



Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA (D.lgs. n. 36 / 2023)



TRAZIONE ELETTRICA SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE Relazione descrittiva sistema trazione elettrica

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	P4	LV	LTE	SS0	R	002	00	A

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Adeguamento al parere del CSLPP e altri Enti e allineamento progetto	Redatto	M. Scatena	07/03/2025
		Verificato	N. Carones	07/03/2025
		Approvato	M. Castellani	07/03/2025
		Autorizzato	P. Cucino	07/03/2025
B		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		



INDICE

1.	INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO	5
2.	SCOPO	6
3.	NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
3.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI	10
4.	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	12
4.1	SSE PONTE CARREGA	13
4.2	SSE MOLASSANA	16
4.3	SSE BRIGNOLE	19
4.4	SCADA ELETTRIFICAZIONE SKYMETRO	21
4.4.1	POSTO CENTRALE	21
4.4.1.1	Telecomando e telecontrollo apparati energia e trazione elettrica	21
4.4.1.2	Visualizzazione degli impianti	22
4.4.1.3	Registrazione eventi	22
4.4.1.4	Sinottico dell'elettrificazione	22
4.4.2	POSTI PERIFERICI	22
4.4.3	SCADA ESISTENTE E SSE BRIGNOLE	23



INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Inquadramento Territoriale	5
Figura 2.	Interventi in SSE Brignole - schema di principio	20

1. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione del servizio della rete metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, con lunghezza di circa 7 Km, in doppio binario su viadotto, con 7 stazioni, andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate urbanizzate facenti parte del Comune di Genova. La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".

La linea sarà alimentata da 3 sottostazioni elettriche (SSE) con sistema 750Vcc ed equipaggiata con catenaria rigida (ad eccezione del primo tratto di connessione con la linea metropolitana esistente che sarà realizzato con catenaria flessibile).

Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento. La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro.

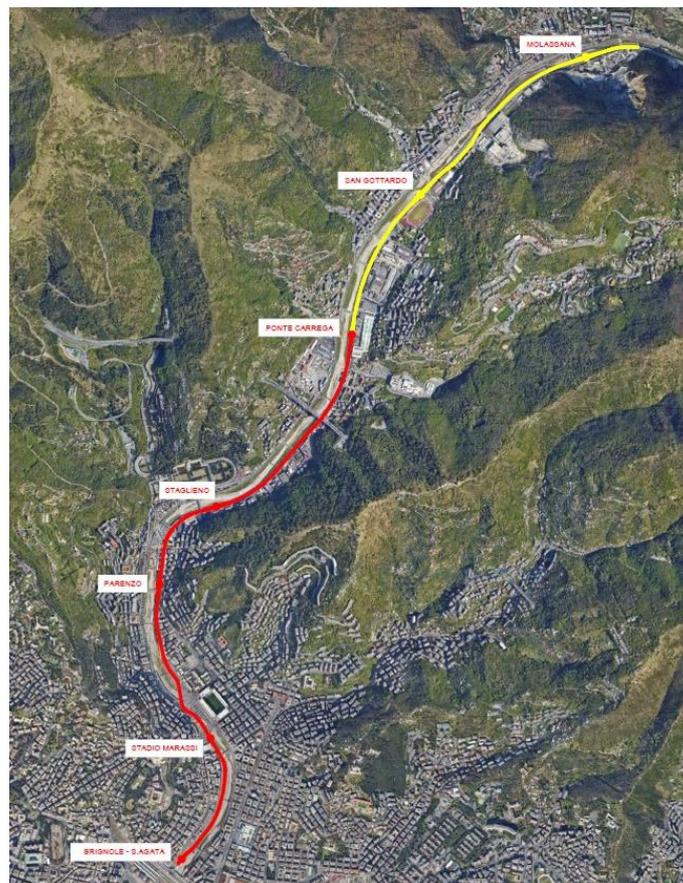


Figura 1. Inquadramento Territoriale



2. SCOPO

Scopo della presente relazione è quello di delineare i criteri progettuali generali dei nuovi impianti di trazione elettrica a servizio della nuova Linea metropolitana SkyMetro della città di Genova.

La descrizione dei singoli sottosistemi è desumibile dagli specifici elaborati di progetto, citati nella presente relazione generale, tutte le volte che vi verrà fatto esplicito riferimento.



3. NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Riferimenti Normativi

La presente relazione tecnica generale, nonché tutta la documentazione progettuale implicitamente od esplicitamente richiamata nel prosieguo, è conforme norme CEI e EU nella loro edizione più recente, delle quali di seguito si elencano le principali (elenco non esaustivo).

CEI EN 50123-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua”

CEI EN 50123-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” - Parte 2: Interruttori a corrente continua

CEI EN 50123-3 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e succ. varianti metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 3: Interruttori di manovra sezionatori e sezionatori a corrente continua per interno

CEI EN 50526-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. Impianti fissi – Scaricatori di sovratensione e limitatori di tensione in corrente continua. Parte 1: Scaricatori di sovratensione

CEI EN 50123-6 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e succ. varianti metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua

CEI EN 50123-7-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. “Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 7: Apparecchi di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 2: Trasduttori di corrente isolanti e altri apparecchi di misura di corrente

CEI EN 50123-7-3 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua” Parte 7: Apparecchiature di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 3: Trasduttori di tensione isolanti e altri apparecchi di misura e di tensione

CEI EN 50328 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. Impianti fissi – Convertitori elettronici di potenza per sottostazioni

CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

EN 50163 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;

CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a

CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni



CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico

CEI EN 50119 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica

CEI EN 50125-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Condizioni ambientali per gli equipaggiamenti Parte 2: Impianti elettrici fissi

CEI EN 50124-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 1: Requisiti base Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica

CEI EN 50124-1/A1/A2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 1: Requisiti base Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica

CEI EN 50124-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni

CEI EN 50329 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi: Trasformatori di trazione

CEI EN 50329/A1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi: Trasformatori di trazione

CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza

CEI EN 60947-1, /A1 e /A2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole Generali

CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici

CEI EN 60947-3, /A1 Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili

CEI EN 50121-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 1: Generalità

CEI EN 50121-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 2: Emissione dell'intero sistema ferroviario verso l'ambiente esterno

CEI EN 50121-5 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 5: Emissione ed immunità di apparecchi e impianti fissi di alimentazione



D.Lgs 09/04/2008 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro)

Legge 01/03/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua

CEI 50327 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi - Armonizzazione dei valori di targa per gruppi di conversione e prove sui gruppi di conversione

CEI 62271-200 Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura per corrente alternata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compresi

REGOLAMENTO (UE) 2024/573 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 7 febbraio 2024
sui gas fluorurati a effetto serra, che modifica la direttiva (UE) 2019/1937 e che abroga il regolamento (UE) n. 517/2014

Regolamento UE 2011/305

Regolamento UE N.548/2014

3.2 Riferimenti Progettuali

Di seguito si riportano i documenti di progetto ai quali si farà riferimento nella lettura del documento:

1.MGE1P4LVLTESS0R001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA
2.MGE1P4LVLTESS0R002-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	RELAZIONE DESCRITTIVA SISTEMA TRAZIONE ELETTRICA
3.MGE1P4LVLTESS0R003-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SPECIFICHE TECNICHE
4.MGE1P4L1LTESS1K001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE PONTE CARREGA - SCHEMA ELETTRICO GENERALE
5.MGE1P4L1LTESS1T001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE PONTE CARREGA - DISPOSIZIONE APPARECCHIATURE
6.MGE1P4L2LTESS2K001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE MOLASSANA - SCHEMA ELETTRICO GENERALE
7.MGE1P4L2LTESS2T001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE MOLASSANA - DISPOSIZIONE APPARECCHIATURE
8.MGE1P4L1LTESS3K001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE BRIGNOLE - SCHEMA ELETTRICO GENERALE
9.MGE1P4L1LTESS3T001-00_A	TRAZIONE ELETTRICA	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	SSE BRIGNOLE - DISPOSIZIONE APPARECCHIATURE
2.MGE1P4LVLDCOMK001-00_A	IMPIANTI ELETTRIFERROVIARI	LINEA DI CONTATTO	SCHEMA ELETTRICO



7.MGE1P4LVIELCOMK002-00_A	IMPIANTI ELETTRICI	LUCE E FORZA MOTRICE	SCHEMA UNIFILARE - DISTRIBUZIONE MT
---------------------------	--------------------	-------------------------	--





4. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Oggetto del seguente Appalto sarà la costruzione, realizzazione, installazione e collaudo degli impianti fissi di trazione elettrica a servizio della nuova linea Metropolitana SkyMetro della città di Genova.

La linea SkyMetro sarà alimentata tramite 3 SSE, in particolare:

- SSE Brignole attualmente esistente e in esercizio
- SSE Ponte Carrega di nuova realizzazione
- SSE Molassana di nuova realizzazione

L'architettura generale del sistema elettrico di trazione è presentata nei seguenti documenti di dettaglio:

- 1.MGE1P4LVLTSSOR001-00_A Trazione elettrica - Sottostazioni elettriche - Relazione di dimensionamento del sistema di trazione elettrica
- 2.MGE1P4LVLDCCOMK001-00_A Impianti elettroferroviari – Linea di contatto - Schema Elettrico

Trattandosi di tipici impianti di conversione e distribuzione dell'energia per uso di Trazione Elettrica, l'equipaggiamento delle SSE sarà composto essenzialmente:

- dal quadro di media tensione con allaccio all'ente fornitore di energia;
- dai gruppi di trasformazione e conversione, costituiti principalmente dai trasformatori di potenza e dai raddrizzatori;
- dalle apparecchiature di protezione e distribuzione a 750V cc;
- dai sezionatori di prima e seconda fila in quadro;

Sarà inoltre presente un'impiantistica accessoria e la quadristica di comando e controllo di tutte le apparecchiature ed impianti presenti in SSE descritte ai successivi punti.



4.1 SSE Ponte Carrega

L'impianto sarà connesso all'ente distributore di energia locale in media tensione con apparecchiature in quadro MT conformi alla norma CEI 0-16.

Il quadro MT sarà composto dai seguenti stalli:

- Arrivo linea
- Dispositivo generale
- Misure di sbarra
- Partenze (x3) per i Gruppi di conversione
- Partenze (x2) per i trasformatori servizi ausiliari
- Partenze (x2) per alimentazione cabine MT/bt di stazione e partenza (x1) per alimentazione di soccorso della SSE Molassana secondo architettura rete MT (vedi MGE1P2LVIELCOMK002-00_A IMPIANTI ELETTRICI LUCE E FORZA MOTRICE SCHEMA UNIFILARE - DISTRIBUZIONE MT)

Lo schema elettrico di potenza è riportato nel seguente elaborato:

- 4.MGE1P4L1LLESS1K001-00_A Trazione Elettrica - Sottostazioni Elettriche - SSE Ponte Carrega - Schema Elettrico Generale

Per la SSE in questione è previsto l'impiego di sistema di conversione costituito da:

- n.3 trasformatori trifase da 1930kVA a doppio secondario per l'alimentazione dei 3 gruppi raddrizzatori al silicio 750V c.c. da 1500kW. Il trasformatore sarà alloggiato in un locale dedicato in come riportato sugli elaborati di progetto o in alternativa in apposito box;
- n.3 celle raddrizzatori ciascuna in configurazione a ponte dodecafase, completamente attrezzata con armadi raddrizzatori da 1500kW;
- circuiti per le misure e protezioni, per gli interblocchi delle manovre e per le segnalazioni.

Per ciascun gruppo di conversione, si preveder un sezionamento bipolare tra raddrizzatore e Quadro a Corrente Continua (QCC).

Il QCC della SSE sarà composto dalle seguenti celle:

- n.3 celle ospitanti i raddrizzatori;
- n.3 celle ospitanti i sezionatori bipolari;
- n.4 celle alimentatore dotate di interruttori extrarapidi estraibili;
- n.1 cella negativi funzionale per il collegamento del circuito di ritorno in sottostazione. La cella sarà dotata anche di un dispositivo limitatore della tensione (VLD) con caratteristica d'intervento conforme alla norma EN 50122 connesso alla maglia di terra dell'impianto;

Nell'impianto sarà installato un Quadro Sezionatori (QS) così composto:

- N.4 sezionatori di prima fila, interbloccati con i rispettivi interruttori extrarapidi;
- N.2 sezionatori di seconda fila;

I collegamenti tra il quadro QS e la linea di contatto, ed i collegamenti tra la cella negativi del QCC ed il circuito di ritorno, sono riportati nei rispettivi documenti:



- 1.MGE1P4LVLTSSOR001-00_A Trazione elettrica - Sottostazioni elettriche - Relazione di dimensionamento del sistema di trazione elettrica
- 2.MGE1P4LVLDCCOMK001-00_A Impianti elettroferroviari – Linea di contatto - Schema Elettrico

Oltre agli impianti di potenza descritti, nella SSE sarà presente un'impiantistica accessoria costituita da:

- un impianto di alimentazione elettrica in b.t.;
- un sistema di apertura generale;
- un impianto di terra;
- un impianto d'illuminazione del fabbricato, costituito da corpi illuminanti da interno ed apparecchi di interruzione/comando e di presa corrente;
- impianti LFM;
- un insieme di cartelli e targhe di riferimento e monitorie, sia all'interno del fabbricato che sul perimetro dello stesso;
- un impianto di rilevazione incendi;
- un impianto anti-intrusione;
- un impianto di telefonia;

L'alimentazione elettrica per tutti gli impianti accessori sopra descritti sarà fornita da un sistema in bt all'interno del fabbricato stesso.

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà fornita attraverso n.2 stalli del quadro MT che alimenta n.2 trasformatori in resina 20000/400V - 160kVA conforme alla specifica RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A.

I trasformatori saranno alloggiati in locali dedicati in come riportato sugli elaborati di progetto o in alternativa in appositi box.

L'impianto bt sarà dotato di un'alimentazione di riserva dalla più vicina cabina mt/bt di stazione. Pertanto, il quadro generale di bassa tensione sarà munito di una logica d'interblocchi a relè per permettere il passaggio automatico da un'alimentazione ad un'altra.

Per quanto concerne i circuiti alimentati in corrente continua a 125V, è prevista la fornitura in opera di un alimentatore stabilizzato carica batterie, nonché di una batteria di accumulatori completa di tutti gli accessori. Le batterie stazionarie suddette saranno collocate in un apposito quadro ubicato accanto al dispositivo caricabatterie.

Per garantire la continuità di alimentazione dei sistemi vitali in corrente alternata è previsto un UPS.

La SSE sarà dotata di un sistema di sicurezza il cui intervento avrà quale effetto l'apertura generale, automatica ed in sequenza, di tutti gli organi di interruzione e sezionamento delle linee a 750V c.c. (e cioè degli interruttori extrarapidi e dei sezionatori a diseccitazione di 1a fila), oltre che degli interruttori di protezione del trasformatore di gruppo.

L'impiantistica accessoria sarà completata da un impianto di rilevazione incendio e controllo accessi.

Nell'intera area di SSE, la protezione delle persone dai contatti indiretti e dagli altri effetti nocivi della corrente elettrica verrà realizzata per mezzo di un apposito impianto di messa a terra. Esso sarà costituito da un dispersore orizzontale e da dispersori verticali, cui viene affidato il compito di



disperdere nel terreno le correnti di guasto che possono destarsi nell'impianto nel caso che uno o più elementi metallici delle apparecchiature e strutture di SSE, normalmente isolate dai circuiti elettrici, vengano indebitamente in contatto con conduttori e parti in tensione per effetto di anomalie e/o perdita d'isolamento. Anche per le apparecchiature interne al fabbricato verrà realizzato un impianto di protezione di terra, che integrerà quello principale esterno e che sarà essenzialmente costituito da una serie di collettori equipotenziali. Il circuito di terra del fabbricato, così realizzato, verrà poi collegato al dispersore esterno. La struttura fondale del fabbricato costituisce un "dispersore di fatto". Pertanto, per migliorare l'efficacia dell'intero sistema di protezione di terra, verranno effettuati opportuni collegamenti tra questi dispersori ed il dispersore di terra.

Il negativo di SSE, come le apparecchiature metalliche e le varie ferramenta, verrà collegato all'impianto di terra generale, non stabilmente per evitare che quest'ultimo venga interessato dalle correnti di ritorno di trazione, ma per mezzo di un dispositivo cortocircuitatore (VLD). Tale dispositivo manterrà "aperto" il contatto tra impianto di terra generale e negativo di SSE nelle condizioni di normale funzionamento; tuttavia, quando per effetto di un guasto sulle apparecchiature, verrà a stabilirsi una differenza di potenziale diretta tra impianto dispersore di terra e negativo di SSE, tale contatto verrà "chiuso" realizzando il collegamento diretto tra l'impianto di terra ed i binari in modo da migliorare le caratteristiche disperdenti dell'impianto di terra.

Nella SSE si prevede inoltre l'installazione di un quadro per la gestione del circuito di scattato (trasferimento del comando di scattato da una SSE all'altra) e del circuito di emergenza in linea (pulsanti di emergenza collocati lungo linea e in banchina che, se azionati, dovranno comportare la disalimentazione della trazione elettrica).



4.2 SSE Molassana

L'impianto sarà connesso all'ente distributore di energia locale in media tensione con apparecchiature in quadro MT conformi alla norma CEI 0-16.

Il quadro MT sarà composto dai seguenti stalli:

- Arrivo linea
- Dispositivo generale
- Misure di sbarra
- Partenze (x3) per i Gruppi di conversione
- Partenze (x2) per i trasformatori servizi ausiliari
- Partenza (x1) per alimentazione cabine MT/ bt di stazione e partenza (x1) per alimentazione di soccorso alle SSE Ponte Carrega secondo architettura rete MT (vedi 7.MGE1P4LVIELCOMK002-00_A)

Lo schema elettrico di potenza è riportato nel seguente elaborato:

- 6.MGE1P4L2LLESS2K001-00_A Trazione elettrica - Sottostazioni elettriche – SSE Molassana Schema elettrico generale

Per la SSE in questione è previsto l'impiego di sistema di conversione costituito da:

- n.3 trasformatori trifase da 1930kVA a doppio secondario per l'alimentazione dei 3 gruppi raddrizzatori al silicio 750V c.c. da 1500kW. Il trasformatore sarà alloggiato in un locale dedicato in come riportato sugli elaborati di progetto o in alternativa in apposito box;
- n.3 celle raddrizzatori ciascuna in configurazione a ponte dodecafase, completamente attrezzata con armadi raddrizzatori da 1500kW;
- circuiti per le misure e protezioni, per gli interblocchi delle manovre e per le segnalazioni.

Per ciascun gruppo di conversione, si preveder un sezionamento bipolare tra raddrizzatore e Quadro a Corrente Continua (QCC).

Il QCC della SSE sarà composto dalle seguenti celle:

- n.3 celle ospitanti i raddrizzatori;
- n.3 celle ospitanti i sezionatori bipolari;
- n.5 celle alimentatore dotate di interruttori extrarapidi estraibili [n.4 celle per alimentazione 'piena linea', n.1 cella per alimentazione area tronchini di ricovero];
- n.1 cella negativi funzionale per il collegamento del circuito di ritorno in sottostazione. La cella sarà dotata anche di un dispositivo limitatore della tensione (VLD) con caratteristica d'intervento conforme alla norma EN 50122 connesso alla maglia di terra dell'impianto;

Nell'impianto sarà installato un Quadro Sezinatori (QS) così composto:

- N.5 sezinatori di prima fila, interbloccati con i rispettivi interruttori extrarapidi [2 per alimentazione 'piena linea', 1 per alimentazione area tronchini di ricovero]
- N.3 sezinatori di seconda fila;

I collegamenti tra il quadro QS e la linea di contatto, ed i collegamenti tra la cella negativi del QCC ed il circuito di ritorno, sono riportati nei rispettivi documenti:



- 1.MGE1P4LVLTSSOR001-00_A Trazione elettrica - Sottostazioni elettriche - Relazione di dimensionamento del sistema di trazione elettrica
- 2.MGE1P4LVLDCCOMK001-00_A Impianti elettroferroviari – Linea di contatto - Schema Elettrico

Oltre agli impianti di potenza descritti, nella SSE sarà presente un'impiantistica accessoria costituita da:

- un impianto di alimentazione elettrica in b.t.;
- un sistema di apertura generale;
- un impianto di terra;
- un impianto d'illuminazione del fabbricato, costituito da corpi illuminanti da interno ed apparecchi di interruzione/comando e di presa corrente;
- impianti LFM;
- un insieme di cartelli e targhe di riferimento e monitorie, sia all'interno del fabbricato che sul perimetro dello stesso;
- un impianto di rilevazione incendi;
- un impianto anti-intrusione;
- un impianto di telefonia;

L'alimentazione elettrica per tutti gli impianti accessori sopra descritti sarà fornita da un sistema in bt all'interno del fabbricato stesso.

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà fornita attraverso n.2 stalli del quadro MT che alimenta n.2 trasformatori in resina 20000/400V - 160kVA conforme alla specifica RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A.

I trasformatori saranno alloggiati in locali dedicati in come riportato sugli elaborati di progetto o in alternativa in apposito box.

L'impianto bt sarà dotato di un'alimentazione di riserva dalla più vicina cabina di stazione. Pertanto, il quadro generale di bassa tensione sarà munito di una logica d'interblocchi a relè per permettere il passaggio automatico da un'alimentazione ad un'altra.

Per quanto concerne i circuiti alimentati in corrente continua a 125V, è prevista la fornitura in opera di un alimentatore stabilizzato carica batterie, nonché di una batteria di accumulatori completa di tutti gli accessori. Le batterie stazionarie suddette saranno collocate in un apposito quadro ubicato accanto al dispositivo caricabatterie.

Per garantire la continuità di alimentazione dei sistemi vitali in corrente alternata, è previsto un UPS.

L'impiantistica accessoria sarà completata da un impianto di rilevazione incendio e controllo accessi.

Nell'intera area di SSE, la protezione delle persone dai contatti indiretti e dagli altri effetti nocivi della corrente elettrica verrà realizzata per mezzo di un apposito impianto di messa a terra. Esso sarà costituito da un dispersore orizzontale e da dispersori verticali, cui viene affidato il compito di disperdere nel terreno le correnti di guasto che possono destarsi nell'impianto nel caso che uno o più elementi metallici delle apparecchiature e strutture di SSE, normalmente isolate dai circuiti elettrici, vengano indebitamente in contatto con conduttori e parti in tensione per effetto di anomalie e/o perdita d'isolamento. Anche per le apparecchiature interne al fabbricato verrà realizzato un impianto di protezione di terra, che integrerà quello principale esterno e che sarà essenzialmente costituito da



una serie di collettori equipotenziali. Il circuito di terra del fabbricato, così realizzato, verrà poi collegato al dispersore esterno. La struttura fondale del fabbricato costituisce un “dispersori di fatto”. Pertanto, per migliorare l’efficacia dell’intero sistema di protezione di terra, verranno effettuati opportuni collegamenti tra questi dispersori ed il dispersore di terra.

Il negativo di SSE, come le apparecchiature metalliche e le varie ferramenta, verrà collegato all’impianto di terra generale, non stabilmente per evitare che quest’ultimo venga interessato dalle correnti di ritorno di trazione, ma per mezzo di un dispositivo cortocircuitatore. Tale dispositivo manterrà “aperto” il contatto tra impianto di terra generale e negativo di SSE nelle condizioni di normale funzionamento; tuttavia, quando per effetto di un guasto sulle apparecchiature, verrà a stabilirsi una differenza di potenziale diretta tra impianto dispersore di terra e negativo di SSE, tale contatto verrà “chiuso” realizzando il collegamento diretto tra l’impianto di terra ed i binari in modo da migliorare le caratteristiche disperdenti dell’impianto di terra.

Nella SSE si prevede inoltre l’installazione di un quadro per la gestione del circuito di scattato (trasferimento del comando di scattato da una SSE all’altra) del circuito di emergenza in linea (pulsanti di emergenza collocati lungo linea e in banchina che, se azionati, dovranno comportare la disalimentazione della trazione elettrica).



4.3 SSE Brignole

Considerando che la SSE Brignole è attualmente in esercizio, che alimenta la tratta esistente e che alimenterà le future estensioni verso Canepari e Martinez, è necessaria una valutazione integrata per verificare che i gruppi trasformatori/raddrizzatori esistenti siano in grado di sostenere il carico totale richiesto da tratta esistente, estensioni Canepari e Martinez, SkyMetro; che contempli l'intera linea nella finale configurazione (da Canepari a Martinez, con la 'derivazione' SkyMetro) e nel definitivo scenario di esercizio. Come verificato attraverso lo studio di dimensionamento di trazione elettrica (1.MGE1P4LVLTESSOR001-00_A, si prevede di utilizzare i gruppi di trazione esistenti nella SSE Brignole.

Mantenendo i gruppi di trazione esistenti, si prevedono una serie interventi necessari a permettere l'alimentazione della linea SkyMetro dalla SSE Brignole, pensati inoltre al fine di ottenere una separazione fisica/funzionale delle apparecchiature relative alla linea esistente e alla linea SkyMetro. Inoltre, va considerata la necessità di realizzare un nuovo SCADA Elettrificazione dedicato alla linea SkyMetro.

Nello specifico, in SSE Brignole si prevedono i seguenti interventi:

- inserimento di una nuova cella sezionatore bipolare sul quadro 750Vcc esistente, per l'alimentazione del nuovo quadro 750Vcc da prevedere per l'alimentazione della tratta SkyMetro;
- inserimento del nuovo quadro 750Vcc suddetto, che sarà composto da una cella sezionatore bipolare, due celle alimentatore extrarapido, una cella negativi;
- introduzione di due nuovi sezionatori di 1a fila associati ai suddetti interruttori extrarapidi;
- inserimento di un nuovo quadro SCADA per la gestione delle nuove apparecchiature dedicate a SkyMetro, da interfacciare col nuovo sistema SCADA Elettrificazione di Posto Centrale dedicato alla linea SkyMetro;
- inserimento di un quadro BT alimentato dal quadro BT esistente, per l'alimentazione BT degli ausiliari delle nuove apparecchiature dedicate a SkyMetro e per la gestione dei circuiti di scattato e di emergenza in linea di SkyMetro;
- inserimento di una cella interruttore MT sul quadro MT esistente per l'alimentazione del nuovo quadro MT dedicato a SkyMetro;
- inserimento del nuovo quadro MT suddetto per l'alimentazione dell'anello MT di SkyMetro, composto da una cella di arrivo linea e una cella interruttore. La linea MT derivata da questa cella si atterrerà al quadro MT della prima stazione dell'anello (vedi MGE1P2LVIELCOMK002-00_A IMPIANTI ELETTRICI LUCE E FORZA MOTRICE SCHEMA UNIFILARE - DISTRIBUZIONE MT);

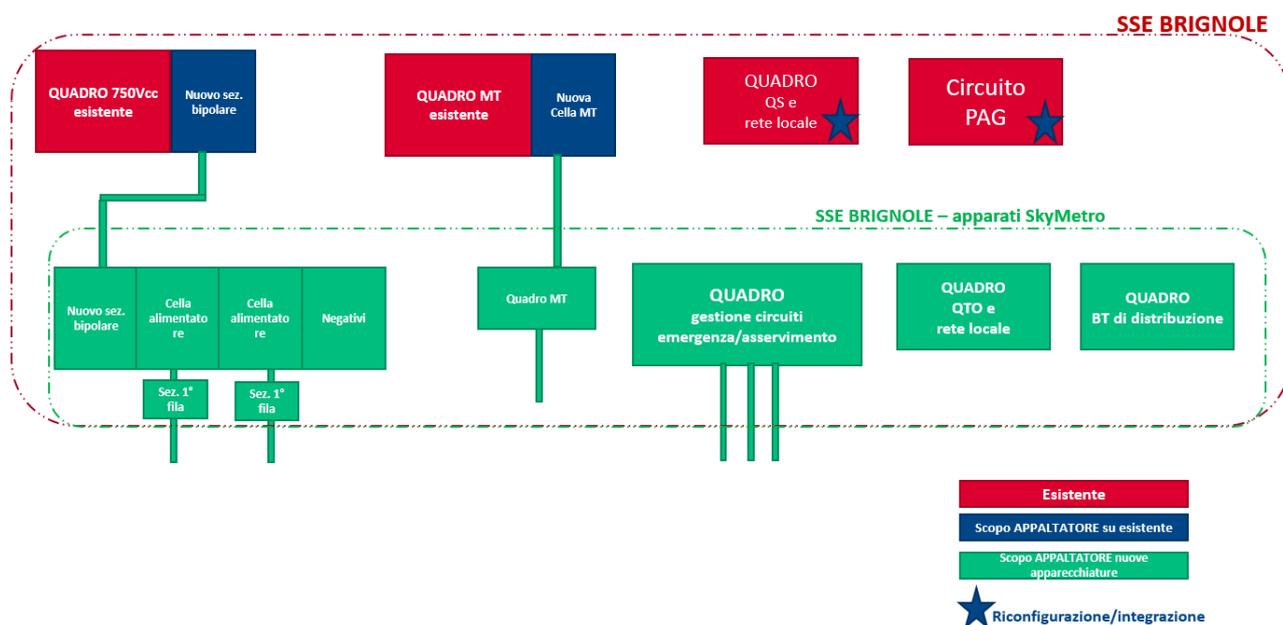


Figura 2. Interventi in SSE Brignole - schema di principio

Saranno inoltre da prevedere sull'esistente:

1. riconfigurazione del sistema SCADA locale per le nuove apparecchiature che resteranno sotto la giurisdizione dello SCADA esistente (riportate in blu in figura);
2. modifiche hardware al quadro SCADA e alla rete di comunicazione per integrare nel sistema le nuove apparecchiature che resteranno sotto la giurisdizione dello SCADA esistente (riportate in blu in figura);
3. modifiche al circuito di scattato e di emergenza in linea per interfacciamento con il circuito di scattato e di emergenza in linea di SkyMetro;
4. modifiche al circuito di apertura generale per integrare nel circuito le nuove apparecchiature introdotte per l'alimentazione di SkyMetro;

4.4 SCADA Elettrificazione SkyMetro

Sarà previsto un nuovo sistema SCADA di Elettrificazione dedicato alla linea SkyMetro

Il sistema SCADA Elettrificazione è un sistema di supervisione, comando e controllo del sistema di energia e trazione elettrica della linea SkyMetro, ed è costituito da:

- Posto Centrale di Brin dove sono ubicate le apparecchiature (server e workstations) che consentono il telecomando e telecontrollo;
- Posti Periferici composti dalle apparecchiature che si interfacciano con gli apparati di energia e trazione elettrica, installati nelle seguenti località:
 - SSE Brignole
 - SSE Ponte Carrega
 - SSE Molassana
 - cabine di stazione

Le funzioni del sistema SCADA Elettrificazione si possono suddividere sulla base delle aree in cui sono installati gli apparati: funzioni del Posto Centrale e funzioni del posto periferico.

4.4.1 Posto Centrale

Le nuove apparecchiature del sistema SCADA Elettrificazione (server e workstations) andranno installate presso il Posto Centrale di Brin: l'Appaltatore ha l'onere di prevedere gli interventi al Posto Centrale tenendo in considerazione lo stato attuale degli spazi e gli eventuali sviluppi di layout già previsti in altri contratti, attraverso un allineamento con la Committenza e l'esercente. Inoltre gli interventi andranno previsti in coordinamento con gli altri sottosistemi previsti nel presente contratto, al fine di un'ottimizzazione generale degli interventi.

L'insieme delle funzioni di Posto Centrale del sistema SCADA Elettrificazioni comprende:

- telecomando e telecontrollo apparati energia e trazione elettrica
- visualizzazione degli impianti
- registrazione eventi

4.4.1.1 Telecomando e telecontrollo apparati energia e trazione elettrica

La funzione telecomando/telecontrollo è caratterizzata da due attività:

- attuazione dei comandi degli enti di cabina e SSE
- acquisizione dei controlli dagli enti di cabina e SSE

La tipologia dei telecomandi relativi alla SSE e cabina di stazione è la seguente:

- apertura/chiusura interruttori MT
- apertura/chiusura interruttori extrarapidi
- apertura/chiusura sezionatori LdC
- apertura/chiusura cortocircuitatori
- reset test di linea
- reset emergenza in linea
- reset periferico allarmi

La tipologia di telecontrolli relativi a SSE e cabine di stazione è la seguente:



- stato degli interruttori MT
- stato degli extrarapidi
- stato degli interruttori BT
- stato dei sezionatori
- stato dei sezionatori di linea
- misure
- allarmi

4.4.1.2 Visualizzazione degli impianti

La funzione consente la visualizzazione dei quadri a colori per la presentazione dello stato delle SSE e delle cabine di stazione. Sui quadri a colori sono rappresentati tutti i controlli precedentemente elencati, in forma grafica o alfanumerica.

4.4.1.3 Registrazione eventi

La registrazione eventi svolge le seguenti attività:

- acquisizione delle informazioni relative agli eventi degli impianti di elettrificazione;
- elaborazione, presentazione e aggiornamento del database;
- archiviazione su supporto ottico degli eventi
- stampa degli eventi

Le tipologie di eventi relative alla gestione degli impianti rese disponibili per archiviazione e stampa sono:

- insorgenza e rientro degli allarmi
- interventi manuali effettuati dall'operatore
- variazione di stato

4.4.1.4 Sinottico dell'elettrificazione

Lo scopo della funzione è rappresentare schematicamente lo stato degli impianti di elettrificazione. Essa consente la visualizzazione dei dati relativi all'alimentazione in media tensione 15kV e in continua 750Vcc. Gli enti rappresentati sono:

- stato apertura/chiusura degli interruttori MT
- stato apertura/chiusura degli interruttori extrarapidi
- presenza o assenza della tensione sulla linea di contatto

4.4.2 Posti Periferici

Per ogni SSE si prevede la fornitura e posa in opera dei componenti hardware e software necessari per la realizzazione di un sistema di comando e controllo locale e remoto. In ciascuna SSE (Brignole, Ponte Carrega, Molassana) sarà previsto un Quadro SCADA che funge da centralizzatore ed elaboratore dei dati (stati, allarmi, misure, ecc.) provenienti dalle varie apparecchiature di SSE, dotate di apposite unità periferiche di protezione, comando e controllo. Tramite un'apposita rete di comunicazione si provvederà ad assicurare l'interconnessione tra il Quadro SCADA e le unità periferiche: le apparecchiature di SSE saranno dotate a bordo quadro di uno switch di rete per l'interconnessione a



un anello in fibra ottica, che interconetterà le apparecchiature di SSE con il Quadro SCADA. Il quadro SCADA rappresenta l'interfaccia con il Posto Centrale per il telecomando e telecontrollo, con il quale comunica tramite la rete TLC multiservizi.

4.4.3 SCADA esistente e SSE Brignole

Come descritto al capitolo precedente, si prevedono degli interventi presso la SSE Brignole esistente e in esercizio, che è attualmente gestita dallo SCADA esistente.

Nello specifico, in SSE Brignole si prevede di installare delle apparecchiature che saranno sottoposte alla giurisdizione del nuovo SCADA Elettrificazione SkyMetro e alcune apparecchiature che invece saranno sottoposte alla giurisdizione dello SCADA esistente.

In riferimento a quest'ultime, sarà necessario prevedere tutti gli interventi hardware e software sia in periferia che in Posto Centrale, al fine di inglobare le nuove apparecchiature alla giurisdizione dello SCADA esistente (locale e di Posto Centrale). L'intervento andrà previsto e realizzato tenendo in considerazione le caratteristiche hardware e software del sistema e delle apparecchiature esistenti, in termini di interfaccia fisica, compatibilità di comunicazione e quanto altro applicabile al fine di un integrazione completa.