi di trazione.

La condizione di degrado completo del contributo elettrico della SSE di Chivasso, data la tipologia di traffico merci, comporta la messa in servizio dei due trasformatori di trazione della SSE di Grugliasco e l'attivazione della sezione neutra di SSE; al fine di distribuire al meglio il carico ferroviario tra le due apparecchiature di potenza.

La condizione di dimensionamento del sistema elettrico di trazione è rappresentata dal degrado completo della SSE di Grugliasco. In tale condizione il trasformatore di trazione della SSE di Chivasso, nelle more del contributo elettrico della tratta internazionale lato SSE di Susa, alimenta in antenna l'intera tratta nazionale indipendentemente dalla gestione dei tratti neutri attivi.

Data la tipologia di traffico merci, si è valutata per la tratta tra Orbassano Ovest e Settimo Torinese, la configurazione che prevede la catenaria conforme allo standard AV italiana eccezione fatta per il conduttore di feeder. Infatti, considerando tale conduttore in rame e costituito da due corde  $2 \times 155 \text{ mm}^2$  con interasse di 30 mm, si riesce comunque a garantire un traffico equivalente di 8 treni / ora per entrambi i sensi di marcia, evitando ricadute territoriali di una ulteriore opera di SSE.

Le condizioni di degrado di un posto di parallelo evidenzia l'ottima affidabilità del sistema a garantire le prestazioni di tensioni minime e medie UIC imposte dalle norme di riferimento.

L'analisi termica, valutata nelle condizioni più gravose, dimostra come i valori di sovratemperatura relativa ai componenti costituenti la catenaria risultino essere conformi ai valori imposti dalle normative di riferimento