

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA**

**PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO**

**DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE**

SCALA:

-

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

I R 0 F 0 0 R 1 8 S D S E 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A.Papalini	Set. 2021	M.Laurini	Set. 2021	C. Urciuoli	Set. 2021	Guido Guidi Guffarini
B	Revisione per CSLP	A.Papalini	Feb. 2022	M.Laurini	Feb. 2022	C. Urciuoli	Feb. 2022	

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Esecutiva  
Ing. Guido Guidi Guffarini  
Ordine Ingegneri Provincia di Roma  
n° 17812

File: IR0F00R18SDSE0000001B - Dimensionamento del sistema elettrico di

n. Elab.:

## INDICE

1.	GENERALITA' .....	3
2.	NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI .....	5
3.	DATI DI BASE.....	6
3.1	CARATTERISTICA DEL TRACCIATO.....	6
3.2	IPOTESI DI TRAFFICO.....	9
3.3	TIPOLOGIA DI MATERIALE ROTABILE .....	12
4.	VERIFICA DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE .....	13
4.1	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE 3kV C.C.....	13
4.2	SIMULAZIONI DI MARCIA .....	15
4.2.1	<i>Treno E652 (Merci)</i> .....	15
4.2.2	<i>Treno E464 (Regionale)</i> .....	16
4.2.2.1	<i>Treno E464 – Tratta PM228-Jesi</i> .....	16
4.2.2.2	<i>Treno E464 – Tratta PM228-Albacina</i> .....	17
4.2.2.3	<i>Treno E464 – Tratta Albacina-Bivio Valtreara</i> .....	17
4.2.3	<i>Treno ETR600 (Lunga Percorrenza)</i> .....	18
4.3	RISULTATO DELLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE .....	19
4.3.1	<i>Normale Servizio di tutte le SSE</i> .....	19
4.3.2	<i>Fuori Servizio della SSE PM228</i> .....	21
4.3.3	<i>Fuori Servizio della SSE Genga</i> .....	22
4.3.4	<i>Fuori Servizio della SSE Castelplanio</i> .....	25
4.3.5	<i>Fuori Servizio della SSE Jesi</i> .....	27
4.4	LIMITI DI ESERCIZIO PREVISTI NEL TRANSITORIO FINO AL COMPLETAMENTO DEI LOTTI .....	29
5.	CONCLUSIONI.....	33
6.	ALLEGATO A – CAPACITA' MASSIMA DELLA LINEA: CADENZATO TRENI A 6 MINUTI.....	34

## 1. GENERALITA'

Nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della Linea ferroviaria Orte-Falconara, il presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica riguarda il raddoppio della tratta PM228-Castelplanio. Tale progetto è suddiviso nei 3 Lotti Funzionali di seguito elencati:

- Lotto 1: da PM228 a Bivio Nord Albacina da progressiva Km 0+00 (Km 228+014 della LS) alla progressiva Km 7+200 di progetto
- Lotto 2: da Bivio Nord Albacina a Serra San Quirico (i) da progressiva Km 0+00 (Km 237+589 della LS) alla progressiva Km 8+889 (Km 246+958 della LS)
- Lotto 3 da Serra San Quirico (e) a Castelplanio (e) da progressiva Km 0+00 a progressiva Km 6+272 (Km 252+578 della LS).

La presente relazione illustra i risultati dell'analisi di dimensionamento delle installazioni fisse di trazione elettrica destinate all'alimentazione della tratta PM228-Castelplanio inserita nella linea ferroviaria Orte-Falconara.

A completezza di tale studio, si fa presente nella simulazione sarà considerato anche il raddoppio della tratta PM228-Albacina previsto in altro progetto.

Sulla base del carico costituito dal traffico ferroviario viene verificata la potenzialità del sistema elettrico proposto 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. I risultati delle simulazioni vengono confrontati con i valori limite previsti dalle normative di riferimento, al fine di verificarne il rispetto.

## 2. NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti Normativi

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

- **CEI EN 50388:** Applicazioni 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  
Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- **CEI EN 50163:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane  
Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- **CEI EN 50119:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane  
Impianti fissi  
Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- **Regolamento (UE) n. 1301/2014** della Commissione, del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea.

## 2.2 Riferimenti Progettuali

Di seguito sono indicati i riferimenti progettuali ai quali si farà implicito/esplicito riferimento nel presente studio:

- Fascicolo Linea 105 – Linee Ancona-Foligno/Civitanova M.-Fabriano/Pergola-Fabriano
- Schemi per calcolo correnti 3kV CC - Secondaria\_2018\_DTP\_AN\_060219.dwg
- Profilo Plano Altimetrico della linea (linea storica) Foligno-Montecarotto
- IR0F01R18DXLC0000001 – Schema di Alimentazione TE (Lotto 1)
- IR0F02R18DXLC0000001 – Schema di Alimentazione TE (Lotto 2)
- IR0F03R18DXLC0000001 – Schema di Alimentazione TE (Lotto 3)
- IR0F01R10L5IF00010010 - Plano-profilo di progetto su cartografia - Tav. 1 di 2
- IR0F01R10L5IF00010020 - Plano-profilo di progetto su cartografia - Tav. 2 di 2
- IR0F02R10L5IF00010010 - Planoprofilo su cartografia - Tav.1
- IR0F02R10L5IF00010020 - Planoprofilo su cartografia - Tav.2
- IR0F03R10L5IF00010010 - Planoprofilo su cartografia - Tav.1
- IR0F03R10L5IF00010020 - Planoprofilo su cartografia - Tav.2
- IR0F00R16RGES00010010 - Relazione tecnica di esercizio

### 3. DATI DI BASE

#### 3.1 Caratteristica Del Tracciato

La nuova tratta, che dalla SSE PM228 si sviluppa fino a Castelplanio, ha una lunghezza pari a circa 21,5 km e presenta una livelletta massima pari a +7,46 ‰ e una livelletta minima pari a -10,97 ‰ come rappresentato nella tabella seguente:

Da progressiva (km)	A progressiva (km)	Pendenza (‰)
0+000	0+634	-8,210
0+634	5+906	-10,805
5+906	6+966	-8
6+966	7+495	0
7+495	8+300	-8,944
8+300	9+445	-2,187
9+445	9+882	-5,307
9+882	10+444	-9,022
10+444	11+449	-1,676
11+449	12+578	-10,064
12+578	13+082	-1,966
13+082	14+970	-9,225
14+970	15+608	-2,755
15+608	16+080	-8,671
16+080	16+461	-2,618
16+461	16+943	+7,462
16+943	17+416	-7,714
17+416	18+060	-0,282
18+060	19+967	-8,967

19+967	20+230	-10,967
20+230	20+833	-9,662
20+833	21+450	-2,694

Tab. 1 – Pendenze di tracciato PM228-Castelplanio

La tratta appenninica presenta una numerosa serie di gallerie, che vengono indicate nella tabella sottostante:

<b>Numero Galleria (#)</b>	<b>Da progressiva (km)</b>	<b>A Progressiva (km)</b>
1	1+000	6+400
2	7+230	8+100
3	8+850	9+400
4	9+800	9+870
5	10+150	11+000
6	11+300	11+600
7	11+850	13+150
8	13+300	14+500

Tab. 2 – Gallerie tracciato PM228-Castelplanio

Come anticipato la simulazione terrà conto anche della tratta PM228-Albacina-Bivio Valtreara di cui di seguito si riportano i dati utilizzati alla base della seguente simulazione:

<b>Da progressiva (km)</b>	<b>A progressiva (km)</b>	<b>Pendenza (‰)</b>
0+000	0+140	-10,757
0+140	0+225	-11,783
0+225	0+610	-8,756
0+610	0+720	-6,146
0+720	0+950	-14,593
0+950	1+148	-6,812
1+148	1+575	-8,552

1+575	1+960	-11,324
1+960	2+206	-9,316
2+206	2+534	-7,93
2+534	2+737	-5,313
2+737	3+142	-15,248
3+142	3+288	-2,072
3+288	3+721	-0,113
3+721	3+949	-10,151

*Tab. 3 – Pendenze di tracciato PM228-Albacina*

<b>Da progressiva (km)</b>	<b>A progressiva (km)</b>	<b>Pendenza (‰)</b>
0+000	0+396	-1,5
0+396	1+196	-9,5
1+196	2+196	-8,5
2+196	2+796	-3
2+796	3+196	-0,9
3+196	4+496	-2,9
4+496	5+996	-10

*Tab. 4 – Pendenze di tracciato Albacina-Bivio Valtreara*

### 3.2 Ipotesi Di Traffico

Il modello di esercizio implementato nel software di calcolo e previsto a seguito dell'attivazione, è basato considerando un'ora di punta (critica dal punto di vista elettrico) determinata dall'analisi del modello di esercizio riportato al seguente documento:

- IR0F00R16RGES00010010 - Relazione tecnica di esercizio

In particolare, l'ora di punta ipotizza un complessivo di 10 treni circolanti in tratta.

Con l'obiettivo di analizzare la complessità del sistema di trazione elettrica è stata considerata nella simulazione l'intera tratta che si sviluppa dalla SSE PM228 fino alla SSE Jesi.

Nella figura sottostante è riportato il dettaglio dell'orario simulato legato alla tipologia di materiale rotabile:

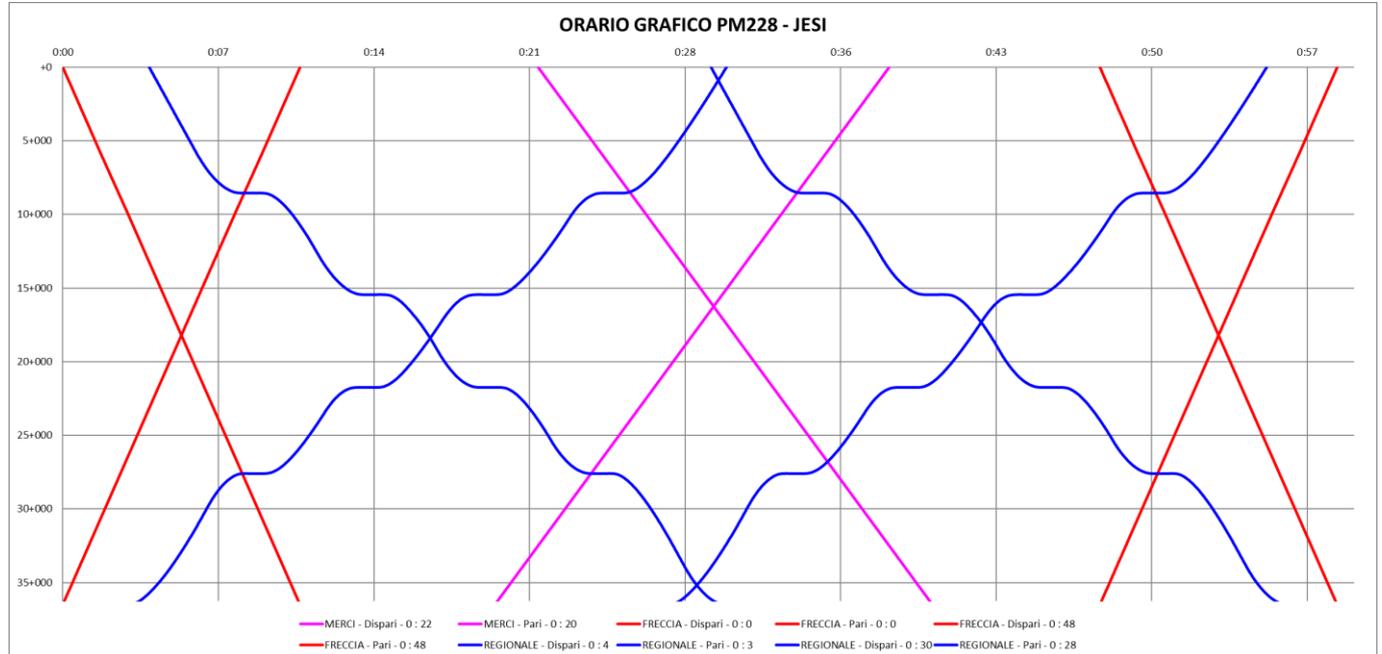


Fig. 1 – Orario equivalente Orario programmato tratta PM228-Jesi

Per i treni regionali, si indicano inoltre le fermate intermedie presenti nella tratta riferite alla progressiva di progetto:

Fermata Intermedia	Progressiva (km) rispetto a PM228	Tempo di sosta per i treni regionali
Genga	8+600	1'
Serra S. Quirico	15+320	1'
Castelplanio	21+600	1'
Montecarotto	27+340	1'
Jesi	36+250	1'

Tab. 5 – Fermate Intermedie Treni Regionali

Come anticipato, la simulazione terrà conto anche dei treni che circolano sulla tratta PM228-Albacina-Valtreara. Nel dettaglio, nelle figure sottostanti viene riportata l'ora di punta dei treni considerati nella tratta simulata:

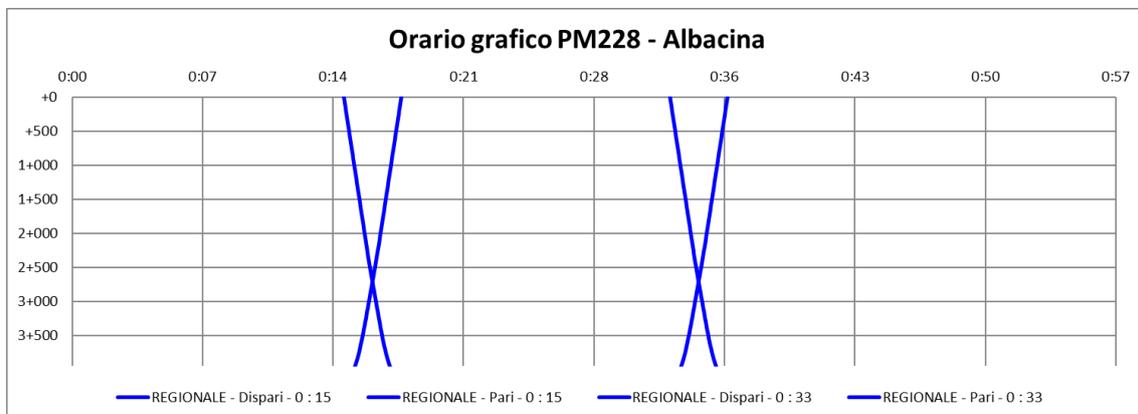
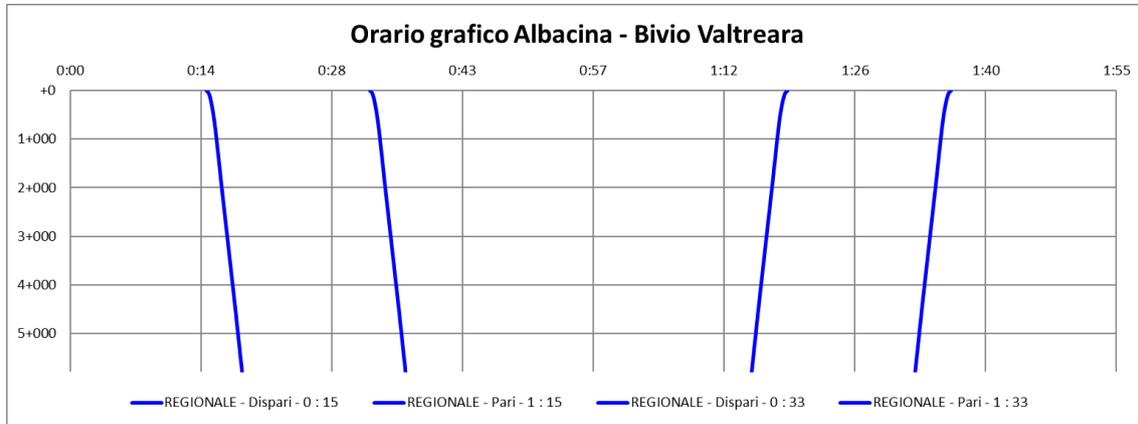


Fig. 2 – Orario Tratta PM228—Albacina

**Dimensionamento Del Sistema Elettrico Di Trazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0F	00 R 18	SD	SE0000 001	B	11 di 35



*Fig. 3 – Orario Tratta Albacina-Bivio Valtreara (Condizione più critica che prevede due treni per senso di marcia nell'ora di punta)*

Nel caso della tratta Albacina – Bivio Valtreara, si è verificata la condizione più critica, che prevede due treni per senso di marcia nell'ora di punta.

### 3.3 Tipologia Di Materiale Rotabile

Sulla base del modello di esercizio, descritto nel paragrafo precedente, di seguito si riportano le categorie e i parametri caratteristici del materiale rotabile utilizzati nelle simulazioni:

- Treno regionale E464;
- Treno merci E652;
- Treno lunga percorrenza ETR600.

<b>Caratteristiche E464</b>	
Velocità massima della tratta	160 km/h
Tensione nominale	3600 V
Potenza oraria	2,994 MW
Potenza Ausiliari	100 kW
Massa complessiva	392 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0,4 m/s <sup>2</sup>

Tab. 6 – Caratteristiche treno regionale E464

<b>Caratteristiche E652</b>	
Velocità massima della tratta	120 km/h
Tensione nominale	3600 V
Potenza oraria	6,017 MW
Potenza Ausiliari	150 kW
Massa complessiva	578 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0,3 m/s <sup>2</sup>

Tab. 7 – Caratteristiche treno merci E652

<b>Caratteristiche ETR600</b>	
Velocità massima della tratta	200 km/h
Tensione nominale	3600 V
Potenza oraria	5,385 MW
Potenza Ausiliari	300 kW
Massa complessiva	400 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0,5 m/s <sup>2</sup>

Tab. 8 – Caratteristiche treno lunga percorrenza ETR600

## 4. VERIFICA DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE

### 4.1 Sistema di alimentazione 3kV c.c.

Al fine di realizzare la verifica del sistema elettrico di alimentazione, è stata analizzata la rete a 3kV rappresentata nella figura sottostante. Come menzionato, è stato simulato il tratto di linea dalla SSE esistente di PM228 e la SSE esistente di Jesi. Inoltre, nello studio si è tenuto conto del raddoppio di linea della tratta PM228-Albacina oggetto di altro intervento e dell'elettificazione della tratta Albacina-Civitanova M., che prevede la realizzazione della nuova Cabina TE presso la stazione omonima a cura di RFI.

Nel dettaglio, la linea in esame, oggetto di intervento, prevede i seguenti impianti:

- Adeguamento SSE PM228 (2 celle extra-rapido);
- CTE Valtreara;
- Adeguamento SSE Genga (upgrade tecnologico);
- Nuova SSE Castelplanio;

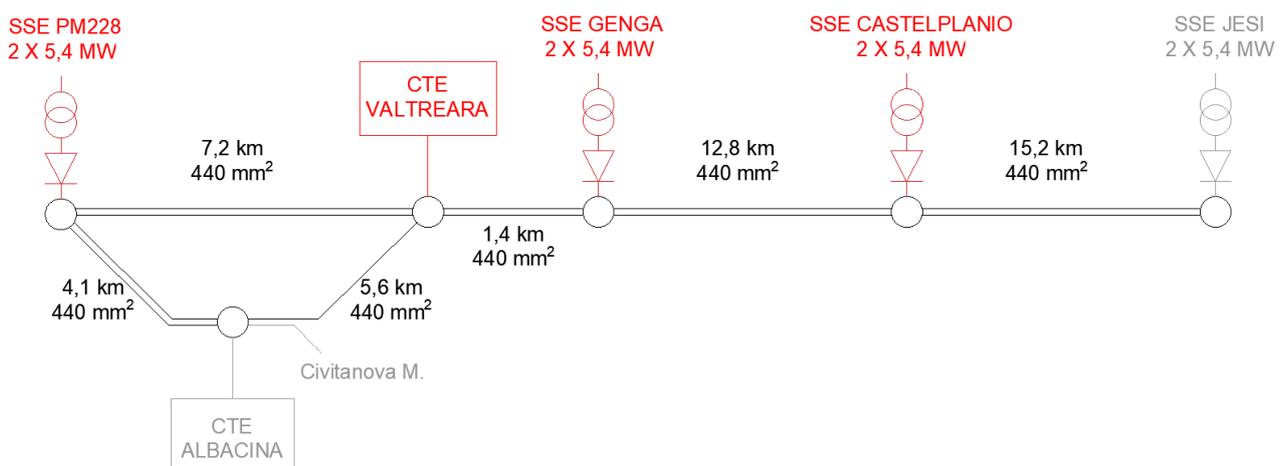


Fig. 4 – Architettura di sistema elettrico di trazione

Le SSE esistenti di PM228 e Jesi sono dotate di 2 gruppi di conversione da 5,4 MW a standard RFI, mentre l'attuale SSE Genga è dotata, ad oggi, di 2 gruppi di conversione da 3,6 MW. Come indicato

dagli elaborati progettuali, è previsto a progetto l'ammmodernamento di tutta la sezione a 3kV c.c. con convertitori da 5,4 MW. Si evidenzia che, nel presente progetto, sono esclusi gli interventi sulle sbarre/apparecchiature AT e la sostituzione dei trasformatori di trazione, il cui rinnovo/upgrade sarà previsto a cura di RFI.

A seguito delle analisi preliminari effettuate sul dimensionamento del sistema elettrico di trazione, si rileva la necessità di realizzare una nuova SSE in sostituzione della Cabina TE di Castelplanio (Cabina TE a cura RFI in sostituzione all'attuale P.S.A.). Tale impianto si rende necessario al fine di garantire la corretta funzionalità del modello di esercizio in caso di fuori servizio di una delle SSE che alimentano la tratta.

Come previsto dagli schemi TE, la linea di contatto sarà realizzata con catenaria a Standard RFI da 440 mm<sup>2</sup>.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei gruppi di trazione installati negli impianti di SSE a standard RFI:

	<b>Singolo Gruppo da 5,4 MW</b>
Potenza nominale [kVA]	5750/2x2875
Potenza nominale [kW]	5400
Caratteristiche di sovraccarico "Potenza"	200% Pn per 2h 233% Pn per 5'
Tensione nominale [V]	3600
Corrente nominale [A]	1500
Corrente Ammissibile continuativa [A]	2100
Corrente Ammissibile per 2h [A]	3000
Resistenza int. equivalente [Ω]	0,2

Tab. 9 – Caratteristiche elettriche apparecchiature SSE

## 4.2 Simulazioni Di Marcia

Sono state eseguite le simulazioni di marcia per determinare l'andamento della velocità e i relativi assorbimenti di potenza per ogni singola categoria di materiale rotabile analizzata per entrambi i sensi di percorrenza nelle varie tratte prese in esame.

### 4.2.1 Treno E652 (Merci)

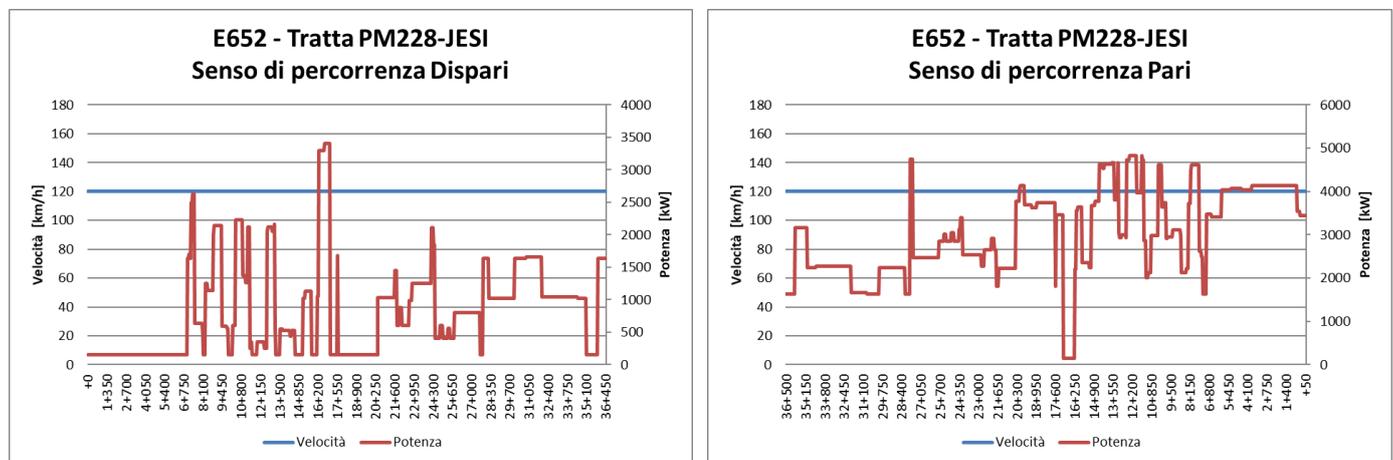


Fig. 5 – Diagramma Spazio/Velocità-Spazio/Potenza E652 - Tratta PM228-Jesi

La seguente tabella riassume inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	<b>PM228-Jesi</b>	<b>Jesi-PM228</b>
Energia totale assorbita [kWh]	247,3	919,6
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	6,8	25,2
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	11,7	43,6
Potenza media per treno [kW]	812,9	3023,3
Velocità media [km/h]	120	120

Tab. 10 – Risultati simulazioni di marcia treno merci E652 – Tratta PM228-Jesi

## 4.2.2 Treno E464 (Regionale)

### 4.2.2.1 Treno E464 – Tratta PM228-Jesi

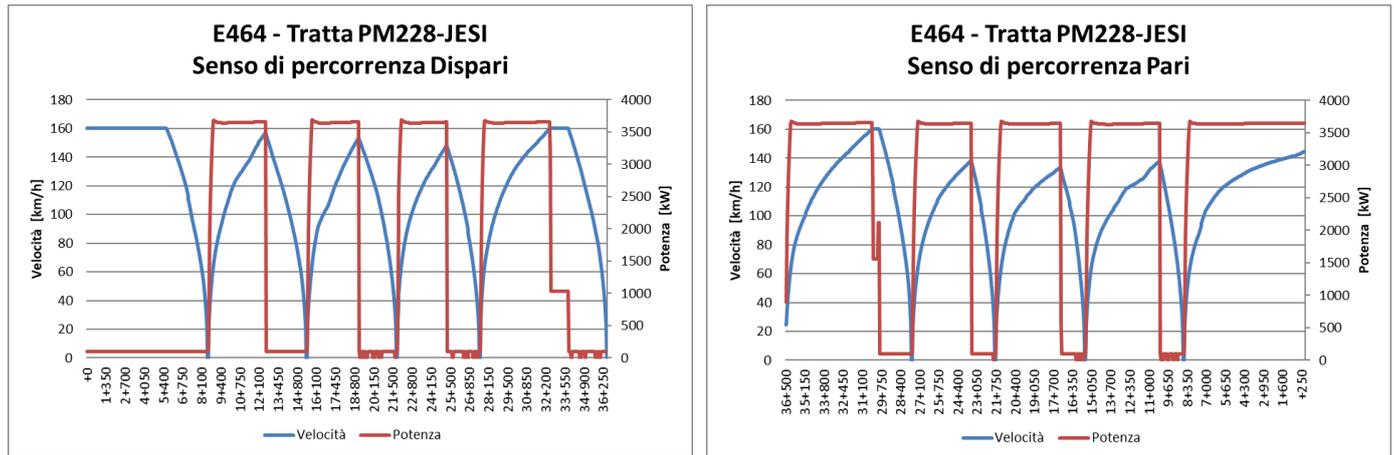


Fig. 6 – Diagramma Spazio/Velocità-Spazio/Potenza E464 - Tratta PM228-Jesi

La seguente tabella riassume inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	<b>PM228-Jesi</b>	<b>Jesi-PM228</b>
Energia totale assorbita [kWh]	582,6	991,7
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	16,0	27,2
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	40,7	69,3
Potenza media per treno [kW]	1308,6	2146,8
Velocità media [km/h]	82,0	79,0

Tab. 11 – Risultati simulazioni di marcia treno merci E464 – Tratta PM228-Jesi

#### 4.2.2.2 Treno E464 – Tratta PM228-Albacina

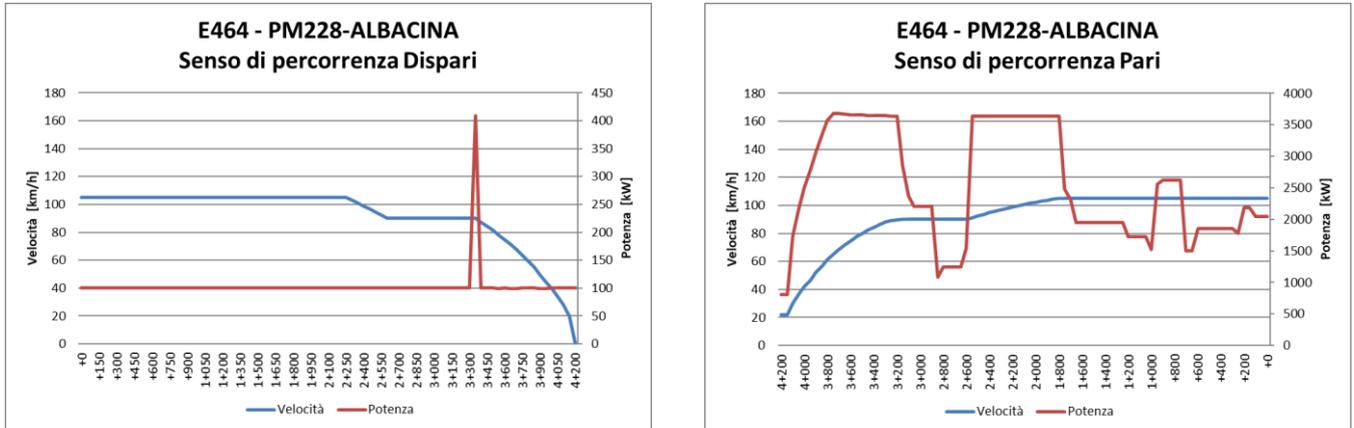


Fig. 7 – Diagramma Spazio/Velocità-Spazio/Potenza E464 - Tratta PM228-Albacina

La seguente tabella riassume inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	<b>PM228-Albacina</b>	<b>Albacina-PM228</b>
Energia totale assorbita [kWh]	5,5	130,0
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	1,3	30,9
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	3,4	78,9
Potenza media per treno [kW]	103,2	2460,8
Velocità media [km/h]	78,5	79,5

Tab. 12 – Risultati simulazioni di marcia treno merci E464 – Tratta PM228-Albacina

#### 4.2.2.3 Treno E464 – Tratta Albacina-Bivio Valtreara

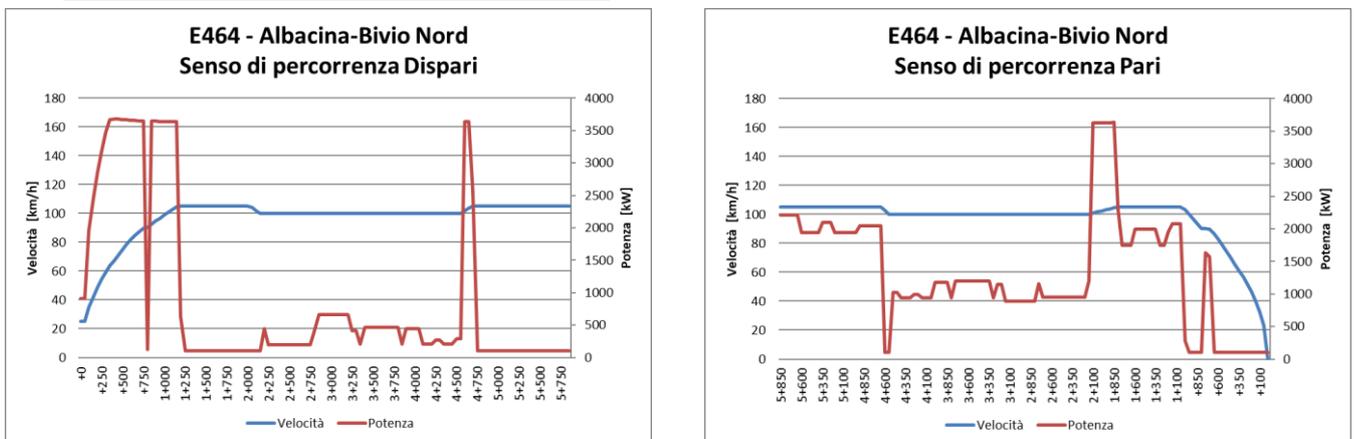


Fig. 8 – Diagramma Spazio/Velocità-Spazio/Potenza E464 - Tratta Albacina-Bivio V.

La seguente tabella riassume inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	<b>Albacina-Bivio V.</b>	<b>Bivio V.-Albacina</b>
Energia totale assorbita [kWh]	70,6	77,2
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	12,1	13,2
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	30,8	33,7
Potenza media per treno [kW]	1069,9	1158,2
Velocità media [km/h]	88,6	87,7

Tab. 13 – Risultati simulazioni di marcia treno merci E464 – Tratta Albacina-Bivio V.

#### 4.2.3 Treno ETR600 (Lunga Percorrenza)

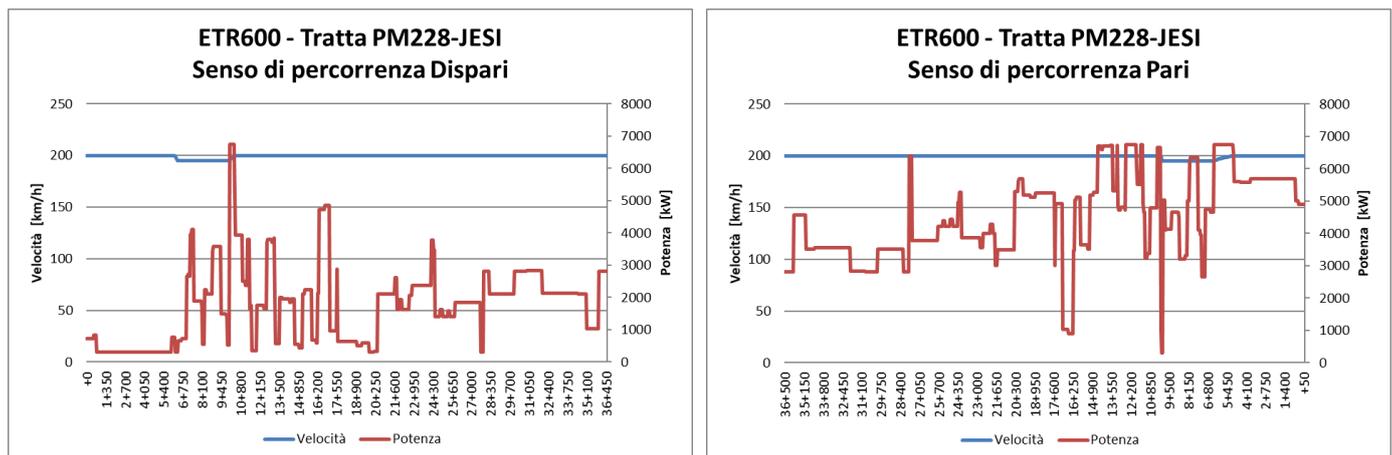


Fig. 9 – Diagramma Spazio/Velocità-Spazio/Potenza ETR600 - Tratta PM228-Jesi

La seguente tabella riassume inoltre le principali grandezze risultanti dalle simulazioni per entrambi i sensi di marcia.

	<b>PM228-Jesi</b>	<b>Jesi-PM228</b>
Energia totale assorbita [kWh]	320,08	820,5
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	8,7	22,5
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/kt.km]	21,9	56,2
Potenza media per treno [kW]	1749,1	4482,5
Velocità media [km/h]	199,5	199,4

Tab. 14 – Risultati simulazioni di marcia treno merci ETR600 – Tratta PM228-Jesi

### 4.3 Risultato delle simulazioni del sistema elettrico di trazione

Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati delle simulazioni elettriche effettuate relativamente allo schema di alimentazione proposto nel capitolo 4.1. Nel dettaglio saranno analizzati i diversi scenari di esercizio che prevedono il sistema di trazione elettrica in funzionamento di normale servizio (tutte le SSE in servizio) e in funzionamento di regime degradato (fuori servizio ciclico di una SSE alimentante la tratta). Inoltre, ad integrazione della relazione, nell'allegato A viene riportato un ulteriore studio per la verifica della capacità massima della linea.

#### 4.3.1 Normale Servizio di tutte le SSE

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di normale servizio di tutte le SSE ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>		5880
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>		18571
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		5633
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		17523
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>		95,8
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	204
	SSE GENGA	865
	SSE CASTELPLANIO	985
	SSE JESI	321
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	76
	SSE GENGA	651
	SSE CASTELPLANIO	785
	SSE JESI	187
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	1014
	SSE GENGA	1935
	SSE CASTELPLANIO	2771
	SSE JESI	1186

Tab. 15 – Risultati generali simulazioni di Normale Esercizio

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3334
	Pari	3304
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	3094
	Pari	3059

Tab. 16 – Valori di tensione con Normale Esercizio

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,682
	SSE GENGA	3,000
	SSE CASTELPLANIO	3,408
	SSE JESI	1,071
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,254
	SSE GENGA	2,271
	SSE CASTELPLANIO	2,729
	SSE JESI	0,627
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	3,448
	SSE GENGA	6,966
	SSE CASTELPLANIO	9,976
	SSE JESI	4,032

Tab. 17 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE nel normale esercizio

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità a 2h del singolo gruppo. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo, infatti la sovratemperatura massima registrata è pari a circa 8,7 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore posteriore di binario pari della SSE Genga.

Pertanto, con gli impianti previsti nell'architettura del sistema elettrico, non si rilevano criticità nello svolgimento del normale esercizio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO          PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>Dimensionamento Del Sistema Elettrico Di Trazione</b>	COMMESSA IR0F	LOTTO 00 R 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE0000 001	REV. B

#### 4.3.2 Fuori Servizio della SSE PM228

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di fuori servizio completo della SSE PM228, ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>		5917
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>		18594
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		5633
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		17523
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>		95,2
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	1000
	SSE CASTELPLANIO	1001
	SSE JESI	324
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	724
	SSE CASTELPLANIO	799
	SSE JESI	190
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	2685
	SSE CASTELPLANIO	2807
	SSE JESI	1186

Tab. 18 – Risultati generali simulazioni di esercizio con FS della SSE PM228

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3334
	Pari	3270
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	3085
	Pari	2855

Tab. 19 – Valori di tensione con FS della SSE PM228

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	3,432
	SSE CASTELPLANIO	3,462
	SSE JESI	1,080
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	2,508
	SSE CASTELPLANIO	2,775
	SSE JESI	0,634
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	-
	SSE GENGA	9,666
	SSE CASTELPLANIO	10,105
	SSE JESI	4,032

Tab. 20 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE con FS SSE PM228

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità dei gruppi. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, circa a 12,11 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore posteriore di binario pari della SSE Genga.

Pertanto, con gli impianti previsti nell'architettura del sistema elettrico non si rilevano criticità nello svolgimento dell'esercizio ferroviario.

#### **4.3.3 Fuori Servizio della SSE Genga**

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di fuori servizio completo della SSE Genga, ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>	5993	
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>	19150	
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	5633	
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	17523	
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>	93,99	
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	664
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	1386
	SSE JESI	376
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	415
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	1122
	SSE JESI	233
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	2076
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	3640
	SSE JESI	1284

Tab. 21 – Risultati generali simulazioni di esercizio con FS della SSE Genga

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3212
	Pari	3168
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	2831
	Pari	2729

Tab. 22 – Valori di tensione con FS della SSE Genga

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	2,170
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	4,729
	SSE JESI	1,250
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	1,367
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	3,848
	SSE JESI	0,778
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	7,058
	SSE GENGA	-
	SSE CASTELPLANIO	13,104
	SSE JESI	4,366

*Tab. 23 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE con FS SSE Genga*

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità dei gruppi. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, circa a 11,4 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore posteriore di binario pari della SSE Castelplanio.

Pertanto, con gli impianti previsti nell'architettura del sistema elettrico non si rilevano criticità nello svolgimento dell'esercizio ferroviario.

#### 4.3.4 Fuori Servizio della SSE Castelplanio

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di normale servizio di tutte le SSE ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>	6121	
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>	22477	
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	5632	
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	17255	
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>	92,01	
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	272
	SSE GENGA	1400
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	800
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	117
	SSE GENGA	1115
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	582
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	1187
	SSE GENGA	3763
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	2511

Tab. 24 – Risultati generali simulazioni di Normale Esercizio

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3089
	Pari	3112
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	2314
	Pari	2243

Tab. 25 – Valori di tensione con Normale Esercizio

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,905
	SSE GENGA	4,766
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	2,615
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,389
	SSE GENGA	3,817
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	1,915
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	4,036
	SSE GENGA	13,547
	SSE CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	8,537

*Tab. 26 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE nel normale esercizio della tratta*

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità dei gruppi. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a 16,12 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore anteriore di binario pari della SSE Genga.

Pertanto, con questo scenario, non si rilevano criticità nello svolgimento del normale esercizio.

#### 4.3.5 Fuori Servizio della SSE Jesi

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di fuori servizio completo della SSE Jesi, ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>	6016	
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>	18900	
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	5632	
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>	17523	
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>	93,62	
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	211
	SSE GENGA	908
	SSE CASTELPLANIO	1257
	SSE JESI	-
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	79
	SSE GENGA	689
	SSE CASTELPLANIO	975
	SSE JESI	-
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	1034
	SSE GENGA	2037
	SSE CASTELPLANIO	3446
	SSE JESI	-

Tab. 27 – Risultati generali simulazioni di esercizio con FS della SSE Jesi

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3268
	Pari	3214
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	2682
	Pari	2274

Tab. 28 – Valori di tensione con FS della SSE Jesi

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,704
	SSE GENGA	3,146
	SSE CASTELPLANIO	4,290
	SSE JESI	-
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,266
	SSE GENGA	2,397
	SSE CASTELPLANIO	3,354
	SSE JESI	-
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	3,516
	SSE GENGA	7,333
	SSE CASTELPLANIO	12,406
	SSE JESI	-

*Tab. 29 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE con FS SSE Jesi*

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità dei gruppi. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a circa 12,67 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore anteriore di binario pari della SSE Castelplanio.

Pertanto, con gli impianti previsti nell'architettura del sistema elettrico non si rilevano criticità nello svolgimento dell'esercizio ferroviario.

#### **4.4 Limiti di esercizio previsti nel transitorio fino al completamento dei lotti**

Come indicato nel documento IR0F00R18RGSE0000001 saranno realizzati i seguenti impianti suddivisi per lotti funzionali e ordinati secondo la seguente sequenza temporale di realizzazione:

- Lotto 2:
  - Adeguamento della SSE attuale di Genga;
  - Realizzazione della nuova Cabina TE di Serra S. Quirico;
  - Realizzazione della nuova Cabina TE di Valtreara;
- Lotto 3:
  - Rimozione/demolizione della Cabina TE di Serra S. Quirico;
  - Rimozione/demolizione della Cabina TE di Castelplanio;
  - Realizzazione della nuova SSE di Castelplanio.
- Lotto 1:
  - Adeguamento della SSE attuale di PM228;
  - Adeguamento/Completamento della Cabina TE di Valtreara;

Lo scopo di questo paragrafo è definire i limiti di esercizio previsti alla fine del completamento del lotto 2, in assenza della realizzazione della nuova SSE Castelplanio.

Sono omesse le verifiche delle potenzialità legata alla realizzazione del lotto 2+ lotto 3 in quanto con il terzo lotto viene realizzata la SSE di Castelplanio e sulle tratte oggetto di intervento si raggiunge la potenzialità di regime.

Nel dettaglio, la linea in esame, oggetto di intervento, prevede i seguenti nuovi impianti, che si aggiungono agli esistenti:

- Cabina TE di Serra S. Quirico;
- SSE Genga;
- Cabina TE di Valtreara.

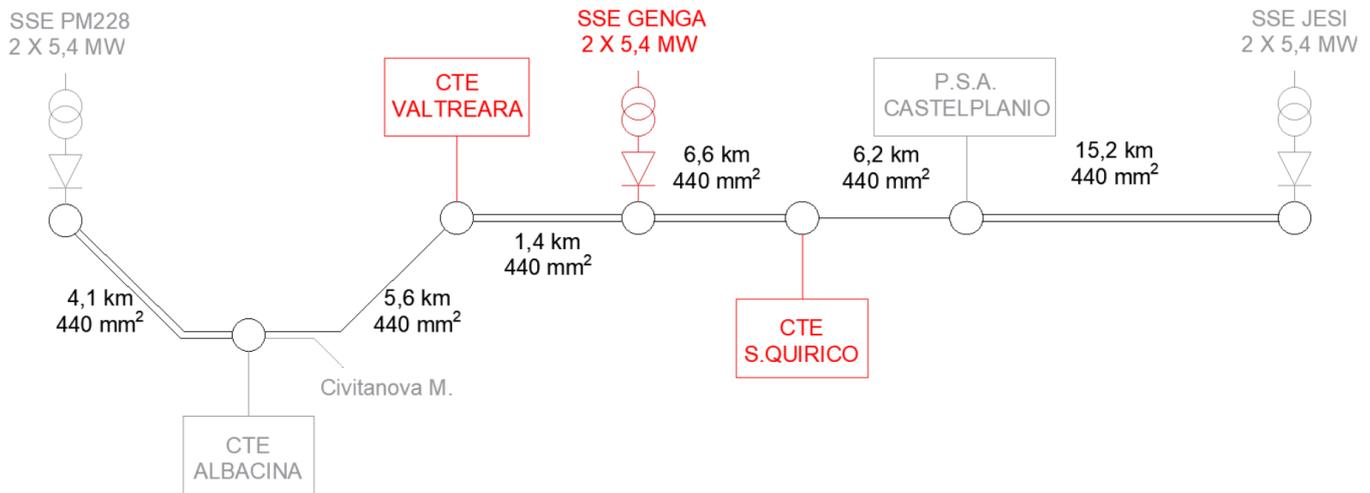


Fig. 10 – Architettura di sistema elettrico transitorio (attivazione Lotto 2)

Il modello di esercizio implementato nel software di calcolo e previsto a seguito dell'attivazione del lotto 2, prevista nel 2026, è basato considerando un'ora di punta (critica dal punto di vista elettrico) determinata dall'analisi del modello di esercizio riportato di seguito:

- per la tratta **P.M.228 – Albacina**:
  - 76 treni Regionali;
  - 12 treni Lunga Percorrenza;
  - 4 treni merci.
- per la tratta **Albacina - Castelplanio**:
  - 36 treni Regionali;
  - 12 treni Lunga Percorrenza;
  - 4 treni merci.

Sono state considerate 4 ore di punta durante 20 ore di esercizio, con un servizio così suddiviso:

- tratta **P.M.228 – Albacina**:
  - Regionali: 7 treni/h;
  - Lunga Percorrenza: 1 treno/h;
  - Merci: 1 treno/h.

Si fa presente che l'orario di punta ipotizzato tra P.M.228 e Albacina prevede il passaggio di un treno lunga percorrenza o un treno merci.

- tratta **Albacina – Castelplanio**:

**Dimensionamento Del Sistema Elettrico Di Trazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0F	00 R 18	SD	SE0000 001	B	31 di 35

- Regionali: 3 treni/h;
- Lunga Percorrenza: 1 treno/h;
- Mercì: 1 treno/h.

Si fa presente che l'orario di punta ipotizzato tra Albacina e Castelplanio prevede il passaggio di un treno lunga percorrenza o un treno mercì.

Con l'obiettivo di analizzare il sistema di trazione elettrica è stata considerata nella simulazione l'orario di punta maggiormente critico, esteso all'intera tratta in esame. Si evidenzia che, in base al modello di esercizio, la tipologia di materiale rotabile considerata per i treni a lunga percorrenza è diversa rispetto alle precedenti analisi. Si considera una motrice E402A trainante 8 carrozze (87t+416t), invece del treno ETR600. Si riportano i parametri caratteristici del materiale rotabile utilizzato nelle simulazioni.

<b>Caratteristiche E402A</b>	
Velocità massima della tratta	220 km/h
Tensione nominale	3600 V
Potenza oraria	5,911 MW
Potenza Ausiliari	200 kW
Massa complessiva	503 t
Rendimento Locomotiva	0,85
Coefficiente di inerzia masse rotanti	1,05
Decelerazione costante di frenatura in piano	0,4 m/s <sup>2</sup>

Tab. 30 – Caratteristiche treno lunga percorrenza E402A

Nella figura sottostante è riportato il dettaglio dell'orario simulato legato alla tipologia di materiale rotabile:

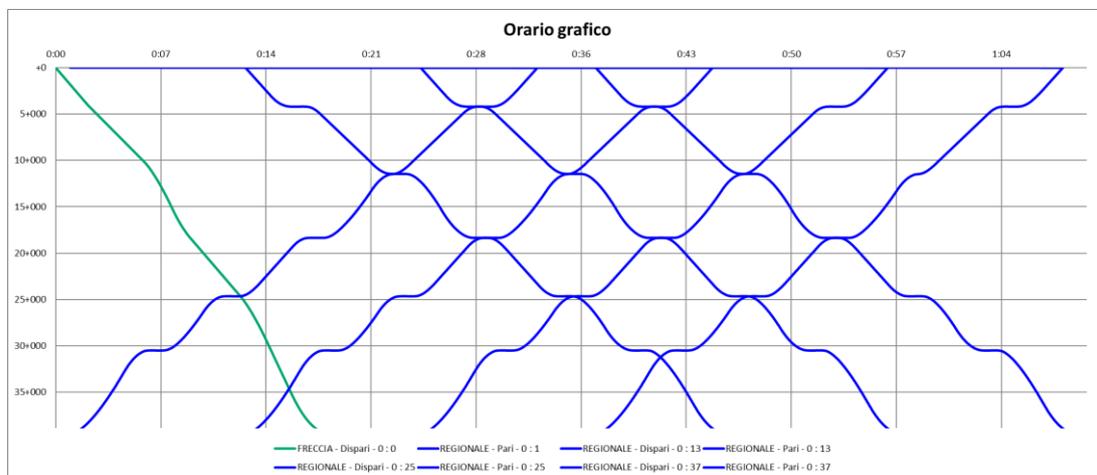


Fig. 11 – Orario equivalente Orario programmato tratta PM228-Jesi

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO          PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>Dimensionamento Del Sistema Elettrico Di Trazione</b>	COMMESSA IROF	LOTTO 00 R 18	CODIFICA SD	DOCUMENTO SE0000 001	REV. B

L'orario studiato riporta un treno LP poiché più penalizzante ai fini degli assorbimenti rispetto al treno merci.

Nelle tabelle di seguito sono riportati i risultati globali delle simulazioni relativi al carico del sistema elettrico, in condizione di normale servizio di tutte le SSE ed i valori significativi di tensione al pantografo per entrambi i sensi di marcia (Limite normativo  $V_{m,utile}=2700$  V,  $V_{min}=2000$  V).

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>		5298
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>		17211
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		4877
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		14999
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>		92,05
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	219
	SSE GENGA	1178
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	830
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	98
	SSE GENGA	922
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	547
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	807
	SSE GENGA	2688
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	3265

Tab. 31 – Risultati generali simulazioni di Normale Esercizio (fine Lotto 2)

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3041
	Pari	3157
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	2139
	Pari	2181

Tab. 32 – Valori di tensione con Normale Esercizio (fine Lotto 2)

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,731
	SSE GENGA	4,032
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	2,681
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	0,329
	SSE GENGA	3,180
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	1,790
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	2,744
	SSE GENGA	9,677
	P.S.A. CASTELPLANIO	-
	SSE JESI	11,101

Tab. 33 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE nel normale esercizio (fine Lotto 2)

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità a 2h del singolo gruppo. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo, infatti la sovratemperatura massima registrata è pari a circa 13,49 °C nella tratta a singolo binario tra SSE Genga e P.S.A. Castelplanio.

Pertanto, con gli impianti previsti nell'architettura del sistema elettrico, non si rilevano criticità nello svolgimento del normale esercizio. Si evidenziano tuttavia delle criticità importanti nel caso di fuori servizio delle SSE Genga e Jesi. Risulta impossibile garantire, con tale architettura di rete, il traffico ipotizzato in questo paragrafo.

## 5. CONCLUSIONI

L'architettura del sistema di trazione elettrica proposta si dimostra **idonea** a realizzare l'orario di servizio nei differenti scenari di esercizio normale/degradato degli impianti di trazione elettrica, ovvero con tutte le SSE in funzione, nel caso di fuori servizio ciclico di una SSE.

## 6. ALLEGATO A – CAPACITA' MASSIMA DELLA LINEA: CADENZATO TRENI A 6 MINUTI

Nel presente allegato vengono presentati i risultati della simulazione elettrica di sistema che prevede una condizione di traffico con treni distanziati tra loro fino a 6 minuti in ambo i sensi di marcia. Tale simulazione è stata svolta prendendo in considerazione il traffico di treni regionali, considerando il loro maggior impatto sul sistema a causa delle numerose fermate intermedie e successive ripartenze. I valori di tale studio sono di seguito riportati:

<b>Potenza media fornita da tutte le SSE (kW)</b>		16469
<b>Potenza massima fornita da tutte le SSE (kW)</b>		35205
<b>Potenza media fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		15670
<b>Potenza massima fornita dalla linea di contatto(kW)</b>		32859
<b>Rendimento medio della linea di contatto(%)</b>		95,15
<b>Corrente erogata media quadratica [A]</b>	SSE PM228	361
	SSE GENGA	1864
	SSE CASTELPLANIO	2364
	SSE JESI	1156
<b>Corrente erogata media [A]</b>	SSE PM228	264
	SSE GENGA	1655
	SSE CASTELPLANIO	2100
	SSE JESI	916
<b>Corrente erogata massima [A]</b>	SSE PM228	938
	SSE GENGA	3396
	SSE CASTELPLANIO	4359
	SSE JESI	2701

Tab. 34 – Risultati generali simulazioni cadenzamento regionali a 6m

<b>Tensione media utile [V]</b>	Dispari	3160
	Pari	3184
<b>Tensione minima [V]</b>	Dispari	2847
	Pari	2855

Tab. 35 – Risultati generali simulazioni cadenzamento regionali a 6m

Come mostrato dai risultati presenti in tabella, non si rivelano criticità nelle tensioni registrate al pantografo dei treni simulati.

Di seguito si riportano i dati delle potenze assorbite in ogni SSE.

<b>Potenza media quadratica erogata [MW]</b>	SSE PM228	1,207
	SSE GENGA	6,277
	SSE CASTELPLANIO	7,807
	SSE JESI	3,736
<b>Potenza media erogata [MW]</b>	SSE PM228	1,045
	SSE GENGA	6,076
	SSE CASTELPLANIO	7,623
	SSE JESI	3,340
<b>Potenza massima erogata [MW]</b>	SSE PM228	3,189
	SSE GENGA	12,225
	SSE CASTELPLANIO	15,692
	SSE JESI	9,183

Tab. 36 – Dati relativi alle potenze assorbite dalle SSE cadenzamento regionali a 6m

In questo scenario le potenze medie quadratiche assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. Si osserva, inoltre, che le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma inferiori ai limiti di sovraccaricabilità dei gruppi. Pertanto, i valori ottenuti risultano compatibili con le apparecchiature installate.

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo, infatti la sovratemperatura massima registrata è pari a circa 16,8 °C e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore posteriore di binario dispari della SSE Castelplanio.

Pertanto, come mostrato, il sistema è in grado di supportare un cadenzamento con treni regionali a 6 minuti.