

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



CUP J31H03000180008

## DIREZIONE TECNICA

### S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

### PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE

## NPP 0258 – GRONDA MERCI DI ROMA

### GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD

## Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica

SCALA:

-

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

NR4E 11 R 18 RG IF0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	M.Brandimarte	Ottobre 2021	N.Carones	Ottobre 2021	T.Paoletti	Ottobre 2021	G. Guidi Buffarini Febbraio 2022 ITALFERR S.p.A. U.O. Tecnica Infrastruttura Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17512
B	Emissione esecutiva	M.Brandimarte L. Mazzeo D.S.A. De Santis	Febbraio 2022	N.Carones	Febbraio 2022	T.Paoletti	Febbraio 2022	

File: NR4E11R18RGIF0000001A.DOC

n. Elab.:

<b>PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>1 SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE – ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE</b> .....	<b>5</b>
1.1 CRITERI GENERALI PER GLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.....	5
1.2 SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE E CABINE TE .....	9
<b>2 LINEA DI CONTATTO</b> .....	<b>12</b>
2.1 DIMENSIONAMENTO DELLA CATENARIA .....	12
2.2 CARATTERISTICHE TECNICHE D’IMPIANTO.....	13
2.3 QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO .....	13
2.4 DISTANZA TRA SOSTEGNI SUCCESSIVI.....	13
2.5 SOSTEGNI, SOSPENSIONI E BLOCCHI DI FONDAZIONE .....	14
2.6 PROTEZIONE PER LA SICUREZZA ELETTRICA .....	14
2.7 PROVVEDIMENTI CONTRO GLI EFFETTI DELLE CORRENTI VAGANTI.....	15
2.8 GESTIONE DELLE INTERFERENZE AEREE E INTERRATE .....	15
2.9 INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE .....	16
<b>3 LUCE E FORZA MOTRICE</b> .....	<b>17</b>
3.1 INTERVENTI NEL LOTTO 1A, MARCIAPIEDE PES BIVIO PINETO – STAZIONE DI VIGNA CLARA.....	19

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 3 DI 19

## PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive i criteri che sono stati adottati per la progettazione degli impianti tecnologici del lotto 1a della Gronda Merci di Roma Cintura Nord, che prevede il raddoppio dei binari tra Valle Aurelia e Vigna Clara.

I progetti Tecnologici eseguiti per Rete Ferroviaria Italiana (RFI) prevedono l'utilizzo di standard definiti dalla Direzione Tecnica di RFI per ottenere l'uniformità delle soluzioni adottate e l'impiego di apparecchiature e materiali omologati da RFI stessa. Pertanto, il principale riferimento per tali progetti è il Piano Tecnologico di Rete, documento in cui sono indicati i criteri per eseguire una progettazione confacente agli standard Ferroviari. All'interno del documento suddetto sono contenute le normative emesse da RFI che sono in linea con le normative nazionali ed europee vigenti; per quanto non contemplato nel Piano Tecnologico si fa riferimento alle Leggi nazionali e regionali, normative vigenti CEI, UNI e VVF. Due ulteriori documenti di base per la progettazione delle opere ferroviarie sono il capitolato Opere Civili e il Manuale di Progettazione Opere Civili, sempre emessi dalla Direzione Tecnica di RFI. In tali documenti vengono indicati i criteri da utilizzare per la progettazione delle Opere Civili, ma vengono citate anche alcune soluzioni per la progettazione tecnologica, come ad esempio quella relativa all'illuminazione delle gallerie ferroviarie e alla trazione elettrica.

Tutti i progetti sono inoltre redatti in conformità alle specifiche tecniche di interoperabilità europee (STI), nello specifico per il sottosistema energia (ENE), per il sottosistema comando e controllo (CCS), per la sicurezza in galleria (SRT) e per l'accessibilità delle stazioni alle persone con mobilità ridotta (PMR).

Il progetto preliminare, in accordo al D.P.R. 207/2010 definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire; evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare, ivi compreso il limite di spesa per gli eventuali interventi e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione.

Il progetto tecnologico, mantenendo una visione di sistema, si divide in più discipline che sono distinte tra loro con alcuni punti in correlazione, a loro volta integrate con il resto del progetto dell'opera ferroviaria.

Il Project Engineer garantisce l'integrazione tra le varie discipline apponendo la sua firma sul cartiglio di ciascun elaborato nel campo "Approvato".

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>  PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 4 DI 19

Le discipline tecnologiche di seguito trattate sono le seguenti:

1. Sottostazioni Elettriche - Architettura del sistema di alimentazione (SSE)
2. Linea di Contatto (LC)
3. Luce e Forza Motrice (LFM)

Di seguito per ciascuna disciplina sono descritti i criteri con cui è stato effettuato il progetto sulla base delle esigenze funzionali, del progetto di fattibilità e dei dati di base forniti dalla Committenza (RFI), nonché dall'applicazione dei piani e manuali sopra richiamati.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>A</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 5 DI 19

## 1 SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE – ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE

### 1.1 CRITERI GENERALI PER GLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

Nell'ambito dello Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) del lotto 1a della Gronda Merci di Roma Cintura Nord è effettuato il dimensionamento e la verifica dei sistemi per la trazione ferroviaria, riportato nel documento:

- NR4E11R18RGSE0000001 - Relazione tecnica di dimensionamento degli impianti fissi di trazione elettrica

In tale elaborato, sono evidenziati i fattori che determinano il dimensionamento degli impianti, assunti come dati di base nello studio. Questi dati, forniti dalle altre specialistiche o dalla Committenza, sono i seguenti:

- Caratteristiche plano altimetriche della linea;
- Velocità di fiancata dei convogli che percorrono la tratta suddivisi per rango;
- Posizione delle stazioni e delle fermate;
- Tipologia del materiale rotabile che percorrerà la linea.

Sulla base di questi elementi sono effettuate le simulazioni di marcia mediante programma informatico, e viene ricavato, per ogni tipologia di treno, il diagramma di assorbimento delle potenze in funzione del tempo, ovvero dello spazio percorso.

Questa prima simulazione di marcia, unitamente al modello di esercizio delle ore di punta (anche quest'ultimo elemento fornito come dato di base dalle specialistiche competenti) permette effettuare le verifiche del sistema elettrico della rete di progetto, mediante programmi di simulazione elettrica.

L'ipotesi di rete che è oggetto di verifica contempla la definizione dei seguenti parametri:

- Numero, posizione e potenza delle Sottostazioni elettriche (SSE), tenendo conto delle indicazioni di massima fornite della norma CEI EN 50119, degli aspetti orografici del territorio su cui si inserisce la linea e della disponibilità di fonti AT o MT preesistenti alle quali allacciarsi;
- Tipologia della catenaria utilizzata per la Linea di Contatto (LdC) tra quelle appartenenti agli standard di RFI e già certificate come interoperabili a livello europeo.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>a</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 6 DI 19

Relativamente alle potenze delle SSE, si evidenzia che gli standard, attualmente in uso presso RFI, prevedono l'utilizzo di gruppi di conversione da 3,6 MW o da 5,4 MW omologati. Le prestazioni dei gruppi raddrizzatori sono riassunte nella seguente tabella:

Potenza nominale [kW]	Corrente nominale [A]	Corrente media quadratica		Corrente di punta per durata non superiore a 5 minuti [A]
		Limite in situazioni normali (+ 50%) [A]	limite in situazioni anomale (+ 100%) [A]	
3600	1000	1500	2000	3000
5400	1500	2250	3000	3500

Tabella 1

Invece, gli standard di catenaria previsti dal vigente Capitolato Tecnico TE di RFI, e già certificati come interoperabili, sono riportati nella tabella seguente:

Sezione mm <sup>2</sup>	Corda/e portante/i mm <sup>2</sup>	Regolazione	Filo/i di contatto mm <sup>2</sup>	Regolazione	Tipo di sosp.ne	Impiego
220	1 x 120	FISSA 1x819 daN (a 15°C)	1 x 100	REGOLATO 1x750 daN	( 1 )	Binari secondari di Stazione
220	1 x 120	FISSA 1x819 daN (a 15°C)	1 x 100	REGOLATO 1x750 daN	( 1 ) ( 2 )	Binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza (con binario di corsa a 440 mm <sup>2</sup> )
270	1 x 120	REGOLATA 1x1125 daN	1 x 150	REGOLATO 1x1125 daN	( 2 )	Binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza (con binario di corsa a 540 mm <sup>2</sup> )
320	1 x 120	REGOLATA 1x1375 daN	2 x 100	REGOLATI 2x1000 daN	( 1 )	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 200 km/h
440	2 x 120	REGOLATE 2x1125 daN	2 x 100	REGOLATI 2x1000 daN	( 1 ) ( 2 )	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 200 km/h
540(*)	2 x 120	REGOLATE 2x1500 daN	2 x 150	REGOLATI 2x1875 daN	( 2 )	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 250 km/h

( 1 ) Sospensione a mensola orizzontale tubolare in acciaio;

( 2 ) Sospensione a mensola orizzontale in profilo di alluminio.

( \*) Per velocità di linea superiore a 200 km/h è comunque necessaria la progettazione dei posti di comunicazione tra binari di corsa e binari di precedenza che dovrà essere sottoposta all'approvazione della Struttura competente di RFI.

Tabella 2

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>a</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 7 DI 19

Il software di simulazione, a partire dalle potenze richieste dai treni, ricava, mediante subroutine di load flow, le tensioni e le correnti in ogni punto ed in ogni istante della rete ipotizzata. Con questi dati il programma può verificare il corretto dimensionamento del sistema, nel rispetto delle normative vigenti, in particolare:

- **CEI EN 50163** Per quanto riguarda le cadute di tensione ammissibile;
- **CEI EN 50119** Per quanto riguarda il riscaldamento dei conduttori;
- **CEI EN 50388** Per quanto concerne il valore della tensione media utile che deve essere disponibile al treno e le massime correnti di corto circuito ammissibili in rete.

Oltre alle verifiche di rispondenza alle suddette normative, il documento di dimensionamento del sistema permette inoltre di valutare la corretta scelta nel numero e delle tipologie dei gruppi di conversione c.a./c.c. e delle potenze massime da richiedere al gestore della rete elettrica pubblica per gli allacci dei nuovi impianti.

Per quanto riguarda i livelli di tensione di allaccio alla rete del distributore, normalmente si fa riferimento alla norma CEI 0-16, nella quale è riportata la seguente tabella:

Valori indicativi di potenza che è possibile connettere sui differenti livelli di tensione delle reti di distribuzione

Potenza MW	Livello di tensione della rete
<= 0,1	BT
0,1 - 0,2	BT
	MT
0,2 - 3 Limite superiore elevato a 6 MW per la connessione di impianti di produzione	MT
3 - 10 Limite inferiore elevato a 6 MW per la connessione di impianti di produzione	MT
	AT
>10 impianti di utilizzazione >10 impianti di produzione*	AT

Tabella 3

In particolare, per potenze superiori ai 10 MW è necessario collegarsi alla rete AT; mentre, per potenze inferiori ai 10 MW, di intesa con il locale ente distributore, è possibile allacciarsi ad una rete MT.

Il progetto prevede la costruzione della nuova SSE Vigna Clara, ubicata al km 7+500 circa della linea Valle Aurelia – Vigna Clara, avente 2 gruppi da 5,4 MW e alimentata in media tensione.

Nel progetto è inoltre prevista la Cabina TE di Valle Aurelia, ubicata all'incirca al km 6+070 della linea Roma-Viterbo FS, necessaria per garantire la corretta selettività delle protezioni nel bivio e l'equipotenzialità della linea di contatto.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO <b>NR4E</b>	LOTTO <b>11 R 18</b>	CODIFICA <b>RG</b>	DOCUMENTO <b>IF.00.00 001</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>8 DI 19</b>

L'architettura di progetto è indicata nella seguente figura:

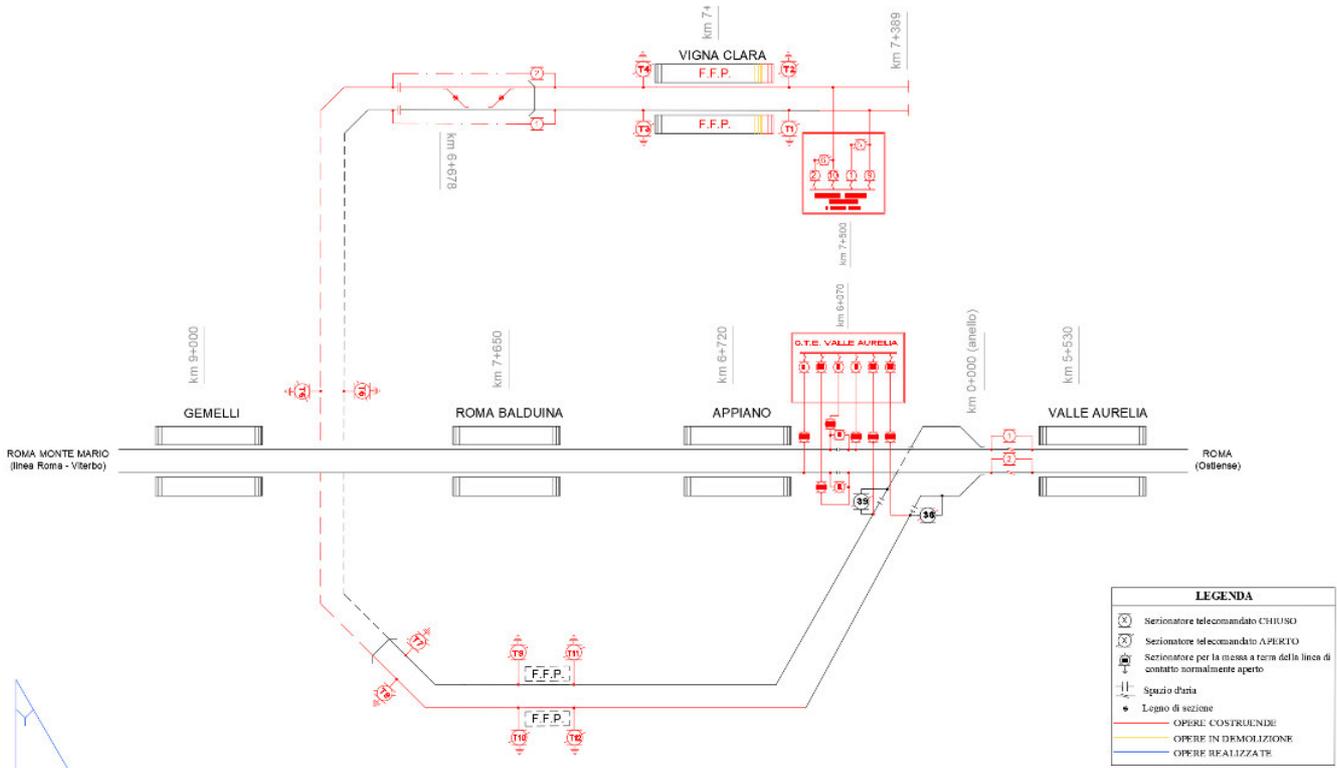


Figura 1

Il documento di verifica del dimensionamento degli impianti di trazione permette la redazione dello schema TE di tratta, riportato nel documento:

- NR4E11R18DXLC0000001 – Schema TE;

Questo elaborato costituisce di fatto un sinottico generale delle opere di elettrificazione progettate, individuando la posizione dei principali elementi costituenti (oltre alla posizione delle SSE, anche, per esempio, la posizione e configurazione delle linee di alimentazione di collegamento tra le sottostazioni e la linea di contatto, sezionamenti della catenaria per permettere le operazioni di manutenzione, eccetera).

Gli elementi di questi elaborati, avendo ripercussioni sulla sicurezza e sulle modalità di manutenzione della linea, sono rigidamente disciplinate da RFI. Il progetto è quindi redatto in conformità alle linee guida contenute nella specifica RFI "RFI DMA LG IFS 008 B".

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 9 DI 19

Tutti gli impianti per la trazione elettrica ferroviaria, in sottostazione elettrica e lungo linea (sezionatori per la separazione della linea di contatto in differenti zone elettriche) sono telecomandati e supervisionati dal posto centrale DOTE (Dirigente Operativo Trazione Elettrica) del compartimento RFI territorialmente competente per la tratta in progetto (DOTE di Roma). Il data base del DOTE in servizio sarà opportunamente ampliato e riconfigurato per gestire gli impianti di progetto.

La comunicazione tra Periferia e Posto centrale DOTE avviene attraverso la rete di telecomunicazioni RFI, i cui interventi di adeguamento del progetto sono redatti a cura della specialistica TLC.

## 1.2 SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE E CABINE TE

Gli impianti di sottostazione elettrica e le cabine di trazione elettrica della tratta in progetto sono descritti nel documento:

- *NR4E11R18RGSE0000001 – Relazione generale SSE*

Tutte le apparecchiature di sottostazione elettrica, in media tensione, a 3 kVcc, di conversione ca/cc, SCADA e ausiliari, sono tutte rigidamente normalizzare da RFI mediante apposite specifiche di fornitura del prodotto. Queste specifiche disciplinano le caratteristiche e le prove e i test da effettuare su prototipo (prove di tipo) e su tutti i prodotti di fornitura (prove di accettazione).

Le principali apparecchiature di RFI (Quadro 3 kVcc, interruttori AT, trasformatori) sono oggetto di omologazione. Pertanto, in sede di fornitura del prodotto, l'appaltatore dovrà obbligatoriamente prescegliere uno dei fornitori tra quelli omologati. Inoltre, per molti materiali, RFI ha l'esclusiva in termini di fornitura. Pertanto questi apparecchi non vengono forniti in abito dell'appalto, ma approvvigionati dalla committenza e affidati in conto lavorazione all'appaltatore.

Gli impianti di SSE possono essere distinti nelle seguenti sezioni:

- Sezione MT;
- Conversione;
- Quadro 3 kVcc, per distribuzione e protezione ca/cc;
- Impianto di terra;
- Ausiliari e Scada.

Negli impianti di Cabina TE mancano invece le sezioni di Sezione MT e di Conversione, per cui sono costituiti da:

- Quadro 3 kVcc, per distribuzione e protezione ca/cc;
- Impianto di terra;

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>  PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 10 DI 19

- Ausiliari e Scada.

La consegna e la distribuzione in MT avviene utilizzando quadri elettrici ubicati in appositi locali del fabbricato. Ogni stallo del quadro MT (dispositivo generale, misure, partenza linea, partenza trafo, eccetera) deve essere conforme a quanto disciplinato dalla norma RFI **RFI DMA IM LA LG IFS 300 A**, che indica le caratteristiche meccaniche elettriche e sistemistiche cui debbono soddisfare i quadri elettrici in media tensione per poter essere utilizzati negli impianti di Rete Ferroviaria Italiana.

Il sistema di conversione utilizza apparecchiature normalizzate con due taglie unificate da 3,6 e 5,4 MW, costituite da:

- Trasformatore trifase in MT di tipo in resina con uscita esafase 2710 V, conforme alla specifica tecnica **RFI DTC STS ENE SP IFS SS 182 A**;
- Raddrizzatore costituito da doppio ponte a diodi esafase in parallelo, le cui caratteristiche sono conformi alla specifica RFI **DTC STS ENE SP IFS SS 404 A**;
- Induttanza di livellamento conforme alla specifica **E006-1989**.

Il quadro a 3 kVcc, è conforme invece alle specifiche RFI **RFI DMA IM LA STC SSE 400**, **RFI DMA IM LA STC SSE 401**, , **RFI DPRIM STC IFS SS 402 A**, **RFI DPRIM STC IFS SS 403 A**. Esso contiene gli scomparti con le partenze 3 kVcc verso la linea di contatto, e lo scomparto di collegamento del negativo e, nel caso di Sottostazioni Elettriche, gli scomparti arrivo gruppi con condensatori di livellamento (supplementari alla induttanza descritta al punto precedente). Tutti questi scomparti, realizzati in carpenteria metallica ed omologati da RFI, sono provati alla tenuta ad arco interno.

I suddetti quadri 3 kVcc sono equipaggiati con Protezioni Omologate secondo la norma RFI **RFI TC TESTF SSE 001** che agiscono sugli interruttori extrarapidi da 70 kA in SSE/CTE, garantendo interventi tempestivi di apertura in caso di guasto. Il complesso protezione in SSE/CTE e circuito di protezione e ritorno TE lungo linea è concepito in maniera da garantire un esercizio sicuro della rete, con valori di tensione di passo e contatto, in sottostazione e in linea, conformi ai limiti imposti dalla norma CEI 50122. Le tarature delle protezioni sono calcolate a cura del gestore dell'infrastruttura.

La connessione alla linea di contatto degli stalli alimentatori dotati di interruttore extrarapido avviene attraverso sezionatori 3 kV, con schema standard che prevede la presenza di un sezionatore di soccorso in parallelo normalmente aperto.

Le caratteristiche delle sezioni fin qui descritte sono indicate nello schema:

- NR4E11R18DXSE1200001 – SSE Vigna Clara - Schema elettrico unifilare di potenza;

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>  PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 11 DI 19

Le disposizioni delle apparecchiature sui piazzali e nei fabbricati sono riportate nei documenti:

- NR4E11R18PASE1100001 – Piazzale CTE Valle Aurelia - Disposizione apparecchiature (Layout);
- NR4E11R18PBSE1100001 – Fabbricato CTE Valle Aurelia - Disposizione apparecchiature (Layout);
- NR4E11R18PASE1200001 – Piazzale SSE Vigna Clara - Disposizione apparecchiature (Layout);
- NR4E11R18PBSE1200001 – Fabbricato SSE Vigna Clara - Disposizione apparecchiature (Layout).

Gli impianti di SSE e CTE includono l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori. La rete di terra è costituita da una corda in rame interrata formante una rete orizzontale con maglia di dimensioni orientative 5x5 metri, unita a dispersori verticali costituiti da picchetti in rame. Nelle successive fasi di progettazione, il sistema sarà dimensionato per garantire le prescrizioni di sicurezza di cui alla norma **CEI EN 50522**. In tale fase verranno calcolati, mediante l'utilizzo di apposito software informatico, i valori delle tensioni di passo e di contatto e confrontati con i limiti imposti dalla suddetta normativa.

Gli impianti di sottostazione elettrica sono completati da un sistema di servizi ausiliari e per la gestione in locale e remoto delle apparecchiature, progettati secondo le prescrizioni delle specifiche RFI **RFI TC TE SSE 115, RFI TC TE SSE 110, RFI TC TE SSE 105, RFI TC TE SSE 100, RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A, RFI DTC ST E SP IFS SS 500 A.**

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>  PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 12 DI 19

## 2 LINEA DI CONTATTO

Partendo dalla relazione di Potenzialità, che individua la tipologia di linea di contatto, dalle posizioni delle Sottostazioni Elettriche e dalle esigenze del segnalamento, si procede alla distribuzione planimetrica dei sostegni della catenaria, partendo dal posizionamento di quelli che elettrificano gli scambi estremi di stazione e, di conseguenza, dei portali d'ormeggio dei sezionamenti di confine elettro-meccanico delle stazioni stesse. Tale distribuzione è effettuata seguendo le indicazioni degli schemi di principio di RFI.

La linea di contatto 3kVcc, attrezzata con catenarie a standard RFI, è descritta e dimensionata in ogni suo componente nel Capitolato Tecnico TE ed. 2014 (cod. DTC STS ENE SP IFS TE 210 A); pertanto nello sviluppo del progetto, a meno di situazioni particolari non contemplate nel capitolato suddetto, non vengono prodotti ulteriori calcoli di verifica.

Di seguito si forniscono i criteri di scelta adottati per l'inquadramento progettuale. Ulteriori approfondimenti sono rilevabili nei seguenti elaborati di progetto:

- ✓ NR4E.11.R.18.RO.LC.0000.003 Relazione tecnica Linea di Contatto.
- ✓ NR4E.11.R.18.WB.LC.0000.002 Sezioni trasversali TE
- ✓ NR4E.11.R.18.DX.TE.0000.001 Schema elettrico TE

### 2.1 DIMENSIONAMENTO DELLA CATENARIA

Il dimensionamento del sistema di trazione elettrica (Sottostazioni elettriche SSE e Linea di Contatto) è stato nella "Relazione tecnica di dimensionamento degli impianti fissi di trazione elettrica" cod. n. NR4E11R18RGSE0000001.

Dallo studio scaturisce che la configurazione di impianto idonea a soddisfare il carico di punta previsto sul tratto di linea da elettrificare prevede un'elettificazione 3kVcc con catenaria di sezione pari a 440 mm<sup>2</sup>.

Tale catenaria è descritta e dimensionata in ogni suo componente nel Capitolato Tecnico TE ed. 2014) e risulta certificata secondo le Specifiche Tecniche di Interoperabilità (REGOLAMENTO (UE) N. 1301/2014 del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea): "CE Certificato di esame del tipo 190/1/CB/2018/ENE/IT EN/045 – Componente di interoperabilità Linea Aerea di Contatto RFI 440mm<sup>2</sup> 3 kV c.c., In 2500 A, Vmax 200 km/h per pantografi archetto tipo 1600 mm".

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 13 DI 19

Essendo un impianto certificato per velocità fino a 200 km/h, esso risulta idoneo alle caratteristiche del tracciato.

Ne consegue che la Linea di Contatto con catenaria 440mm<sup>2</sup> è la configurazione di impianto idonea a soddisfare l'intero quadro esigenziale richiesto per l'elettrificazione della Gronda Merci di Roma Cintura Nord.

## 2.2 CARATTERISTICHE TECNICHE D'IMPIANTO

Per l'elettrificazione dei nuovi impianti in progetto, come già indicato, si farà riferimento allo standard di RFI, caratterizzato dai seguenti componenti:

- ✓ sostegni tipo LSU (disegno RFI E66013);
- ✓ sospensioni a mensola orizzontale in alluminio (dis. RFI E56000/1s);
- ✓ catenaria da impiegare per i binari di corsa di tratta e stazione: sezione complessiva della linea di contatto pari a 440 mm<sup>2</sup>, costituita da due corde portanti in rame da 120 mm<sup>2</sup>, regolata e tesata al tiro di 1125 daN/cad, e due fili sagomati in rame-argento (CuAg 100 ex CEI EN 50149) da 100 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN/cad;
- ✓ catenaria da impiegare per i binari di precedenza, binari secondari e comunicazioni P/D: sezione complessiva della linea di contatto pari a 220 mm<sup>2</sup>, costituita da una corda portante in rame da 120 mm<sup>2</sup>, a tiro fisso di 819 daN a +15°C, e un filo sagomato in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm<sup>2</sup>, regolato e tesato al tiro di 750 daN;
- ✓ circuito di protezione costituito da n.2 corde in TACSR (Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio) di sezione 170 mm<sup>2</sup> opportunamente collegato al circuito di ritorno (binari) mediante dispositivi limitatori di tensione bidirezionali.

## 2.3 QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO

L'altezza nominale dei fili di contatto sul piano del ferro sarà pari a 5 metri come previsto da Capitolato Tecnico TE RFI per PMO 3.

## 2.4 DISTANZA TRA SOSTEGNI SUCCESSIVI

Per l'intero dispositivo di elettrificazione, le massime distanze tra sostegni successivi (campate), sono tali da rispettare la massima deviazione laterale ammissibile tra i fili di contatto e la linea normale all'asse del binario - sotto l'azione di venti trasversali. Come previsto nella Norma CEI EN 50367 tabella 2 - per il pantografo di lunghezza 1600 mm - lo scostamento massimo è di 400 mm. Le

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 14 DI 19

lunghezze delle campate in funzione del raggio di curvatura e le poligonazioni saranno scelte utilizzando come riferimento i contenuti del dis. E65061 allegato al Capitolato TE 2014.

## 2.5 SOSTEGNI, SOSPENSIONI E BLOCCHI DI FONDAZIONE

La tipologia di sostegni e delle relative fondazioni da utilizzarsi è stabilita dai disegni allegati al Capitolato Tecnico 2014. Parimenti RFI ha emanato le tabelle di utilizzo in relazione al loro impiego che sono state utilizzate per lo sviluppo del progetto.

Con riferimento alla tipologia di sospensione dei binari di corsa e per quelli di precedenza il Capitolato Tecnico (per la 440 mmq) prevede l'utilizzo di quelle a "mensola orizzontale in alluminio" con isolatori portanti sintetici di cui al dis. RFI n° E64447. Tali sospensioni sono caratterizzate da rapidità di montaggio e da facile manutenibilità.

## 2.6 PROTEZIONE PER LA SICUREZZA ELETTRICA

Per la protezione dai contatti indiretti è stata adottata la norma CEI 50122-1 recepita nel Capitolato Tecnico TE 2014 e nella Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A "Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc".

Lo standard RFI prevede la realizzazione di circuiti di protezione di lunghezza paria a circa 3km ottenuti collegamento di tutti i sostegni, ciascuno dotato di un proprio picchetto di terra, con due corde TACS. Le estremità di tali circuiti sono collegate al circuito di ritorno (binario) tramite limitatori di tensione bidirezionali. Inoltre, tutte le masse metalliche ricadenti nella zona di rispetto TE sono collegate al circuito di terra e di protezione.

Il circuito di protezione sopra descritto è dimensionato in modo tale che, in caso di sovracorrente - quale ad esempio quella di un corto circuito a seguito di perdite di isolamento della linea di contatto - , gli interruttori extra-rapidi (situati nelle SSE di alimentazione) siano in grado di intervenire in tempi estremamente ridotti e tali da rispettare la tabella "tempo" - "tensione massima ammissibile di breve durata" presente nella norma CEI 50122-1.

A valle della realizzazione, il costruttore esegue le verifiche dei circuiti di terra prima di procedere all'energizzazione secondo CEI 50122-1 e nel rispetto delle prescrizioni di RFI (Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1 "Verifica degli impianti di terra di protezione delle linee di contatto a 3 kV cc e 25 kV ca, delle Cabine TE 3kVcc e dei posti di parallelo 25 kV ca").

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>A</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 15 DI 19

## 2.7 PROVVEDIMENTI CONTRO GLI EFFETTI DELLE CORRENTI VAGANTI

La tipologia di armamento (conforme agli standard di RFI) presenta intrinsecamente un ottimo comportamento ai fini della limitazione delle correnti vaganti. In particolare, il sistema di attacco delle rotaie conduttrici su traversa, deve garantire un valore di isolamento elettrico almeno pari a 10 kΩ. Inoltre, verso il terreno è interposto uno strato minimo di ballast che, oltre a costituire un ulteriore elemento ad elevata resistività elettrica grazie alla natura del materiale (pietrisco roccioso), garantisce un buon drenaggio delle acque piovane di piattaforma. Ciò consente di mantenere elevata nel tempo la resistenza verso terra della rotaia. Si consideri inoltre che le opere di sede del presente progetto, conformi ai più recenti standard di RFI, prevedono anche l'utilizzo del sub-ballast, ossia di uno strato in materiale bituminoso sotto il pietrisco. Questo elemento rappresenta un ulteriore importante sbarramento delle correnti drenate verso terra.

Si può pertanto affermare che quanto previsto nel progetto rappresenta una soluzione molto performante ai fini del contenimento delle correnti vaganti causate dal sistema di trazione a corrente continua.

Si evidenzia inoltre che gli impianti tecnologici sono realizzati in conformità ai recenti standard costruttivi RFI ed alla vigente normativa disciplinante la mitigazione dei fenomeni di corrosione legati alle correnti continue di trazione disperse nel terreno. In particolare, ai sensi della norma EN 50122-2, tutti gli impianti sono realizzati senza nessun collegamento intenzionale della rotaia a terra.

Per quanto riguarda gli effetti sulle reti ed opere terze preesistenti nel tessuto adiacente alle opere ferroviarie, tali opere sono state puntualmente censite nel presente progetto. Nelle successive fasi progettuali verranno effettuati gli approfondimenti, con adeguato livello di dettaglio. In particolare, saranno individuati tutti gli attraversamenti ed i parallelismi con gli enti/impianti interferiti sensibili alle correnti vaganti, e d'intesa con gli enti proprietari di tali opere/strutture ne sarà valutata la risoluzione, comprese le opere necessarie a mitigare gli effetti corrosivi causati dalle correnti vaganti, secondo le prescrizioni del DM del 4 aprile 2014 "Attraversamenti" e le prescrizioni delle specifiche RFI per la protezione catodica: TE 667, TE 668 e RFI TC PS IFS 621 A.

Infine, per le strutture/impianti di terzi più sensibili agli effetti delle correnti vaganti, verrà effettuato un monitoraggio protratto nel tempo (possibile solo post-operam e con impianti per la trazione ferroviaria in corrente continua in esercizio) atto ad accertare l'assenza di fenomeni di corrosione pregiudicanti la sicurezza e la funzionalità di dette opere.

## 2.8 GESTIONE DELLE INTERFERENZE AEREE E INTERRATE

Le interferenze elettriche aeree sono gestite secondo i criteri dettati nella Norma CEI EN 50341 -1 e CEI EN 50341-2-13 e nel DPR n. 753 del 11/07/1980, mentre quelle sotterranee fanno riferimento alla Norma CEI 11-17.

Invece le interferenze interrimate costituite da condotte e canali convoglianti liquidi e gas sono risolte utilizzando il DPR 4/3/2014.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>  PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 16 DI 19

## 2.9 INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE

Dall'analisi e dalla valutazione dei dati atti a verificare il rispetto dei valori limite di campo elettromagnetico sia all'interno dei treni che nelle zone limitrofe agli elementi infrastrutturali che generano radiazioni (sia in cc che in ca), condotta dal Gruppo Ferrovie dello Stato in collaborazione con l'istituto superiore di Sanità con l'Anpa e con l'Enel, è emerso che i valori rilevati del campo magnetico emesso dalle linee ferroviarie RFI alimentate a 3 kVcc, sono inferiori ai limiti indicati dalla Normativa.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>A</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 17 DI 19

### 3 LUCE E FORZA MOTRICE

La specialistica Luce e Forza Motrice (LFM) comprende gli impianti di alimentazione elettrica e d'illuminazione di tutte le tecnologie che sono funzionali al sistema ferroviario e che non ricadono negli impianti di trazione elettrica. Di seguito si elencano una serie di impianti che richiedono l'impiego di tale tecnologia: impianti di segnalamento ferroviario, impianti di telecomunicazioni, impianti di riscaldamento elettrico deviatoi, illuminazione e alimentazione dei fabbricati tecnologici, impianti di condizionamento, impianti idrici antincendio, impianti antintrusione e impianti di rivelazione incendi.

Il progetto LFM parte quindi dalla raccolta delle esigenze di alimentazione elettrica di tutti i tipi d'impianto sopra citati e mette a fattor comune tali esigenze al fine di definire i punti di connessione con il distributore di energia elettrica. Come previsto dalle indicazioni della Norma CEI 0-16 nei casi in cui la potenza contemporanea rimane entro i 100 kW viene prevista una fornitura di energia elettrica in bassa tensione, al di sopra di tale limite oppure in zone rurali o isolate, si prevede una fornitura di energia elettrica in media tensione.

A valle della fornitura e dell'eventuale trasformazione del livello di tensione si provvede a distribuire l'energia a tutti gli impianti inclusi nel progetto che ne hanno necessità, con cavi elettrici rispondenti al regolamento europeo 305/2011, posati nelle varie modalità previste dalle normative CEI. In funzione del posizionamento e della tipologia di utenza elettrica vengono previsti i quadri generali e i quadri secondari per sezionare e parzializzare l'impianto al fine di rendere agevole la manutenzione e ridurre i fuori servizio in caso di guasto. Per tutti gli impianti viene definita la modalità di protezione dai contatti indiretti indicando il collegamento all'impianto di protezione che garantisce l'intervento degli interruttori secondo i limiti previsti dalla Norma CEI 64-8 o l'impiego del sistema a doppio isolamento.

Le scelte sono state effettuate nel rispetto delle norme CEI e UNI vigenti, e principalmente la norma CEI 64-8 per gli impianti BT, la norma CEI EN 61936-1 per gli impianti con tensione superiore a 1 kV e la guida CEI 99-4 - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.

Le tensioni utilizzate nello sviluppo del progetto sono i 20 kV per la distribuzione in MT e la tensione 400/230 V per la distribuzione in BT.

I criteri generali di dimensionamento della distribuzione elettrica seguono le norme di buona tecnica del Comitato Elettrotecnico Italiano, applicabili ai progetti del settore elettrico. In particolare, è stato previsto che il valore di c.d.t. a fondo linea sia contenuto entro il 4% e il valore di corrente nominale sia determinato in funzione delle potenze dei singoli carichi, applicando i coefficienti di utilizzazione e contemporaneità. È anche previsto che la portata massima dei cavi elettrici sia determinata in funzione

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2 <sup>a</sup> FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 18 DI 19

della sezione e del tipo di cavo elettrico e dalla relativa tipologia di posa, applicando i relativi coefficienti di riduzione.

Analogamente le apparecchiature di protezione sono dimensionate, coordinandole con i cavi, in base alla corrente nominale e di sovraccarico, alla massima corrente ammessa dai cavi, dalle correnti di c.c. massima e minima a fondo linea e dall'energia specifica passante durante un cortocircuito.

L'illuminazione viene progettata individuando i requisiti d'illuminamento e di uniformità contenuti nelle norme UNI 12464-1-2 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro e attraverso le specifiche tecniche di Rete Ferroviaria Italiana (RFI). Per gli ambienti al chiuso e quelli con accesso al pubblico è stata prevista l'illuminazione di sicurezza secondo le indicazioni della Norma UNI 1838. La scelta dei corpi illuminanti viene effettuata considerando un grado IP tale da non richiedere frequenti interventi manutentivi come anche la durata di vita al fine di minimizzare la sostituzione delle sorgenti luminose in esaurimento. Anche il grado di protezione dagli urti IK è scelto in modo da limitare danneggiamenti da atti vandalici ed infine, sempre per limitare gli interventi da coordinare con l'esercizio ferroviario, viene utilizzato il doppio isolamento per aumentare l'affidabilità dell'impianto. Relativamente al rispetto dei requisiti delle Specifiche Tecniche d'Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione Europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, queste fanno riferimento alle Norme UNI sopra richiamate e pertanto sono conseguentemente soddisfatte.

Gli impianti di Luce e Forza Motrice relativi al lotto 1A della Cintura Nord, si compongono di due documenti di progetto:

- NR4E11R18ROLF0000001B – “Relazione tecnica impianti LFM”;

All'interno della suddetta relazione sono descritti gli interventi previsti, le norme utilizzate e i criteri utilizzati nelle scelte impiantistiche. Inoltre, viene indicata la collocazione dei fabbricati all'interno dei quali saranno installate le apparecchiature elettriche di alimentazione a servizio degli utilizzatori.

La progettazione è orientata nel rispetto delle specifiche delle Ferrovie dello Stato con lo scopo di standardizzare gli impianti da realizzare, mantenendo gli stessi, negli ambiti normativi nazionali ed europei vigenti.

- NR4E11R18DXLF0000001B – “Schema Generale Alimentazioni Elettriche”;

Nello schema Generale delle alimentazioni elettriche sono indicati i siti di progetto in cui sono installate le apparecchiature di alimentazione, con le relative adduzioni di energia elettrica in bassa tensione e in media tensione. Viene anche rappresentata la suddivisione delle alimentazioni elettriche nelle sezioni normale – preferenziale – di continuità e nei relativi quadri elettrici primari e secondari. Inoltre, nello schema sono indicati i circuiti di alimentazione delle principali utenze alimentate.

	<b>NPP 0258 -GRONDA MERCI DI ROMA – GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD</b>					
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2^ FASE					
<b>Relazione di sintesi degli impianti di energia e trazione elettrica</b>	PROGETTO NR4E	LOTTO 11 R 18	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF.00.00 001	REV B	FOGLIO 19 DI 19

### 3.1 INTERVENTI NEL LOTTO 1A, MARCIAPIEDE PES BIVIO PINETO – STAZIONE DI VIGNA CLARA

Gli interventi oggetto del presente progetto riguardano la realizzazione degli impianti elettrici per l'alimentazione del marciapiede PES (Piano di Emergenza e Soccorso) di Bivio Pineto e l'alimentazione degli impianti di nuova installazione previsti per la trasformazione di Vigna Clara da fermata a stazione.

L'attrezzaggio del marciapiede di Bivio Pineto con illuminazione di emergenza e impianto di spegnimento incendi, richiede un assorbimento di potenza elettrica stimato inferiore ai 100 kW, pertanto è stato previsto un fabbricato tecnologico per il contenimento delle apparecchiature elettriche con consegna di energia elettrica in bassa tensione.

Relativamente alla stazione di Vigna Clara, la potenza stimata è superiore ai 100 kW, pertanto è stata prevista una consegna di energia elettrica in media tensione con cabina di trasformazione MT/BT. Tra essi, citiamo come principali, gli impianti di segnalamento che regolano la circolazione dei treni, il riscaldamento elettrico deviatoi, per garantire la movimentazione degli scambi anche in condizione di neve e ghiaccio e l'attrezzaggio del marciapiede PES di Vigna Clara con illuminazione di emergenza e impianto di spegnimento incendi.

Al fine di consentire una manutenzione tempestiva in caso di guasto o malfunzionamento e ripristinare la corretta funzionalità di tutti gli impianti LFM che hanno conseguenze sugli utenti e sulla regolarità della circolazione ferroviaria, è stato previsto un sistema di controllo e diagnostica degli impianti. Gli impianti, descritti precedentemente, sono gestiti, controllati e diagnosticati da appositi sistemi S.C.A.D.A. che consentono la supervisione remota.

Essi si compongono da apparati di campo dislocati in prossimità degli impianti che tramite rete dati trasmettono le informazioni e i comandi tra gli stessi e con le postazioni centralizzate.