COMUNE DI GENOVA

OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA
TRATTA CANEPARI RIVAROLO
SERVIZI DI AGGIORNAMENTO E
INTEGRAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA RAFFORZATO

Il Progettista:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n.5723

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 06/03/2026
17:41:52

Il Responsabile dell'Integrazione tra levarie discipline specialistiche:

Ing. Mario Bordi
Ordine Ing. Genova n.5723

Firmato digitalmente
da: MARIO BORDI
Luogo: Genova
Data: 06/03/2026
17:41:53

Il Project Engineering Manager:

Ing. Marco Marchesini
Ordine Ing. Roma n. 39603

Il Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione:

Geom. Bruno Bucari
Ordine geom. Genova n.3004

Il Geologo:

Dott. Geol. Roberto Pedone
Ordine Geologi della Liguria n 183

Il Reponsabile Unico del Progetto
Dirigente Grandi Infrastrutture di Trasporto - Area Project Management Office

Ing. Manuela Sciutto
Ordine Ing. Genova n. 8953

IMPIANTI ELETTRO-FERROVIARI

IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE

Relazione Tecnica del sistema alimentazione di Trazione

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: P0044365 — LIV. PROG.: P — ANNO: 25	P0_IFIA_IAL_R_001_2		
	CODICE ELAB.: P0 IFIA IAL R 001	2	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
2	INTEGRAZIONE A SEGUITO PARERI VIA	06/03/2026	L. VENEZIA	M. MARCHESINI	M. BORDI
1	SECONDA EMISSIONE	15/05/2025	L. VENEZIA	M. MARCHESINI	M. BORDI
0	PRIMA EMISSIONE	01/04/2025	L. VENEZIA	M. MARCHESINI	M. BORDI

Comune di Genova
Genova, Italia

Metropolitana di Genova Tratta Canepari – Rivarolo

Relazione Tecnica del sistema alimentazione di Trazione

Doc. No. P0_IFIL_IAL_R_001_2

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
2	Terza Emissione	L. Venezia	M Marchesini	M Bordi	05/03/2026
1	Seconda Emissione	L. Venezia	M Marchesini	M Bordi	15/05/2025
0	Prima Emissione	L. Venezia	M Marchesini	M Bordi	01/04/2025

INDICE

		Pag.
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI		**2**
PREMESSA		**3**
1	**DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**	**4**
2	**IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DELLA TRAZIONE ELETTRICA**	**5**
2.1	RETE MT 15 KV DI ALIMENTAZIONE DELLE SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE E DELLE CABINE MT/BT DI STAZIONE	5
2.1.1	Stato attuale	5
2.1.2	Interventi previsti per il prolungamento Brin-Canepari	6
2.1.3	Interventi previsti per il prolungamento Canepari-Rivarolo	6
2.2	SOTTO-STAZIONI ELETTRICHE (SSE)	9
2.2.1	Stato attuale	9
2.2.2	Interventi previsti per il prolungamento Brin-Canepari	11
2.2.3	Interventi previsti per il prolungamento Canepari-Rivarolo	12
2.3	TELECOMANDO E TELECONTROLLO	15
2.3.1	Telecomando/telecontrollo	15
2.4	CABINA MT/BT DI STAZIONE (CDS)	15
2.4.1	Cabina MT/bt: apparecchiature elettromeccaniche di Sistema	16
2.5	INTERFERENZE CON IMPIANTI FERROVIARI DI LINEA DI CONTATTO IN ESERCIZIO	18
2.6	ALLEGATO SSE	18

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

ACEI	Apparato Centrale Elettrico a Itinerari
ACC	Apparato Centrale Calcolatore (tipicamente per gestione di una sola stazione)
ACCM	Apparato Centrale Calcolatore Multistazione (tipicamente per gestione di più stazioni e tratte di linea)
CdB	Circuito di Binario
CS	Communication Server
CTC	Controllo Traffico Centralizzato
DCT	Dirigente Centrale del Traffico
DCM	Dirigente Centrale della Manutenzione
DL	Dirigente Locale
DTT	Sistema di trasmissione dati terra – treno
PC	Posto Centrale
PCM	Posto Centrale Multistazione
PdS	Posti di Servizio
PP	Posto Periferico
PPM	Posto Periferico Multistazione
QLv	Quadro Luminoso video
TO	Terminale Operatore
Scada	Sistema di Supervisione (Supervisory Control And Data Acquisition)

PREMESSA

Questa relazione illustra il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, Nuovo Codice, per il prolungamento della metropolitana di Genova lungo la tratta Canepari-Rivarolo.

La soluzione adottata, sviluppata e approvata dal Comune di Genova, è quella "a raso", selezionata tra le diverse alternative di tracciato analizzate nella prima fase dello studio di fattibilità.

Il percorso, che si estende per circa 420 metri, si collega al tronchino di inversione della tratta Brin-Canepari attualmente in corso di realizzazione, proseguendo verso nord sul rilevato ferroviario esistente, in direzione parallela alla linea ferroviaria bivio Succursale/Campasso. Il tracciato si sviluppa lungo il sedime di un binario ferroviario dismesso.

Nell'area di convergenza tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio è prevista la stazione Rivarolo, unica della tratta, accessibile sia da ovest (via alla Stazione di Rivarolo-via Rossini), per l'interscambio con l'omonima stazione FS, sia da est (parcheggio di interscambio di via Pisoni).

A valle della stazione Rivarolo, che andrà costituire il nuovo capolinea, è prevista un tronchino di inversione a doppio binario, anch'esso confinato tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio. La tratta termina in corrispondenza dello slargo di via Duria poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

Secondo quanto sviluppato nel citato studio di fattibilità, il progetto risulta compatibile con un'eventuale futura estensione della linea metropolitana verso la Vapolcevera.

In particolare, l'eventuale prolungamento prevederà una significativa modifica della livelletta a valle della stazione Rivarolo (da ponte Rossini in poi), per realizzare il sottoattraversamento dei binari ferroviari correnti lungo la sponda sinistra del Polcevera

Nell'ambito del prolungamento Canepari-Rivarolo della Metropolitana di Genova, la presente relazione tecnica descrive gli Impianti Elettro-Ferroviari necessari per la circolazione dei veicoli a trazione elettrica e per il corretto svolgimento dell'esercizio.

Tali impianti e sistemi sono diffusamente descritti nei seguenti capitoli e sono di seguito elencati:

- Sistema di Alimentazione della Trazione Elettrica
    - Rete MT 15 kV di alimentazione delle sottostazioni elettriche e delle cabine MT/BT di stazione
    - Sotto-Stazioni Elettriche (SSE)
    - Linea di Contatto
- Sistema di Automazione e di Telecomando/Telecontrollo.

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il tracciato si sviluppa per circa 420 metri e si innesta alla progr. Km 0+749.007 BP della tratta Brin-Canepari, proseguendo verso nord, a raso, lungo il rilevato ferroviario esistente. La linea si estende parallelamente alla ferrovia bivio Succursale/Campasso.

L'interasse tra i binari, con il binario pari situato a est e il dispari a ovest, è stato mantenuto a 2,90 m, in conformità con la configurazione attuale della linea in esercizio per la tratta precedente.

Da sud verso nord, oltre alla stazione di Rivarolo sono previste le seguenti opere d'arte principali: scavalco torrente Torbella, scavalco via Pisoni, scavalco via Rossini.

Il viadotto Torbella è costituito da un impalcato metallico a via inferiore a singola campata. L'impalcato scavalca l'alveo del torrente Torbella e le 2 viabilità locali poste sui 2 argini. L'opera viene realizzata in seguito al nuovo ponte della linea ferroviaria Campasso, che prevede la demolizione dell'intera struttura esistente, per cui l'impatto sarà soltanto con una ridotta parte di rilevato di nuova realizzazione. Da questo punto, il tracciato prosegue su opere di sostegno e affronta un'ampia curva verso sinistra, lungo la quale è collocata la stazione Rivarolo, situata tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio.

La stazione Rivarolo, nuovo capolinea, ha una configurazione a banchine laterali, ubicate a quota rilevato, quindi a cielo aperto. A causa dei notevoli vincoli costituiti dalle ferrovie adiacenti, la via di corsa in banchina è in curva di raggio 500m. Le banchine sono coperte da una pensilina metallica e sono accessibili tramite un atrio posto a quota strada (via Rossini / via Pisoni), realizzato mediante scavo di svuotamento del rilevato ferroviario. Il volume di scavo è a sua volta confinato da paratie perimetrali costituite da pali di grande diametro. Alla stessa quota dell'atrio sono inoltre ubicati i locali tecnici a servizio della metropolitana, ricompresi nel medesimo volume di scavo. L'accessibilità all'atrio e ai locali tecnici è assicurata attraverso opportuni sottoattraversamenti della realizzanda linea ferroviaria Fegino-Campasso sul lato ovest e della linea Fegino-Bersaglio in esercizio sul lato est.

Procedendo verso nord, il tracciato continua la sua curva e sovrappassa in successione via Pisoni (con impalcato a sezione mista) e via Rossini tramite un cavalcavia a via inferiore in acciaio, che comporterà la demolizione della struttura esistente.

In questa zona e fino a fine tratta, la linea è delimitata da opere di sostegno, in particolare verso ovest, dove i binari della linea Campasso si trovano a una quota superiore di alcuni metri.

In corrispondenza del ponte Rossini il tracciato ospita una comunicazione pari-dispari necessaria all'inversione di marcia dei treni. Questa comunicazione, ubicata in retrostazione sul tronchino di inversione, si somma alle 2 comunicazioni configurate a cappello di prete già previste nella tratta precedente (attuale tronchino di inversione in retrostazione a Canepari).

Nella tratta terminale del tronchino a nord del ponte Rossini, la linea affronta una nuova curva verso sinistra per mantenere una distanza adeguata dalle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, che in questo punto iniziano a divergere. Il tronchino di manovra termina in corrispondenza dell'area di parcheggio via Duria, poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

A causa dei vincoli legati al tracciato e alla funzionalità della stazione, nella parte iniziale della tratta è stato necessario ampliare la piattaforma metropolitana verso est rispetto all'attuale area ferroviaria, occupando alcune zone attualmente destinate a cortili condominiali. Nella parte terminale, in corrispondenza della biforcazione delle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, il tracciato si mantiene tra le due, uscendo dal rilevato esistente e occupando parzialmente lo slargo di via Duria, che nel precedente PFTE risultava interrotto. Nel nuovo progetto, il tracciato è stato ridotto per garantire la continuità di via Duria, almeno fino all'eventuale futuro prolungamento della linea metropolitana.

2 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DELLA TRAZIONE ELETTRICA

2.1 RETE MT 15 KV DI ALIMENTAZIONE DELLE SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE E DELLE CABINE MT/BT DI STAZIONE

2.1.1 Stato attuale

L'attuale tratta in esercizio della Metropolitana di Genova è dotata di tre Sottostazioni Elettriche (SSE):

- Brin;
- Principe;
- Brignole.

Tutte le suddette Sottostazioni Elettriche sono collegate alla rete ENEL da cui prelevano energia elettrica ad una tensione di 15 kV.

Le tre SSE sono inoltre collegate ad una cabina 15 kV/15 kV, che funge da riserva per tutte e tre le sottostazioni e che è a sua volta collegata alla rete ENEL.

Si veda schema generale sotto riportato.

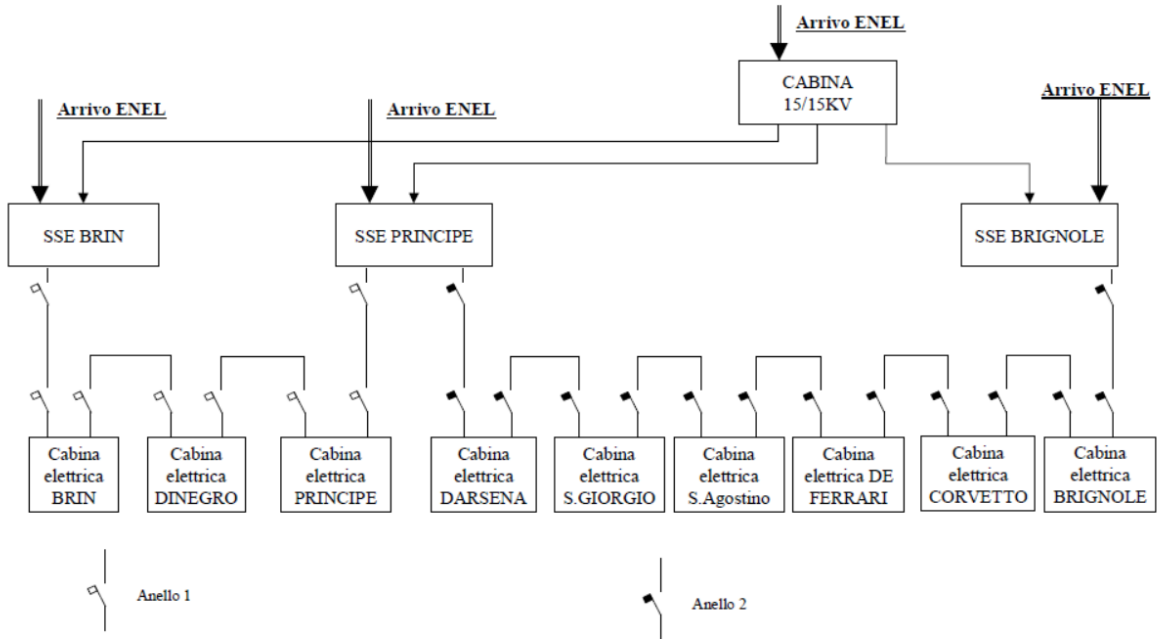


Figura 1. Rete MT 15 kV di alimentazione delle Sottostazioni Elettriche e delle Cabine MT/BT di stazione

Le tre SSE alimentano le cabine elettriche di stazione (CdS) ad una tensione di 15 kV, tramite due anelli in media tensione. Il primo (ANELLO 1) parte dalla SSE di Brin e si chiude alla SSE di Principe alimentando le cabine elettriche di stazione di Brin, Dinegro e Principe. Il secondo (ANELLO 2) parte dalla SSE di Principe e si chiude alla SSE di Brignole, alimentando le cabine elettriche di stazione di Darsena, S. Giorgio, Sant'Agostino, De Ferrari, Corvetto (non aperta al pubblico) e Brignole. Sono previsti degli interblocchi in entrambi gli anelli che impediscono la messa in parallelo delle rese MT e, quindi delle due SSE Brin e Principe (Anello 1) e delle due SSE Principe e Brignole (Anello 2). Ogni cabina elettrica di stazione è quindi alimentata, tramite la dorsale MT dell'anello 1 o dell'anello 2, dalla SSE a monte o a valle.

Il sistema può essere riconfigurato per gestire eventuali scenari di guasto. Infatti, la rete di distribuzione, tutte le interconnessioni e gli arrivi ENEL, sono stati studiati in modo che sia possibile alimentare una SSE o una stazione

da due punti diversi nelle condizioni di normale funzionamento e che sia garantita la continuità di alimentazione in caso di fuori servizio di un'alimentazione principale.

Pertanto, in condizioni normali le SSE sono alimentate dalla rispettiva resa ENEL, mentre nel caso di fuori servizio di una resa, la dorsale a 15 kV garantirà comunque l'alimentazione alla SSE.

2.1.2 Interventi previsti per il prolungamento Brin-Canepari

Per la tipologia ed estensione della nuova stazione Canepari, ed in base alle dotazioni impiantistiche di Sistema e non di Sistema previsti in stazione e lungo la tratta di collegamento da Brin a Canepari, è stato previsto di dotare la nuova stazione Canepari di una Cabina di Trasformazione MT/BT dedicata ed installata in appositi locali destinati a tale scopo. Per l'alimentazione della Cabina di Trasformazione della stazione Canepari, è stato previsto che l'Anello 1 della rete a 15 kV attualmente esistente sia aperto in corrispondenza del collegamento fra la SSE Brin e la Cabina Elettrica Brin, secondo il seguente schema.

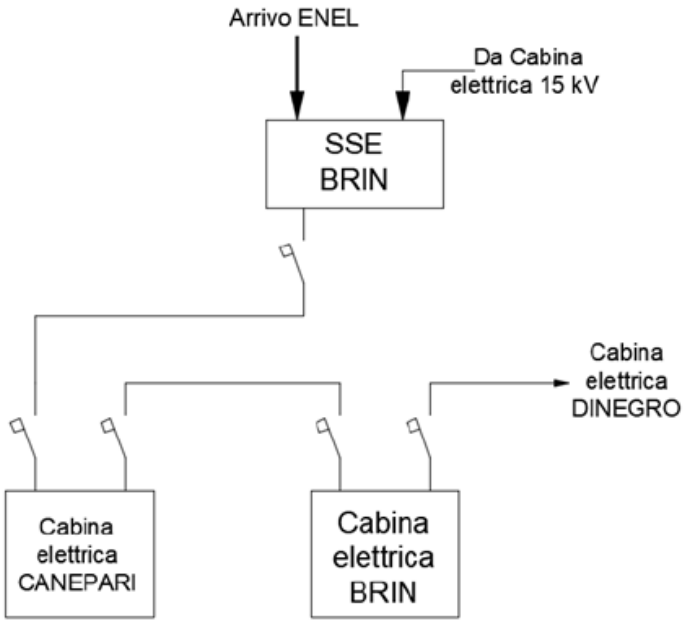


Figura 2. Schema di Alimentazione della nuova cabina MT-BT di Canepari

È stato previsto che due terne di cavi MT unipolari, posati in canaletta in lamiera zincata a caldo e con coperchio, corrano sotto uno dei due camminamenti di emergenza di linea per richiudere l'Anello 1 sulla nuova Cabina di Trasformazione della stazione Canepari. Per far fronte ad un guasto che dovesse mettere completamente fuori servizio la nuova Cabina di Trasformazione della stazione Canepari, nell'ambito della progettazione degli impianti Elettrici non di sistema è stata prevista l'installazione in apposito locale di un Gruppo Elettrogeno, dotato di apposita cisterna suppletiva di carburante.

2.1.3 Interventi previsti per il prolungamento Canepari-Rivarolo

Anche per il prolungamento Canepari-Rivarolo, data la tipologia ed estensione della nuova stazione ed in base alle dotazioni impiantistiche di Sistema e non di Sistema previsti in stazione e lungo la tratta di collegamento da Canepari a Rivarolo, si prevede di dotare la nuova stazione Rivarolo di una Cabina di Trasformazione MT/BT dedicata ed installata in appositi locali destinati a tale scopo.

In considerazione del fatto che con la realizzazione del prolungamento Canepari-Rivarolo si prevede di realizzare una nuova SSE (SSE Rivarolo, in proposito si veda il capitolo specifico della presente relazione), volendo perseguire il medesimo standard di affidabilità attuato nelle SSE esistenti, si prevede di dotare la nuova SSE di Rivarolo di una fornitura in MT da parte del distributore ed inoltre procedere con un nuovo collegamento, della stessa, alla cabina 15 kV/15 kV, che funge da riserva per tutte le sottostazioni e che è a sua volta collegata alla rete ENEL.

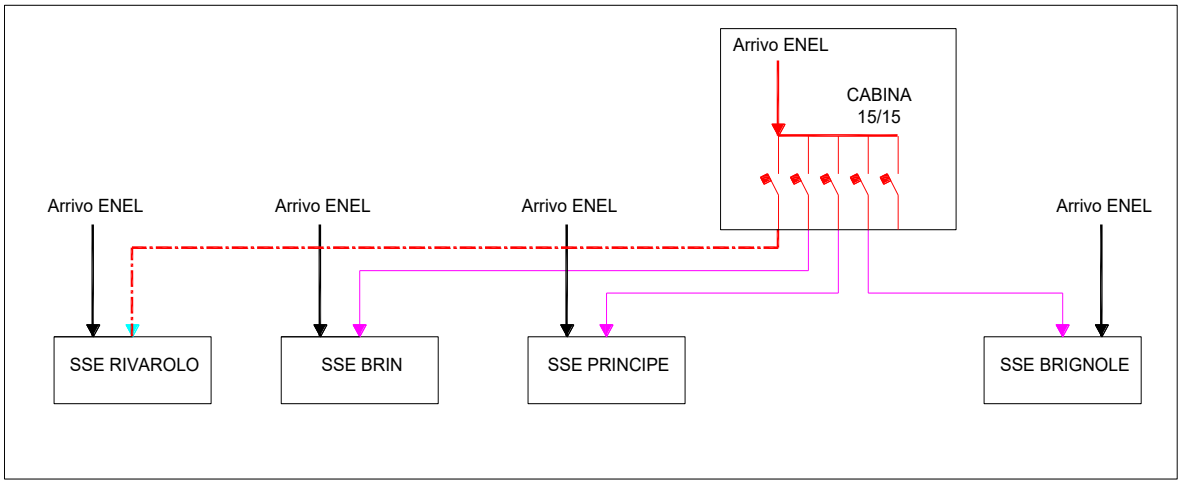


Figura 3. Schema di alimentazione Principale e Riserva della nuova SSE di Rivarolo

Per permettere detto intervento, occorre intervenire nella cabina MT 15/15, con la sostituzione dei quadri arrivo/partenza, che per ragioni di spazio dovranno essere di ridotte dimensioni, pertanto scelti del tipo integralmente isolati in SF6, delle dimensioni massime di 50 cm di larghezza.

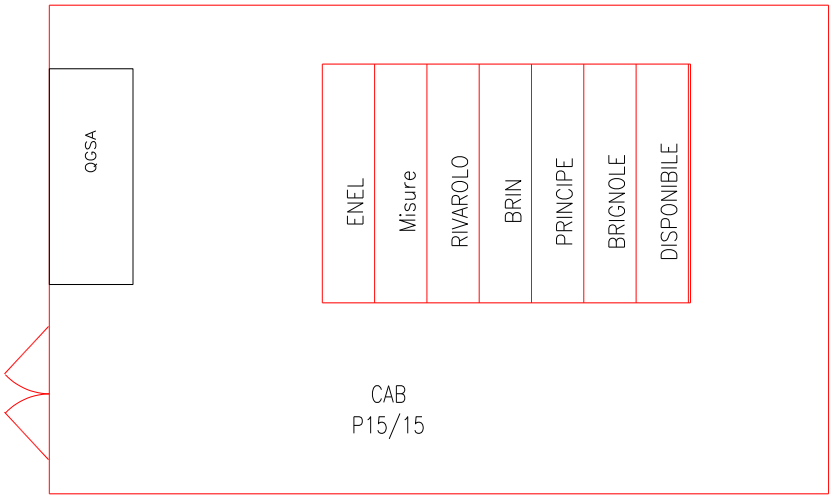


Figura 4. Locale Cabina Mt 15/15, nuovo layout distribuzione quadri

In tale modo si potrà garantire l'inserimento del nuovo quadro destinato al collegamento con la Nuova SSE di Rivarolo e contestualmente permette l'aggiunta di una ulteriore partenza in previsione di futuri ampliamenti, così come rappresentato nello schema semplificato.

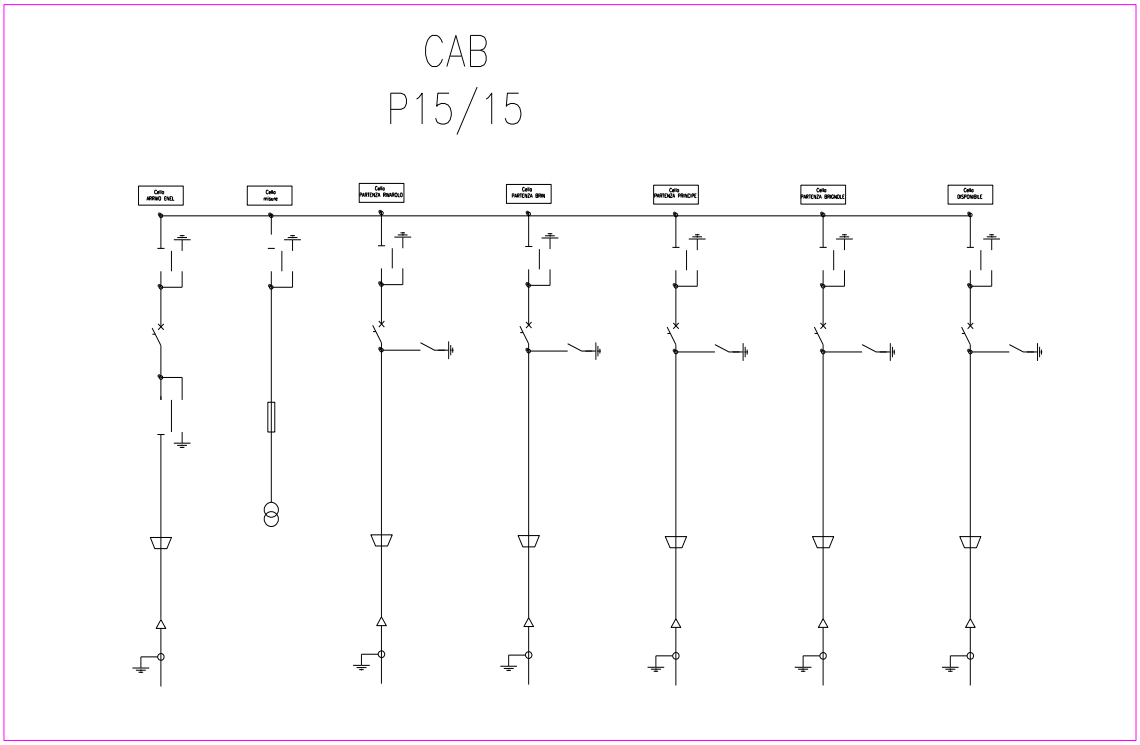


Figura 5. Cabina Mt 15/15, nuovo schema di alimentazione

Il collegamento dell'alimentazione di riserva, tra la cabina 15/15 e la Nuova SSE di Rivarolo sarà realizzato con l'impiego di tre cavi unipolari RG7H1OFM1 12/20 da 240 mm² , posato, all'interno della galleria Principe-Brin, in apposita canaletta metallica indipendente, staffata a circa 3 metri d'altezza.

Per l'alimentazione della Cabina di Trasformazione della stazione Rivarolo si prevede di realizzare un nuovo Anello a 15 kV (Anello 3) fra l'esistente SSE Brin e la nuova SSE Rivarolo, che realizzerà l'alimentazione della Cabina MT-BT Canepari e la nuova Cabina MT-BT Rivarolo secondo il seguente schema.

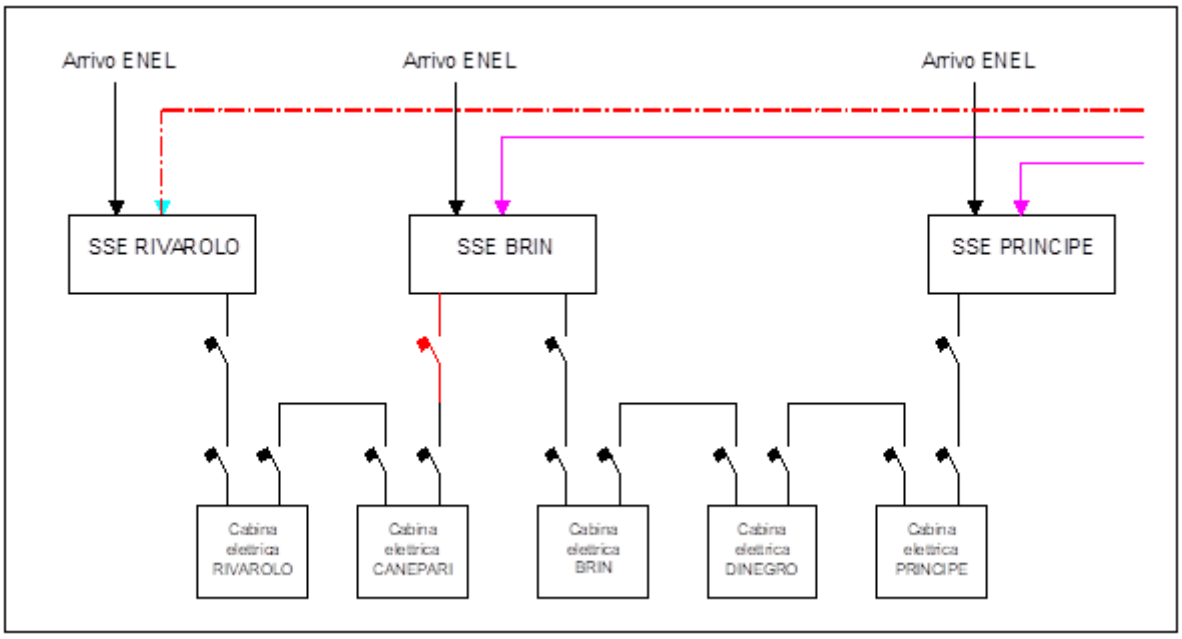


Figura 6. Schema di alimentazione della nuova cabina MT-BT di Rivarolo

Detto intervento comporta l'ampliamento dell'attuale quadro distribuzione MT della SSE di Brin, che sarà quindi dotato di una ulteriore partenza realizzata in aggiunta al quadro esistente.

Si prevede che una terna di collegamento, in configurazione 3x95 mm² di cavi unipolari RG7H1OFR 12/20 kV, corra sotto uno dei due camminamenti di emergenza di linea per collegare la nuova Cabina di Trasformazione della stazione Rivarolo con la Cabina di Trasformazione della stazione Canepari. La terna di cavi 3x95 mm² per il collegamento della Cabina di Trasformazione della stazione Canepari con la Cabina di Trasformazione della stazione Brin è stata prevista nell'ambito del prolungamento Brin-Canepari.

Per far fronte ad un guasto che dovesse mettere completamente fuori servizio la nuova Cabina di Trasformazione della stazione Rivarolo, nell'ambito della progettazione degli impianti Elettrici non di sistema è prevista l'installazione in apposito locale di un Gruppo Elettrogeno, dotato di apposita cisterna suppletiva di carburante.

2.2 SOTTO-STAZIONI ELETTRICHE (SSE)

2.2.1 Stato attuale

Le SSE esistenti presso le stazioni Brin, Principe e Brignole alimentano la linea di contatto ciascuna tramite tre gruppi di conversione, di cui due normalmente in erogazione ed uno di riserva "calda", pronto per essere inserito in sostituzione di uno degli altri due in caso di guasto o necessità manutentive.

Le principali caratteristiche elettriche di ciascuno dei tre raddrizzatori sono le seguenti:

- Potenza nominale: 1500 kW
- Corrente nominale: 2000 A (c.c.)
- Classe di servizio: classe VI secondo CEI EN 60146 (150% per 2 ore, 300% per un minuto)
- Tensione nominale c.c. 750 V.

Le principali caratteristiche dei trasformatori sono le seguenti:

- Potenza nominale: 1600 kVA
- Collegamento: trifase a 2 secondari (Triangolo / Triangolo Stella)
- Isolamento: a secco inglobato in resina
- Classe di servizio: classe VI secondo CEI EN 60146 (150% per 2 ore, 300% per un minuto).

Attualmente la linea di contatto è divisa in due tratte: la Brin – Principe e la Principe – Brignole.

Lo schema di alimentazione e dei sezionamenti della Linea di Contatto esistente è riportato di seguito:

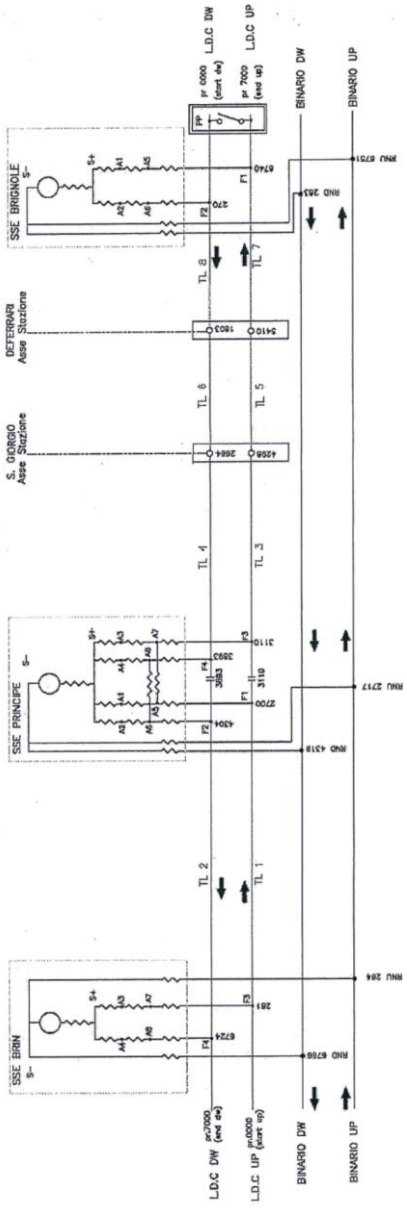


Figura 7. Schema delle alimentazioni e dei sezionamenti della linea di contatto esistente

La formazione degli alimentatori positivi e negativi di linea attualmente in esercizio è riportata di seguito.

SSE	Alimentatore 1	Alimentatore 2	Alimentatore 3	Alimentatore 4	Negativi U/D
SSE Brin	n.p.	n.p.	4 x 500 mm^2	4 x 500 mm^2	2 x 500 mm^2/ 2 x 500 mm^2
SSE Principe	4 x 500 mm^2	4 x 500 mm^2	4 x 500 mm^2	4 x 500 mm^2	2 x 500 mm^2/ 2 x 500 mm^2
SSE Brignole	4 x 500 mm^2	4 x 500 mm^2	n.p.	n.p.	2 x 500 mm^2/ 2 x 500 mm^2

Tabella 1. Formazione degli alimentatori positivi e negativi di linea attualmente in esercizio

Attualmente la gestione degli impianti di alimentazione (SSE e Cabine di Stazione) può essere effettuata in locale, tramite quadro sinottico, oppure da PCO tramite il Sistema di Telecomando/Telecontrollo.

Lungo la linea attualmente in esercizio, per permettere la disalimentazione della linea di contatto in caso di emergenza, sono previsti, con passo di 50 m circa, degli interruttori di emergenza con comando a maniglia, che realizzano il cosiddetto "circuito emergenza linea". L'azionamento di tali interruttori da parte del personale di servizio o di qualsiasi passeggero o delle squadre di soccorso comanda l'apertura di tutti gli alimentatori di tutte le SSE e disalimenta quindi l'intera linea. Automaticamente avviene poi la predisposizione alla richiusura degli interruttori alimentanti le tratte non interessate dal disservizio.

In corrispondenza degli accessi dei locali tecnici delle CdS e delle SSE attualmente in servizio sono installati pulsanti di apertura generale ("PAG") che, in caso di pericolo, possono essere attivati localmente dal personale di servizio o dalle squadre di soccorso per far aprire gli interruttori MT e gli interruttori extrarapidi della SSE / CdS interessata, oltre che gli interruttori MT di interconnessione delle SSE / CdS adiacenti (garantendo la disalimentazione delle teste di cavo MT). Le teste dei cavi c.c. rimarranno alimentate.

I binari di corsa di linea, che fungono da ritorno della trazione, sono isolati da terra e sono collegati alle sbarre negative delle SSE, in ottemperanza delle norme CEI EN 50122-1 e 50122-2. In ciascuna stazione in servizio, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 50122-1, è installato un dispositivo di limitazione della tensione (71 o "cortociruitatore"), connesso:

- CdS: tra la terra di trazione (binari) e la terra di stazione;
- SSE: tra la terra di trazione (sbarra negativa di SSE) e la terra di SSE.

Il dispositivo di limitazione della tensione è gestito normalmente aperto e si chiude automaticamente, collegando le due terre fra cui è connesso in caso siano rilevate tensioni pericolose (conformemente alle prescrizioni della CEI EN 50122-1) per scongiurare pericoli di elettrocuzione.

2.2.2 Interventi previsti per il prolungamento Brin-Canepari

Per fornire ai treni energia nella tratta oggetto di prolungamento è stata prevista l'estensione della linea aerea di contatto dalle aste di manovra della stazione Brin fino ai respingenti delle aste di manovra della nuova stazione Canepari.

Tenuto conto delle ridondanze previste nelle SSE esistenti:

- Tre gruppi di conversione per ogni SSE;
- alimentazione principale a 15kV da Rete ENEL e alimentazione di riserva da cabina 15 kV/15 kV),

e analogamente a quanto riportato nel documento As-built del precedente prolungamento della Metropolitana di Genova "MG5-3XX-24602 0 Metropolitana di Genova – Tratta Brin-Brignole – Sistema di Alimentazione Elettrica – Relazione di simulazione elettrica", è stato valutato altamente improbabile il fuori servizio completo di ciascuna SSE (SSE Brin compresa).

Considerata poi la ridotta estensione del prolungamento, ed il fatto che per la linea di contatto della tratta Brin-Canepari è stata proposta l'adozione della Catenaria Rigida (vedi capitolo dedicato) di sezione complessiva pari a 1280 mm2 di rame equivalente, con una bassa caduta di tensione kilometrica, è stato proposto di alimentare la Linea di Contatto del prolungamento Brin-Canepari a "sbalzo" dalla SSE Brin, senza la realizzazione di nessuna nuova SSE.

La linea lato Dinegro continuerà ad essere alimentata tramite gli alimentatori positivi attualmente in servizio, lasciandone inalterati i collegamenti.

A circa 170 m dall'asse della stazione Brin (in corrispondenza dell'attuale fine della linea) è stata prevista la realizzazione di un isolamento elettrico della linea di contatto ed una zona di transizione dall'attuale linea di contatto "flessibile" alla catenaria rigida.

Per l'alimentazione della linea di contatto del prolungamento (lato Canepari a partire dall'isolamento) sono stati previsti due nuovi alimentatori positivi (uno per in binario pari ed uno per il binario dispari) a partire dagli extrarapidi Q54F3 e Q54F4 della SSE Brin, tramite il quadro dei sezionatori di prima e seconda fila esistente.

Per i due nuovi alimentatori positivi per l'alimentazione delle linee di contatto pari e dispari del prolungamento sono stati previsti cavi della medesima tipologia e formazione degli alimentatori esistenti, ovvero RG7NM1 unipolari, formati da corda in rame stagnato, classe 2, rispondente alla norma CEI 20-29, isolamento in gomma sintetica a base di HEPR di qualità G7, rispondente alla norma CEI 20-11, sezione 1x500 mm² e formazione 4 x (1x500 mm²). I cavi si estenderanno dalla SSE Brin fino alla nuova linea di contatto per una lunghezza di circa 250 m. È stata prevista la posa di nuove passerelle dedicate a tali cavi a partire dalla SSE Brin. Il collegamento alla linea di contatto del prolungamento sarà effettuato (lato Canepari) oltre il sezionamento previsto in corrispondenza dell'attuale fine asta di manovra di Brin tramite terminali appositamente costituiti e corde di rame nude, analogamente a quanto previsto per i cavi alimentatori positivi attualmente in servizio nella stessa stazione Brin, lato Dinegro.

È stata infine prevista l'estensione del circuito per la disalimentazione di emergenza linea di contatto. In particolare, lungo linea è stata prevista la posa di interruttori di disalimentazione della linea di contatto con passo di circa 50 m, con medesime caratteristiche e funzionalità di quelli attualmente in esercizio. Sono stati inoltre previsti due analoghi interruttori in banchina della stazione Canepari, nei pressi delle cassette idranti. Di conseguenza è stata prevista la modifica dell'esistente circuito di emergenza linea ed il sistema di gestione dello stesso (posto nella SSE Brin) per includere i nuovi interruttori.

2.2.3 Interventi previsti per il prolungamento Canepari-Rivarolo

2.2.3.1 Adeguamenti del sistema delle SSE

In considerazione del fatto che, nella soluzione alternativa di tracciato più estesa (Soluzione 2), la tratta Brin-Rivarolo si troverebbe ad essere alimentata "a sbalzo" per più 1.500m e che tale configurazione risulta altamente critica per sistemi di trazione a 750 Vcc, specie in caso di guasto anche parziale della SSE Brin, per l'alimentazione elettrica della tratta di prolungamento si propone la realizzazione di una nuova SSE in corrispondenza della stazione Rivarolo (SSE Rivarolo), che in analogia alle sottostazioni già esistenti sarà configurata come da schema elettrico allegato al progetto e di cui si riporta in allegato alla presente relazioni le specifiche tecniche.

In analogia alle SSE attualmente esistenti per l'alimentazione della Linea, la nuova SSE Rivarolo alimenterà la linea di contatto tramite tre gruppi di conversione, di cui due normalmente in erogazione ed uno di riserva "calda", pronto per essere inserito in sostituzione di uno degli altri due in caso di guasto o necessità manutentive.

La planimetrica della SSE, all'interno della nuova stazione di Rivarolo, è prevista a quota strada e quindi in posizione interrata rispetto i binari. La distribuzione delle apparecchiature è prevista secondo il seguente layout.

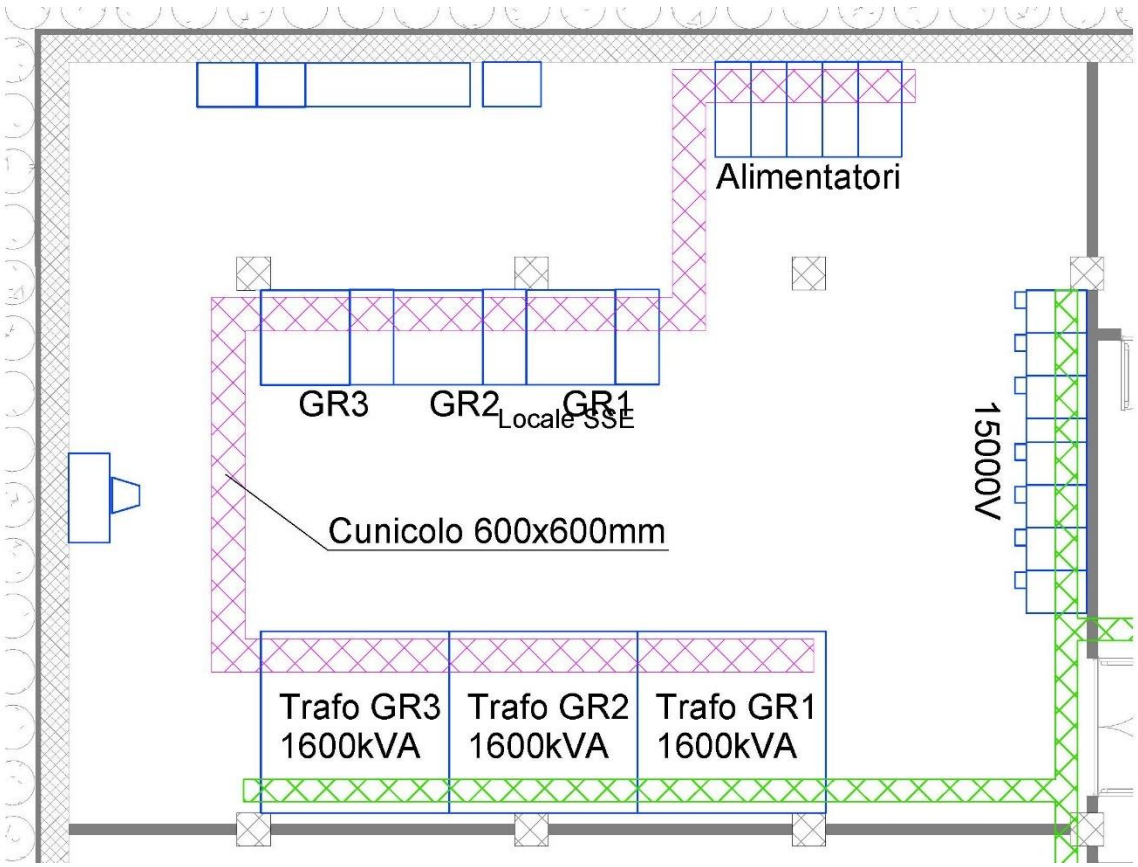


Figura 8. Nuova stazione di Rivarolo, layout locale SSE

Le principali caratteristiche elettriche di ciascuno dei tre raddrizzatori saranno le seguenti:

- Potenza nominale: 1500 kW
- Corrente nominale: 2000 A (c.c.)
- Classe di servizio: classe VI secondo CEI EN 60146 (150% per 2 ore, 300% per un minuto)
- Tensione nominale c.c. 750 V.

Le principali caratteristiche dei trasformatori saranno le seguenti:

- Potenza nominale: 1600 kVA
- Collegamento: trifase a 2 secondari (Triangolo / Triangolo Stella)
- Isolamento: a secco inglobato in resina
- Classe di servizio: classe VI secondo CEI EN 60146 (150% per 2 ore, 300% per un minuto).

Tale nuova SSE Rivarolo alimenterà “in bilaterale”, insieme alla SSE Brin, la linea di contatto fra Brin e Rivarolo, e “a sbalzo” la linea di contatto delle aste di manovra.

A valle della stazione Rivarolo (in corrispondenza dell’inizio delle aste di manovra) è prevista la realizzazione di un isolamento elettrico della linea di contatto.

Per l’alimentazione della linea di contatto del prolungamento, tramite apposito quadro sezionatori di prima e seconda fila, sono previsti quattro nuovi alimentatori positivi, due per il binario pari (uno per la sezione lato Canepari

del sezionamento e uno per la sezione lato Aste di Manovra) e due per il binario dispari (uno per la sezione lato Canepari del sezionamento e uno per la sezione lato Aste di Manovra).

Gli alimentatori positivi saranno costituiti da cavi della medesima tipologia e formazione degli alimentatori esistenti, ovvero RG7NM1 unipolari, formati da corda in rame stagnato, classe 2, rispondente alla norma CEI 20-29, isolamento in gomma sintetica a base di HEPR di qualità G7, rispondente alla norma CEI 20-11, sezione 1x500 mm² e formazione 4 x (1x500 mm²).

Gli alimentatori negativi saranno costituiti da cavi di sezione 1x500 mm² e formazione 2 x (1x500 mm²) per ciascun binario.

2.2.3.2 Protezione dalle Correnti vaganti

Coerentemente con le prescrizioni della norma CEI EN 50122-2, la terra di stazione della stazione Rivarolo sarà elettricamente separata dalla terra di trazione (binari).

Ai fini della preservazione dei livelli di isolamento previsti anche in caso di acqua o pioggia, sono previsti adeguati apprestamenti per il drenaggio della via di corsa.

Per quanto riguarda la protezione delle strutture di linea, sono previsti tutti i provvedimenti previsti dalla Norma CEI EN 50122-2 per essere considerate elettricamente separate longitudinalmente dal punto di vista dei collegamenti delle strutture metalliche.

2.2.3.3 Protezione dai contatti indiretti con la linea di contatto e dalle tensioni pericolose fra terra di trazione e terra di stazione

Come prescritto dalla norma CEI EN 50122-1, per la protezione dall'esposizione a tensioni pericolose fra terra di stazione e terra di trazione e per la protezione dai contatti indiretti con la linea di contatto, è prevista l'installazione in apposito locale tecnico della stazione Rivarolo di n. 2 dispositivi limitatori della tensione ("71" o "VLD") ciascuno con funzionalità VLD-F e VLD-O (Appendice F della CEI EN 50122-1). Il primo dei due VLD sarà collegato alla terra di stazione ed al binario pari, mentre il secondo VLD sarà collegato alla terra di stazione ed al binario dispari.

Nel caso in cui gli strumenti dei VLD dovessero registrare una tensione superiore ai valori consentiti dalla sopraccitata norma CEI EN 50122-1, essi metteranno in collegamento elettrico la terra di stazione e la terra di trazione (separate come descritto al punto precedente) in modo da:

- limitare la differenza di potenziale fra le due terre (protezione contatti indiretti con la linea di contatto);
- mettere in collegamento con il circuito di ritorno le masse di stazione che dovessero per guasto (es. rottura della linea di contatto) entrare in contatto con la linea aerea in tensione, chiudendo il circuito e permettendo l'intervento delle protezioni c.c. in SSE.

In relazione al secondo punto elenco, si precisa che, coerentemente alla norma CEI EN 50122-1, tutte le parti conduttrici e le strutture completamente o parzialmente conduttrici esposte nella zona della linea di contatto o del captatore di corrente (eccezion fatta per i casi contemplati ai punti 6.3.1.2, 6.3.1.3 della suddetta norma) saranno collegate alla terra di stazione e, tramite essa, ai VLD.

In particolare, sono previsti i seguenti interventi specifici:

- la copertura della banchina di stazione (ove metallica) dovrà essere collegata alla terra di stazione ed ai VLD di stazione, in quanto rientrante nella zona della linea di contatto e del captatore di corrente e non rientrante nelle eccezioni riportate ai paragrafi 6.3.1.2, 6.3.1.3 e 6.3.1.4 della CEI EN 50122-1.
- la recinzione di linea, che si estende per tutta la tratta del prolungamento, risulta essere compresa nella zona della linea di contatto; in accordo a quanto indicato nella norma CEI EN 50122-1 al punto 6.3.1.2, tale recinzione (di materiale conduttore):

  - sarà interrotta elettricamente in modo da realizzare spezzoni di lunghezza inferiore a 15 m (longitudinalmente rispetto al binario);

  - sosterrà o conterrà apparecchiature elettriche solo di Classe di isolamento II (per es. i corpi illuminanti di linea).

In funzione di tali provvedimenti non è previsto alcun collegamento alla terra di trazione della recinzione di linea.

- come da standard ferroviario, gli archi metallici di linea e tutte le altre strutture metalliche che saranno utilizzate come sostegni della linea di contatto, anche in gallerie eventualmente previste, saranno

collegati fra loro con un circuito di messa a terra (costituito da corde nude aeree), che ne permetterà il collegamento, tramite uno o più dispositivi a semiconduttore, alla terra di trazione.

2.2.3.4 Estensione circuito emergenza linea

Per il prolungamento oggetto del presente progetto è prevista la realizzazione del circuito per la disalimentazione di emergenza linea di contatto.

In particolare, lungo linea è prevista la posa di interruttori di disalimentaizone della linea di contatto con passo di circa 50 m, con medesime caratteristiche e funzionalità di quelli attualmente in esercizio.

Sono inoltre previsti due analoghi interruttori in banchina della stazione Rivarolo, nei pressi delle cassette idranti.

2.2.3.5 Determinazione delle DPA

Per la valutazione dell'ampiezza della fascia di rispetto (B<3μT), detta anche Distanza di Prima Approssimazione, fare riferimento all'elaborato "Relazione tecnica specialistica impianti elettrici e speciali P0_ICIE_IEL_R_001_2".

2.3 TELECOMANDO E TELECONTROLLO

2.3.1 Telecomando/telecontrollo

Il Sistema di Automazione e Telecomando/Telecontrollo esistente presso la Metropolitana di Genova concentra presso le postazioni operatore di centro tutte le funzioni relative alla supervisione degli impianti quali:

- gestione del sinottico dell'elettrificazione dedicato alla rappresentazione schematica dei dati relativi all'alimentazione in MT (15kV) ed in continua (750Vcc);

il quale va adeguato rendendo visibile il prolungamento dell'impianto di linea di contatto da Canepari a Rivarolo con l'attivazione della nuova Sottostazione di Rivarolo, ed i relativi impianti di alimentazione e protezione delle utenze MT e di Linea di contatto.

Analogamente occorre ampliare la supervisione e gestione alla cabina MT 15/15 recependo le implementazioni derivanti dai nuovi interruttori di linea.

Oltre a dover estendere tutte le funzionalità attualmente previste per la tratta in esercizio anche alla nuova tratta Canepari-Rivarolo per la gestione degli "interruttori di Emergenza Linea."

2.4 CABINA MT/BT DI STAZIONE (CDS)

Come indicato al par. 2.1.3, la cabina MT/bt della stazione di Rivarolo è alimentata in anello aperto alla tensione di 15 kV dalla SSE Rivarolo (da un lato) e dalla SSE di Brin (dall'altro lato); sullo stesso anello MT è inserita in entra-esci anche la cabina MT/bt della stazione di Canepari, secondo lo schema indicato in figura 10.

Nel seguente schema a blocchi sono indicate le utenze previste per la stazione, differenziate per tipologia [di Sistema – Civili (MEP)] e per tipo di rete (normale, emergenza rete/GE, continuità).

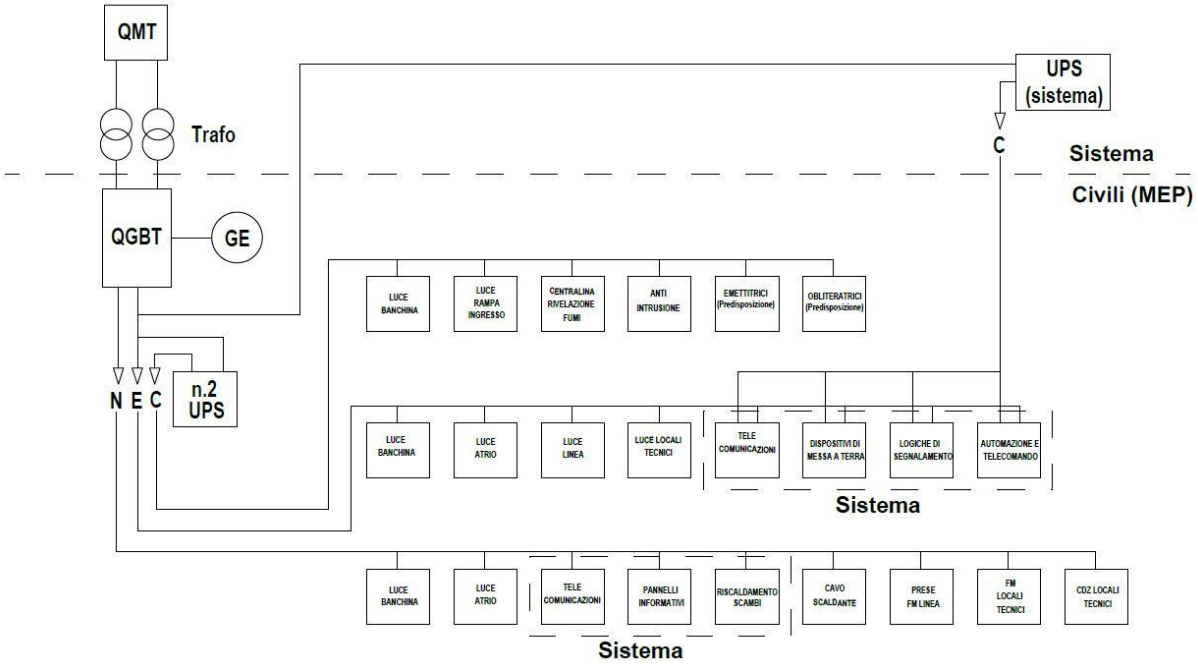


Figura 9. Stazione di Rivarolo: schema a blocchi MT/bt

2.4.1 Cabina MT/bt: apparecchiature elettromeccaniche di Sistema

Le principali apparecchiature elettromeccaniche che costituiscono la cabina MT/bt sono:

- Quadro MT, del tipo isolato in aria, costituito dai seguenti scomparti:
  - Arrivo linea (SSE Rivarolo);
  - Arrivo linea (cabina MT/bt stazione di Canepari);
  - Protezione TR1;
  - Protezione TR2;
  - Misure.
- Trasformatori MT/bt 15/0,4 kV, isolati in resina epossidica, di potenza pari a 315 kVA;
- Soccorritore per utenze di cabina;
- Quadro ausiliari cabina.

Lo schema MT è rappresentato nella seguente figura.

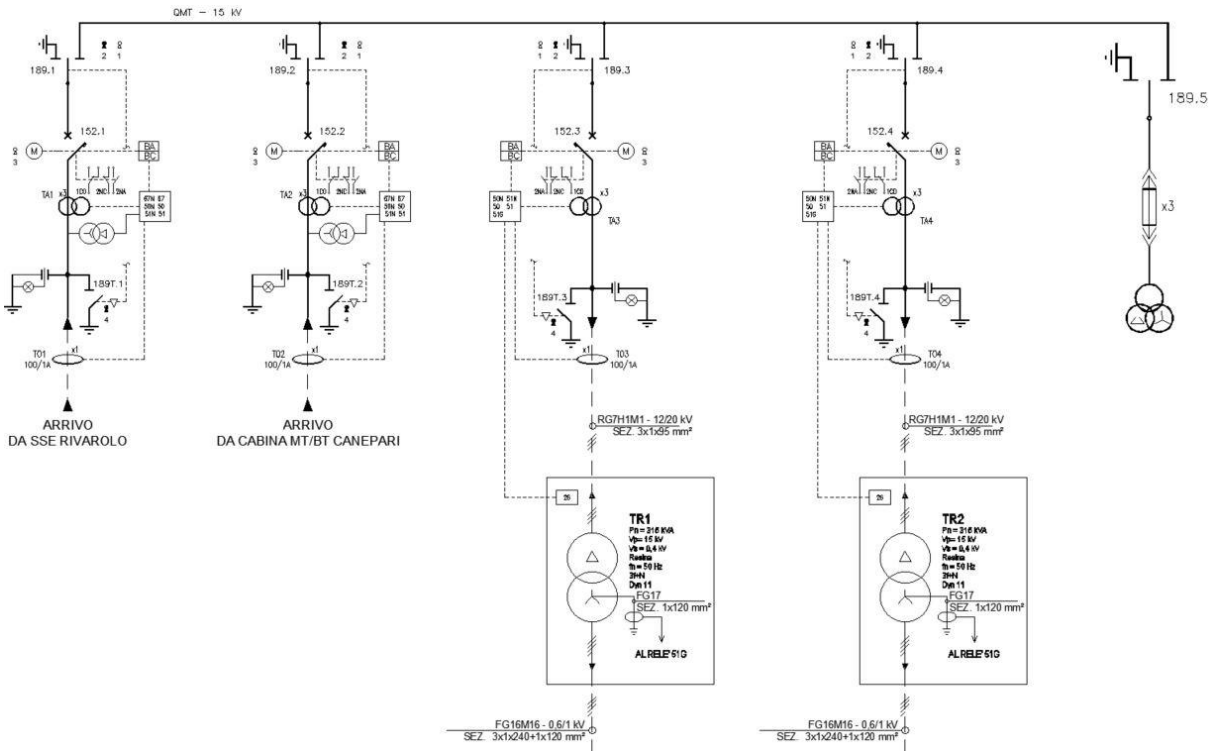


Figura 10. Stazione di Rivarolo: schema MT

Un Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione provvede all'alimentazione delle utenze relative agli impianti di Segnalamento, Automazione/Telecomando e Telecomunicazioni.

Il sistema è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Ramo c.a. n. 1 e n. 2:
  - Sezione raddrizzatore;
  - Sezione inverter;
  - Interruttore statico.
- Ramo c.a. emergenza:
  - Trasformatore di separazione;
  - Sezione stabilizzatore;
  - Interruttore statico.
- Ramo c.c. a 48 V (armadi 48 Vdc):
  - Gruppi trasformatore – raddrizzatore;
  - Quadro di parallelo.
- N. 1 batteria di accumulatori;
- Sezione rifasamento;
- Quadro gestore:
  - Organi di sezionamento e protezione;
  - Diagnostica di sistema.
- Gruppo elettrogeno:
  - Motore diesel;
  - Alternatore;

- Quadro logica GE.
- Quadro di commutazione Rete/GE.

Le caratteristiche del quadro generale di bassa tensione QGBT e del gruppo elettrogeno di emergenza, di potenza nominale pari a 250 kVA, sono descritte negli elaborati relativi agli impianti civili (MEP).

2.5 INTERFERENZE CON IMPIANTI FERROVIARI DI LINEA DI CONTATTO IN ESERCIZIO

Nell'ambito della Nuova Stazione di Rivarolo, in adiacenza dei muri di sostegno lato "levante", sono presenti, a distanza incompatibile con la costruzione dei muri stessi, una copia di portali ad un binario atti al sezionamento della linea di contatto ed i rispettivi 4 pali per il sostegno e guida del sezionamento medesimo.

Per la soluzione della interferenza, si rende necessario compatibilizzare le strutture di sostegno dei muri con le future fondazioni che per dimensione e portanza, dovranno essere inglobate nei muri stessi, richiedendo di fatto un reciproco "asservimento".

L'esecuzione delle opere portanti i sostegni e portali di RFI dovranno essere eseguite prioritariamente e nell'area prospiciente le attuali installazioni, in quanto le stesse sono vincolate alla funzionalità degli impianti di rete ferroviaria di RFI.

2.6 ALLEGATO SSE

Si riporta nel seguito specifiche quadro MT della SSE.