

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE  
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**DIREZIONE TECNICA - U.O. CENTRO DI PRODUZIONE MILANO  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y**

SSE e Cabina TE  
Relazione Tecnica Generale

SCALA :

:—
----

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

MDL1 12 D 26 RO SE0000 001 B

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione Esecutiva	M.Gennari	11.2010	M.Reggiani	11.2010	S. Borelli		
B	Rec. oss. RV interm. M-01	M.Gennari	04.2011	M.Reggiani	04.2011	S. Borelli		

File: mdl112drose0000001b.docx

n. Elab.: \_

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3.2	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	7
3.3	RIFERIMENTI AD ELABORATI DI PROGETTO .....	7
4	PROGETTO TECNOLOGIA SSE .....	8
4.1	STATO ATTUALE .....	8
4.2	STATO FUTURO .....	10
4.3	PROGETTO IMPIANTI S.S.E. ....	11
4.3.1	<i>Cabina TE raccordo Y</i> .....	11
4.3.2	<i>Sottostazione di Legnano</i> .....	24
4.3.3	<i>Sottostazione di RHO</i> .....	30
5	CONCLUSIONI .....	32

## Premessa

La necessità di rispondere alle esigenze di mobilità tra Milano e le città di Domodossola, Varese, Luino, in concomitanza a quelle generate da un'area fortemente urbanizzata quale è quella tra Gallarate, Busto Arsizio, Legnano e Rho, nonché la volontà/esigenza di collegare Milano Centrale e Rho Fiera Milano con l'aeroporto di Malpensa, hanno fatto rilevare un bisogno di aumento di capacità ferroviaria sulla linea del Sempione.

In tale contesto si inseriscono le opere a progetto che riguardano il potenziamento infrastrutturale della tratta Rho-Gallarate della linea Rho-Arona ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa.

Il potenziamento della tratta suddetta permette di ottenere un incremento della capacità disponibile tale da soddisfare le esigenze di mobilità presenti e previste, offrendo un livello di servizio quantitativamente e qualitativamente adeguato, lasciando ancora margini di capacità disponibile.

La situazione infrastrutturale in assetto definitivo prevede il quadruplicamento dall'impianto di Rho fino a quello di Parabiago, il triplicamento da questa ultima stazione fino a quella di Gallarate ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa attraverso il raccordo, denominato "Y", con la linea FNM Novara-Saronno.

Oggetto del presente progetto è il quadruplicamento dall'impianto di Rho fino a quello di Parabiago secondo un lay-out rispondente all'obiettivo di individuare una prima Fase Funzionale dell'intervento che consenta la realizzazione del servizio di attestamento della linea Passante a Parabiago ed il collegamento dell'aeroporto di Malpensa con il polo fieristico di Rho (quattro binari tra Rho e Parabiago con il mantenimento degli attuali binari tra Parabiago e Gallarate e il collegamento su questi ultimi del raccordo Y). In sintesi, la prima fase funzionale per l'intervento in oggetto vede la realizzazione del Progetto Definitivo (PD) del Potenziamento della linea Rho-Arona, relativamente all'area interessata dall'*Appalto Realizzativo 2 (AR2)* che abbraccia la zona compresa tra la curva di uscita della linea Rho-Arona della stazione di Rho lato Gallarate e la radice lato Gallarate della stazione di Parabiago, nonché la zona della stazione di Legnano ed un intervento nei pressi della stazione di Busto Arsizio per la realizzazione del "raccordo Y"; la progettazione recepisce le osservazioni della Conferenza dei Servizi conclusasi in data 13/05/2010.

Coerentemente con gli interventi alla sede ferroviaria e alle opere d'arte, è necessario prevedere l'adeguamento degli impianti tecnologici esistenti.

## 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo della presente relazione è la descrizione degli adeguamenti tecnologici relativi alle alimentazioni della linea di contatto.

Per i criteri progettuali verrà fatto ampio riferimento alle recenti specifiche RFI e, per quanto applicabili, agli standard costruttivi Italferr.

Sinteticamente, gli interventi relativi al sistema Sottostazioni Elettriche consistono in:

- Verrà costruita una nuova SSE a Legnano. Tale SSE avrà un piazzale AT e sarà ubicata in un'area dismessa confinante con una sottostazione ENEL. Gli alimentatori a 3kV a servizio della linea ferroviaria saranno realizzati in cavidotto per una lunghezza di circa 400m.
- Per esigenze di uniformità di tensione e per gestire il binario di raccordo tra FNM e RFI sarà necessaria la realizzazione della cabina TE raccordo Y. Essa sarà costituita da due cabine indipendenti una di competenza RFI ed una di competenza delle FNM. Esse condivideranno muratura, piazzale e cancelli di ingresso tuttavia per ogni altro aspetto saranno totalmente indipendenti;
- In corrispondenza della sottostazione di Rho, con l'inserimento dei nuovi binari si renderanno necessari due nuovi alimentatori. Per tale motivo è previsto un ampliamento del fabbricato di SSE nel quale verranno alloggiati le due nuove celle extrarapidi che verranno integrate con le esistenti. Verranno inoltre installati due nuovi pali sul piazzale per il sostegno dei due sezionatori di prima fila tradizionali. I nuovi enti verranno integrati nel quadro sinottico e nel telecomando esistente.

In generale inoltre all'interno delle sottostazioni si ripercuoteranno anche, a livello di comando, controllo e telegestione, le variazioni dell'assetto dei sezionatori in campo dei relativi impianti serviti.

Tali variazioni saranno necessari affinché il sistema di alimentazione 3 kVcc, si inserisca in un contesto d'insieme dell'intera tratta e di quelle adiacenti, tenendo in considerazione sia gli impianti di alimentazione in esercizio, sia quelli eventualmente previsti a carico di altri interventi, individuando le soluzioni più opportune per garantire una complessiva ripartizione ottimizzata dei carichi ed una efficace protezione sulle linee.

Il grado del dettaglio attribuito agli elaborati nella presente fase progettuale è quello "definitivo", e pertanto alcuni elementi, dati e valori esposti negli elaborati medesimi sono da considerare esclusivamente come riferimento per i successivi sviluppi progettuali.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

Normativa di riferimento Per la esecuzione del presente progetto sono state rispettate le prescrizioni del "Capitolato tecnico lavori elettromeccanici SSE" e del "Capitolato tecnico opere edili per SSE" di Italferr, nonché le NT, Istruzioni e Circolari RFI citate nei medesimi documenti e le ulteriori normative qui di seguito elencate, nella loro edizione più recente:

- NT TE118 - Norme Tecniche per la costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione in corrente continua a 3kV;
- Norma CEI EN50119 (9-2) - Linee di Trazione Elettrica;
- Norma CEI EN50122-1 (9-6) – Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;
- Norma CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV c.a.;
- Norma CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI EN50152-2 (CEI 9-43) – Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Prescrizioni particolari per apparecchiature a c.a. / Parte 2: Sezionatori, sezionatori di terra e interruttori per corrente monofase con tensione superiore a 1kV;
- Norma CEI EN60298 (CEI 17-6) – Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV;
- Norma CEI EN60529 (CEI 70-1) – Gradi di protezione degli involucri ;
- Norma CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c.;
- Istruzione FS C3/70 - Istruzione per il circuito di ritorno TE e per i circuiti di terra sulle linee elettrificate a 3 kV;
- Istruzione Tecnica RFI / TE160 Arg.002 Ed. 4/1999 – Progettazione ed esecuzione di linee in cavo MT e AT;
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO”.13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005”
- Legge n.37 del 22.01.2008 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005”;

Salvo piccoli aggiustamenti necessari per compatibilizzare le norme generali all’impianto specifico in progetto, tutte le apparecchiature e i sistemi, salvo quanto esplicitamente menzionato negli elaborati progettuali, dovranno essere conformi alle seguenti Disposizioni:

- TE181: Scaricatori a spinterometro e condensatore per protezione impianti a 3 kVcc nominali
- TE 12: Sezionatori bipolari ed esapolari autostringenti, corrente nominale 3000 A per SSE a cc
- TE 100 Sezionatori a corna unipolari per corrente continua 3400 V 1800 A, da montarsi all’aperto.
- TE 110 Argani a motore per la manovra dei sezionatori aerei a corna 3 kVcc

- TE 652 Cavi elettrici per posa fissa per luce e forza motrice e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi.
- TE 608 Contattori Unipolari in aria per la prova di isolamento delle linee di contatto per la trazione elettrica 3 kVcc.
- IE/1/95-642: Istruzione tecnica per l'attivazione delle sottostazioni elettriche di conversione ed impianti assimilabili
- TE 155 Relè di minima-massima tensione 3 kVcc
- TE 158 Relè di massima corrente a soglia regolabile ad inserzione diretta
- IE 1/97 – 605 Circolare per la motorizzazione e telecomando dei sezionatori sottocarico 3kVcc
- RFI.TC.TE.ST.SSE.DOTE 1: Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione elettrica a 3 kV cc
- RFI.TC.TE. SSE 065: Apparato di manovra motorizzata per sezionatori bipolari ed esapolari a 3 kVcc
- RFI.TC.TE. SSE 075 Interruttore extrarapido per SSE 3 kVcc
- RFI.TC.TE. SSE 120: Stazione di continuità a 24 Vcc, 132 Vcc e 220Vca
- RFI.TC.TE. SSE 155: Complesso per l'alimentazione per relè di min-max tensione a 3 kVcc
- RFI DMA\_IM\_LA STC SSE 400 Ed\_2009 Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte I e II: Generalità e caratteristiche costruttive generali
- RFI DMA\_IM\_LA STC SSE 401 Ed\_2009 Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte III: Unità funzionale alimentatore
- RFI DMA IM LA SP IFS 402 A Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte IV: Unità funzionale Misure e Negativi
- RFI DMA IM LA SP IFS 370 A SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA dispositivo di collegamento del negativo 3kV Vcc all'impianto di terra di SSE e Cabina TE
- RFI DMAIMLA LG IFS 500 Sistema di Governo per Impianti di trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica
- RFI\_DMA\_IM\_LA\_SSE 360 Ed\_2005 Unità periferiche di protezione e automazione – Specifica Generale
- RFI DMA IM LA SP IFS 330 A Alimentatore stabilizzato caricabatteria per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua di SSE e cabine TE
- RFI DMA IM LA SP IFS 361 A Unità periferica di Protezione ed automazione dispositivo di asservimento tipo ASDE 3

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

## 2.2 Documenti Referenziati

- Rif. [1] ITAFERR, documenti n° MDL112D26DXLC0000001A, “Schema di alimentazione TE - Quadruplicamento Rho-Parabiago e Raccordo Y”
- Rif. [2] RFI, documento n° 5695-SH/3, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Vanzago/Pogliano”.
- Rif. [3] RFI, documento n° 5695-SH/4, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Parabiago”.
- Rif. [4] RFI, documento n° 5695-SH/5, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Legnano”.

## 2.3 Riferimenti ad elaborati di progetto

Cabina TE Raccordo Y - Planimetria disposizione apparecchiature piazzale	MDL112D26PASE0100001A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria canalizzazioni e pozzetti piazzale	MDL112D26PASE0100002A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria rete di terra piazzale	MDL112D26PASE0100003A
Cabina TE Raccordo Y - Schema elettrico unifilare di potenza	MDL112D26DXSE0100001A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria ubicazione impianto	MDL112D26P7SE0100001A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria disposizione apparecchiature fabbricato	MDL112D26PBSE0100002A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria canalizzazioni fabbricato	MDL112D26PBSE0100003A
Cabina TE Raccordo Y - Planimetria rete di terra fabbricato	MDL112D26PBSE0100004A
Cabina TE Raccordo Y - Schema a blocchi sistema di governo	MDL112D26DXSE0100002A
Cabina TE Raccordo Y - Impianto Antintrusione e Antincendio	MDL112D26PBSE0100005A
SSE LEGNANO - Planimetria disposizione apparecchiature piazzale	MDL112D26PASE0200001A
SSE LEGNANO - Planimetria canalizzazioni e pozzetti piazzale	MDL112D26PASE0200002A
SSE LEGNANO - Planimetria rete di terra piazzale	MDL112D26PASE0200003A
SSE LEGNANO - Schema elettrico unifilare di potenza	MDL112D26DXSE0200001A
SSE LEGNANO - Planimetria ubicazione impianto e cavidotto alimentatori	MDL112D26P7SE0200001A
SSE LEGNANO - Planimetria disposizione apparecchiature fabbricato	MDL112D26PBSE0200002A
SSE LEGNANO - Planimetria canalizzazioni fabbricato	MDL112D26PBSE0200003A
SSE LEGNANO - Planimetria rete di terra fabbricato	MDL112D26PBSE0200004A
SSE LEGNANO - Schema a blocchi sistema di governo	MDL112D26DXSE0200002A
SSE LEGNANO - Impianto Antintrusione e Antincendio	MDL112D26PBSE0200005A
SSE RHO - Planimetria disposizione nuove apparecchiature	MDL112D26PASE0300001A
SSE RHO - Planimetria nuove canalizzazioni e pozzetti	MDL112D26PASE0300002A
SSE RHO - Planimetria rete di terra fabbricato e piazzale nuove opere	MDL112D26PASE0300003A
SSE RHO - Schema elettrico unifilare di potenza nuove apparecchiature	MDL112D26DXSE0300001A

### 3 PROGETTO TECNOLOGIA SSE

Nei seguenti paragrafi viene fornita una breve descrizione dello stato attuale degli impianti, delle ipotesi progettuali seguite per l'elettrificazione e conseguentemente per l'alimentazione, dei binari in relazione al nuovo assetto d'armamento.

#### 3.1 Stato attuale

Dal punto di vista territoriale, l'infrastruttura ferroviaria oggetto del quadruplicamento Rho-Parabiago coinvolge i comuni di Pregnana Milanese, Vanzago, Pogliano Milanese, Nerviano, Parabiago e Canegrate.

Per la realizzazione del "raccordo Y", sarà interessato inoltre il territorio del comune di Busto Arsizio, mentre la trasformazione della stazione di Legnano in fermata prevede degli interventi all'interno dell'attuale sede ferroviaria.

L'area si presenta intensamente urbanizzata, imponendo scelte progettuali volte a limitare il più possibile le interferenze con le abitazioni esistenti. Inoltre, è tagliata da infrastrutture trasportistiche ed elementi naturali. Di seguito si riportano i principali:

- Rete ferroviaria:
  - Linea ferroviaria F.S. "Rho-Arona" in direzione Sud-Est/Nord-Ovest;
- Società raccodate:
  - Linea ferroviaria F.N.M. in direzione Nord-Est/Sud-Ovest ;
- Rete viabilistica:
  - via dei Rovedi;
  - viale Europa unita;
  - S.P. n° 229;
  - via G. D'Annunzio;
- Reticolo idraulico:
  - Canale secondario del Villoresi che si sviluppa parallelamente alla ferrovia F.S. nel tratto di quadruplicamento lato Sud dal km 0+400 circa al km 6+900 circa linea Rho-Arona in progetto;
  - Canale Villoresi, in prossimità della stazione di Parabiago lato Milano al km 7+490 circa della linea Rho-Arona in progetto.

Nella figura successiva è riportato uno stralcio dello schematico di alimentazione esistente relativo alla tratta da Rho fino a Busto Arsizio.



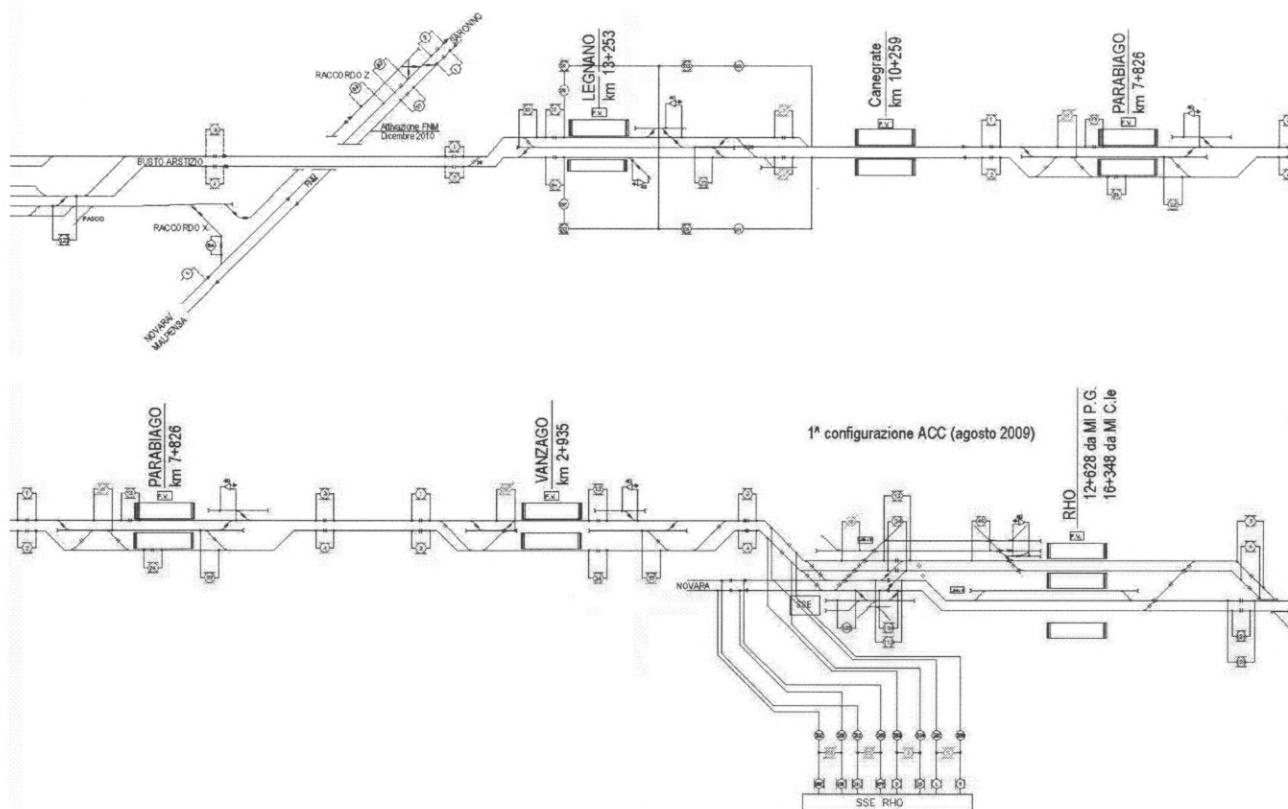


Figura 1. Stralcio schema di alimentazione esistente

Dal punto di vista dell'assetto delle alimentazioni, come rappresentato in figura 1 l'intervento in progetto, risulta alimentato da più SSE di conversione inserite nelle reti di distribuzione Enel ed FS ed in particolare:

- SSE di Firenze: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Enel in conformazione entra/esci con derivazione verso FS;
- SSE di Rho: gruppi raddrizzatori di riferimento (2+1) x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV FS, reparto AT con schema entra/esci.
- SSE di Gallarate: gruppi raddrizzatori di riferimento (2+1) x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Terna, reparto AT con schema entra/esci.

Per l'inquadramento complessivo del sistema di alimentazione sulla tratta Rho-Gallarate, è da tenere in considerazione il fatto che l'attuale posto amperometrico, presente a Legnano, sarà sostituito dalla cabina TE di Legnano prevista nell'ambito di realizzazioni a cura di RFI. Tale cabina è ubicata al km 12+810 circa dall'origine della linea Rho-Arona e rimarrà in esercizio fino all'entrata in servizio della nuova sottostazione di Legnano.

### 3.2 Stato futuro

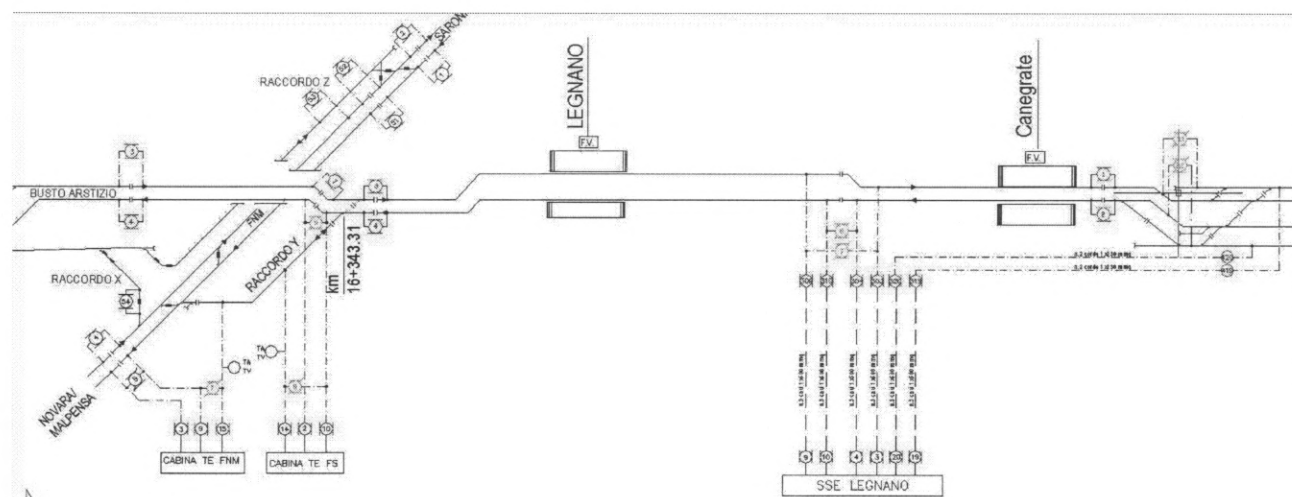
Al termine del presente intervento il nuovo assetto delle alimentazioni viene riportato di seguito in figura 2.

Come si può vedere dal punto di vista dell'armamento le opere a progetto consistono, sinteticamente, nel potenziamento infrastrutturale della linea Rho-Gallarate attraverso il quadruplicamento da Rho fino a Parabiago ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa attraverso il raccordo, denominato "Y", con la linea FNM Novara-Saronno.

Il raccordo Y, insieme ad altri due raccordi in corso di realizzazione (raccordi X e Z) a cura di RFI e FNM, concorre a formare il quadro degli interventi per il miglioramento a breve-medio termine dell'accessibilità ferroviaria a Malpensa. Il raccordo X rappresenta la connessione a Busto Arsizio da nord della linea RFI Rho-Gallarate (da nord) con la linea FNM Novara-Saronno (da ovest). Il raccordo Z invece rappresenta il collegamento della linea FNM con la linea RFI nella stazione di Busto Arsizio. Il raccordo Y, speculare al raccordo X, è destinato a collegare la linea Gallarate-Rho di RFI (da sud) all'altezza di Legnano con la linea Novara-Saronno di FNM (da ovest), all'altezza della stazione di Busto Arsizio, per garantire l'accessibilità a Malpensa da Rho Fiera Milano.

L'inserimento del III binario e del IV binario da Rho fino a Parabiago comporta sostanziali modifiche agli impianti di trazione elettrica attualmente esistenti e oggetto di recente rinnovo.

Dal punto di vista delle alimentazioni si può notare l'inserimento degli enti elencati alla fine del precedente punto 2.



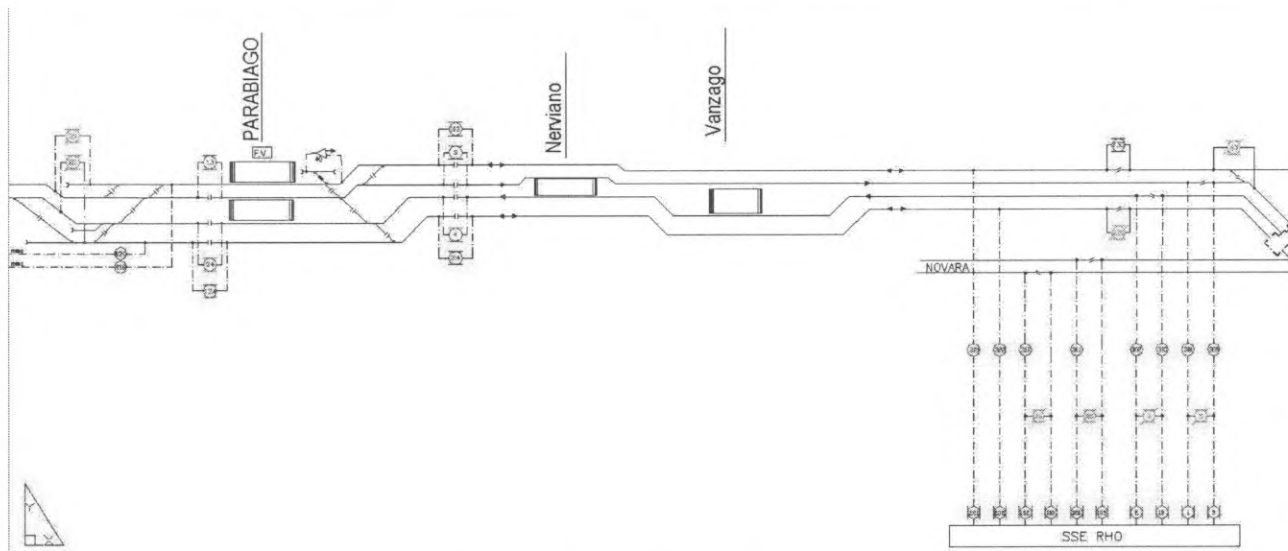


Figura 2. Stralcio schema di alimentazione futuro

### 3.3 Progetto Impianti S.S.E.

#### 3.3.1 Cabina TE raccordo Y

Di seguito è riportato in figura 3 uno stralcio del documento “Cabina TE Raccordo Y – Planimetria Ubicazione Impianto” MDL112D26P7SE0100001A territoriale della cabina.

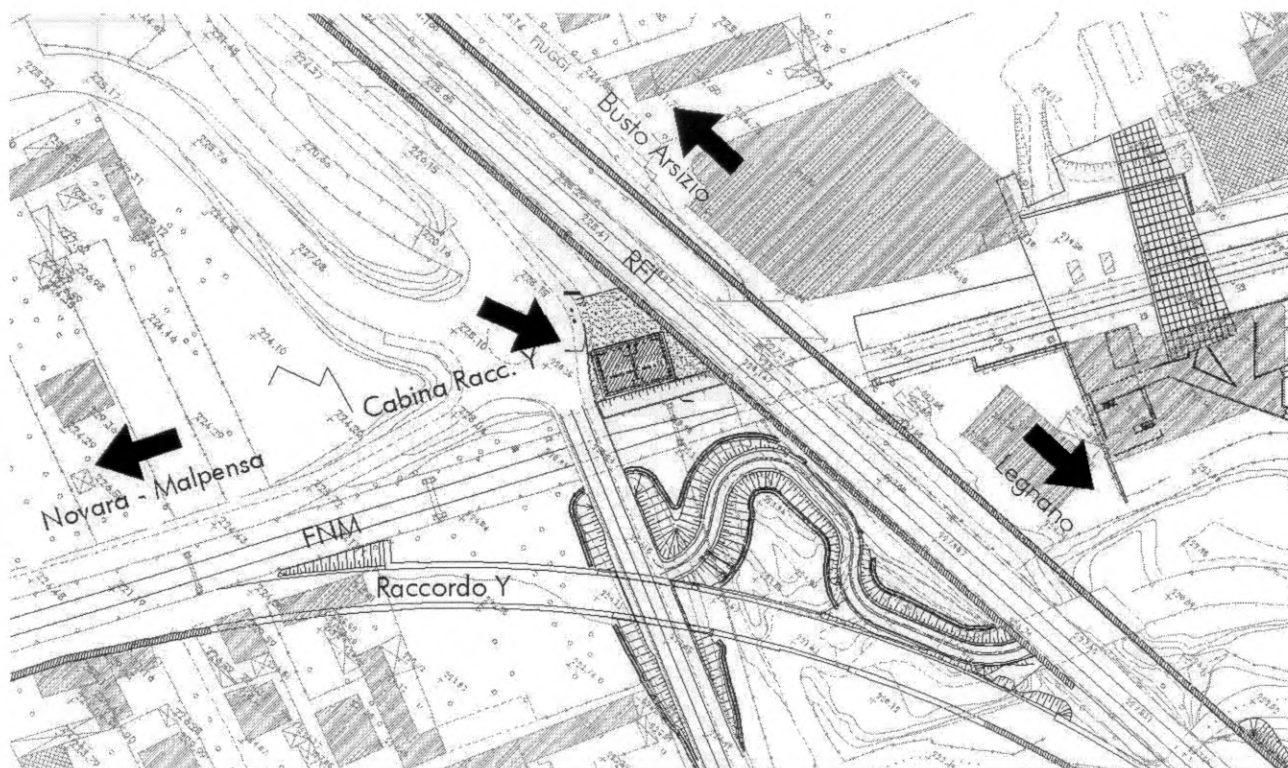


Figura 3. Inquadramento territoriale Cabina Racc. Y

La cabina verrà ad occupare una superficie di circa 600m<sup>2</sup>, corrispondente all'area indicata in fig. 3, sita al km 16+850 della linea Rho-Arona. La realizzazione della nuova cabina non avrà ripercussioni sull'esercizio ferroviario poichè la realizzazione del raccordo Y sostanzialmente è avulsa dalla successione delle fasi di realizzazione della tratta Rho-Parabiago.

Pertanto è richiesto semplicemente che, contestualmente all'attivazione degli impianti di armamento e TE, si abbia la disponibilità della cabina TE pienamente funzionante, con le operazioni di collaudo e le attività di CVT ultimate. Al contrario, gli allacciamenti degli alimentatori alle condutture di contatto delle varie linee, comporteranno la necessità di prevedere appositi intervalli di toltensione. Queste lavorazioni devono essere eseguite in regime di interruzione dell'esercizio ferroviario e richiederanno una programmazione volta a minimizzare le soggezioni.

### 3.3.1.1 Opere Elettromeccaniche

La cabina sarà sostanzialmente l'accostamento di due cabine TE, una di RFI e una delle FNM.

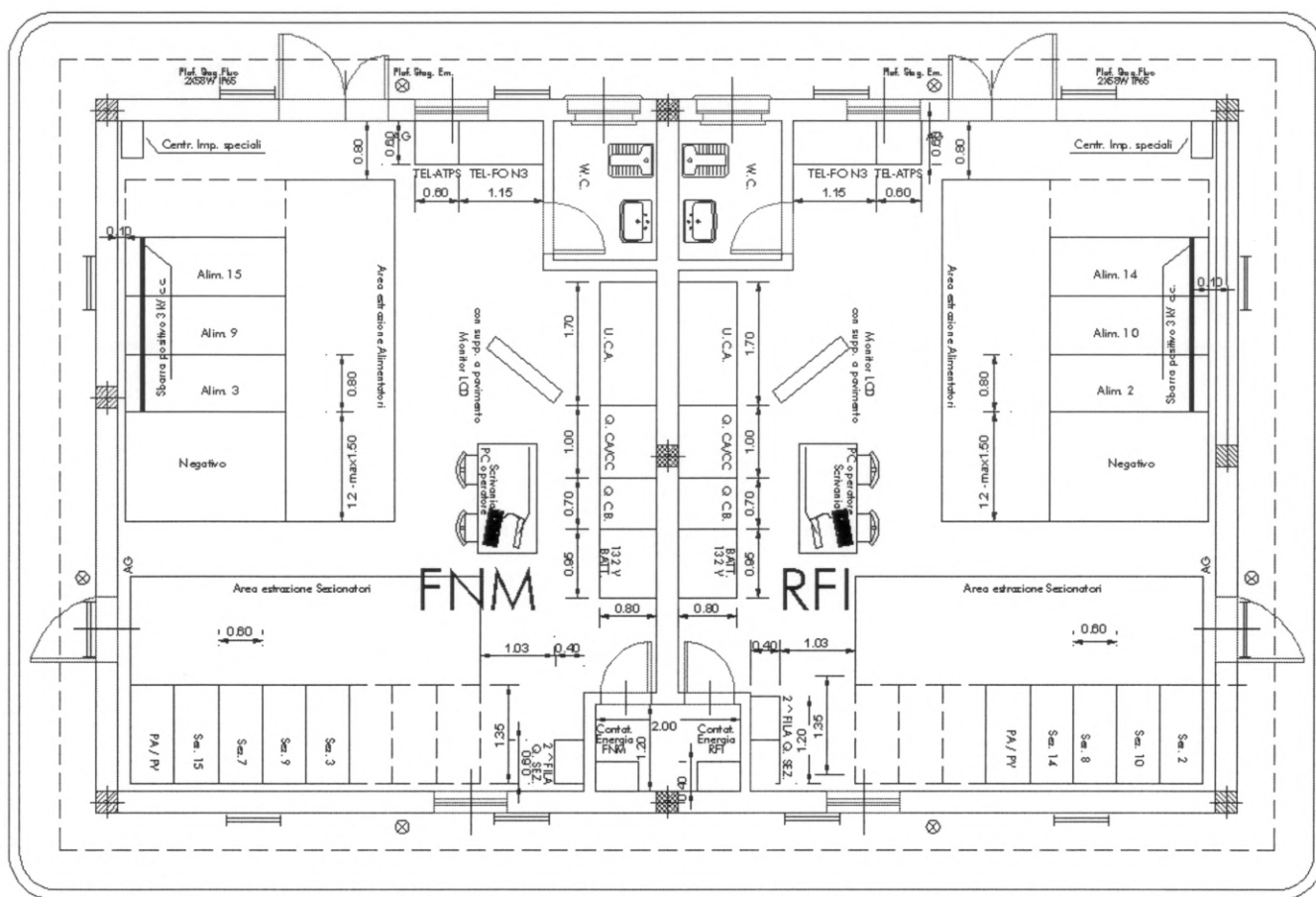


Figura 4. Inquadramento territoriale Cabina Racc. Y

Nel resto della relazione, quanto verrà detto sarà valido sia per la sezione RFI che per la sezione FNM salvo ove non espressamente specificato. Trattandosi di un impianto di protezione amperometrica delle LdC, l'equipaggiamento elettrico della Cabina sarà costituito da interruttori autorichiusi extrarapidi a 3kV, in esecuzione compatta da quadro e dai relativi sezionatori di 1a e 2a fila. Data la ridotta dimensione dell'area disponibile per la costruzione dell'impianto si è dovuto optare non per i tradizionali sezionatori sottocarico da esterno su palo, ma in esecuzione da interno in quadro. Essi verranno disposti internamente al fabbricato e saranno collegati agli alimentatori extrarapidi ed alla LdC mediante condutture in cavo.

Sarà inoltre presente un'impiantistica accessoria, descritta al successivo punto 4.3.1.2, nonché la quadristica di comando e controllo di tutte le apparecchiature ed impianti presenti in Cabina.

### 3.3.1.2 Apparecchiature 3kV

Gli interruttori extrarapidi sono inseriti in cella prefabbricata che, rispetto alle precedenti celle in muratura a giorno presentano ridotte dimensioni d'ingombro. Gli interruttori vengono montati su appositi carrelli che, in assetto di esercizio normale, giacciono all'interno di appositi armadi blindati e, in caso di necessità (per consentire eventuali interventi manutentivi), possono essere agevolmente estratti dagli armadi medesimi, rendendo possibile la piena accessibilità alle apparecchiature di potenza.

Tali apparecchiature saranno complessivamente conformi alle specifiche contenute nelle seguenti norme RFI in ultima revisione:

- RFI DMA\_IM\_LA STC SSE 400 (Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte I e II: Generalità e caratteristiche costruttive generali
- RFI DMA\_IM\_LA STC SSE 401 Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte III: Unità funzionale alimentatore
- RFI DMA IM LA SP IFS 402 A Unità funzionali di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kVcc in corrente continua – Parte IV: Unità funzionale Misure e Negativi

Il quadro di contegno degli alimentatori sarà realizzato in modo tale da sopportare la sollecitazione meccanica conseguente al valore massimo di pressione dei gas prodotti da un eventuale arco elettrico.

Esso sarà composto per quanto riguarda la sezione RFI da tre unità normalizzate da 80cm di ingombro frontale, affiancate longitudinalmente tra loro in modo da costituire un complesso unico di sviluppo complessivo pari a 3.2 m (inclusa la cella negativo), nel quale si distinguono una parte fissa ed una parte mobile. Analoga configurazione avrà la sezione FNM.

La parte fissa è costituita da una carpenteria metallica unica divisa in scomparti tra di loro segregati, nella quale si distingue una zona posteriore (retroquadro) ed una anteriore (avanquadro).

Complessivamente la cella dovrà contenere:

- la sbarra omnibus positiva;
- i dispositivi di derivazione dei cavi 1x500mm<sup>2</sup> per il collegamento con gli armadi sezionatori di 1° e 2° fila;
- le lame di terra interblocate con gli extrarapidi e con i sezionatori, per la messa a terra in sicurezza delle uscite a 3kV c.c.;
- le celle con le logiche di comando, nelle quali saranno posizionate, connesse e cablate tutte le apparecchiature della logica di funzionamento dell'alimentatore, comprese quelle relative ai circuiti di asservimento;
- le celle interruttori, in ciascuna delle quali verrà alloggiato, in posizione di lavoro, il carrello con le apparecchiature di potenza.

Le celle suddette dovranno essere opportunamente studiate e realizzate, al fine di garantire il corretto funzionamento degli interruttori. A tal fine esse dovranno, in particolare:

- consentire una agevole circolazione dei gas ionizzati che si sviluppano in fase di apertura dell'extrarapido;
- permettere il necessario e corretto raffreddamento delle parti attive delle apparecchiature di potenza;
- avere grado di protezione verso l'esterno pari a IP3X, ad eccezione del tetto e del fondo, per i quali è ritenuto idoneo il grado IP21;
- avere grado di protezione pari ad IP2XC verso gli altri compartimenti quando il dispositivo di sezionamento 189 è aperto.
- le Unità periferiche di automazione (UPA), per il controllo (UPC) e la protezione (UPP) di ciascun interruttore extrarapido da parte dell'Unità Centrale di Automazione (UCA).

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'interdire l'accesso al retro della cella anche solo di parti del corpo quali mani o braccia mediante pannello.

La parte mobile del quadro sarà costituita da carrelli scorrevoli che, in posizione di riposo, verranno alloggiati nelle celle interruttori; essi saranno dotati di organi di traslazione, estrazione e bloccaggio, e conterranno:

- gli interruttori extrarapidi propriamente detti, in versione estraibile;
- i relè di massa (uno per ciascun interruttore);
- i contattori e le resistenze di prova terra;
- gli interblocchi meccanici ed elettrici per garantire la massima sicurezza degli operatori.

Sul pannello frontale di ciascun carrello, nella parte alta, è riportata, in forma schematica, la configurazione tipica d'inserimento del singolo interruttore e del relativo sezionatore di 1a fila nel circuito di potenza, con spie luminose di controllo, che ripetono lo stato di funzionamento e di posizione dell'interruttore medesimo, e leve o micromanipolatori di manovra degli enti suddetti e del sezionatore di terra per la manutenzione.

Ciascun interruttore extrarapido sarà equipaggiato con circuito di prova terra sia per corrente entrante che uscente, in modo da realizzare il totale controllo dello stato di isolamento o di guasto degli impianti protetti.

Grazie a questi circuiti, che agiscono attraverso sequenze automatiche prefissate, sarà possibile evitare il rischio di chiudere un extrarapido sulla linea in perdita di isolamento.

Oltre a ciò, gli interruttori extrarapidi saranno dotati di apparecchiature di asservimento tipo ASDE 3 con la gestione della scheda LT ed SE in modalità compatta, collocate nella parte frontale alta di ogni singola cella ed utilizzate per consentire alti valori di taratura delle correnti di scatto degli interruttori senza compromettere il livello di protezione delle linee di contatto. Queste apparecchiature, tipiche degli impianti di Trazione Elettrica di RFI, consentono una efficace protezione della linea di contatto e delle attrezzature ad essa collegate in ogni situazione, e quindi anche nei casi di correnti di carico molto elevate o di correnti di guasto modeste.

Inoltre, grazie ad una logica ausiliaria, definita di "prolungamento", esse consentono a ciascun interruttore extrarapido di interfacciarsi con quelli adiacenti e corrispondenti, in modo da adeguare il proprio stato alla reale situazione della linea.

Gli interruttori extrarapidi vengono connessi alle LdC da proteggere tramite quadri sezionatori sottocarico da interno.

Il quadro interruttore di manovra sezionatore sottocarico 3kV, nel suo insieme, saranno costituiti da una serie di celle metalliche in esecuzione blindata estraibile con isolamento in aria.

Il Quadro, nella sua complessità, si ripartirà in scomparti di funzionamento delimitati da aree strutturalmente segregate. L'unità funzionale dovrà operare posizionata accostata a parete; l'accessibilità è frontale e non è prevista alcuna operazione che necessita l'accesso sul retro cella.

L'interruttore di manovra sezionatore sottocarico 3kV sarà previsto montato su carrello apposito estraibile a comando manuale. A sezionatore estratto e con il resto dell'impianto in tensione (non accessibile) sarà possibile effettuare la manutenzione sul organo estratto. Sarà inoltre possibile una eventualmente sostituzione, in casi di anomalia, con un carrello di scorta completo di apparecchiature.

Lo scomparto sezionatore si comporrà delle seguenti aree singolarmente segregate:

- parte fissa che costituisce la sede entro la quale viene inserito il carrello estraibile
- il carrello estraibile equipaggiato con il sez. sottocarico
- il vano ausiliari contenente le morsettiere per il collegamento dei cavi ausiliari
- le logiche di funzionamento dello scomparto
- il vano collegamento cavi di potenza contenente le sbarre nelle quali si innestano le pinze di potenza del carrello. In questo vano sarà situato anche il relè voltmetrico di linea.

Le apparecchiature ausiliarie di comando allarme e segnalazione saranno alimentate il corrente continua. Lo stesso dicasi per il motore carica - molle e le bobine di apertura e chiusura dell'interruttore di manovra sezionatore sottocarico 3kV. Il cablaggio degli ausiliari verrà effettuato con cavi non propaganti l'incendio, assenza di gas corrosivi, ridotta emissione di fumi e ridottissima emissione di gas tossici (CEI 20-22). Analoga precauzioni seguiranno le canalette di tipo antifiama a ridottissima emissione di gas tossici.

**Il quadro dell'interruttore di manovra sezionatore sottocarico, essendo una unità di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti in corrente continua 3kV, dovrà essere conforme alla specifica RFI DMA IM LA STC SSE 400 "Generalità e Caratteristiche Generali". In particolare si pone attenzione alla prova di tenuta ad arco interno paragrafo II.3.5.8. e successivi sottoparagrafi. Tale prova, come specificato al secondo paragrafo dell'appendice A1 CEI EN 62271-200 richiamata dalla STC SSE 400, dovrà essere garantita anche a carrello estratto.**

Dal punto di vista delle caratteristiche elettriche generali il quadro sarà caratterizzato da:

- Tensione nominale	3000 Vcc
- Tensione massima permanente(U <sub>max1</sub> )	3600 Vcc
- Tensione massima non permanente (U <sub>max2</sub> )	3900 Vcc
- Sistema elettrico	CC
- Tensione di prova a frequenza industriale per i circuiti di potenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verso terra e tra le fasi 18,5kVper1'</li> <li>• sulla distanza di sezionamento 22,2kVper1'</li> </ul>
- Tensione di prova ad impulso atmosferico	(1,2/50μs) 40 kV
- Corrente nominale sistema sbarre principali	3150 A
- Corrente di corto circuito di breve durata (I <sub>Ncw</sub> )	53 kA
- Durata nominale di corto circuito	250 msec.
- Corrente di corto circuito di breve durata sbarra di terra250msec	30 kA
- Tensione di esercizio circuiti ausiliari	132 Vcc
- Tensione di prova a frequenza industriale per i circuiti ausiliari	2 kV per 1'
- Gradi di protezione del quadro:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• del tetto (IP) 21</li> <li>• del fondo (IP) 2XC</li> <li>• verso l'esterno (salvo tetto e fondo) (IP) 3X</li> <li>• interno (a porta aperta) (IP) 2XC</li> </ul>
- ingresso/uscita cavi	basso
- accessibilità	fronte
- Esecuzione in carpenteria	metallica
- colore esterno	RAL 7030
- altezza luogo di installazione (slm)	<2000 m



- temperatura di servizio	-10/+40 (°C)
- temperatura ambiente di immagazzinamento	-25/+70 (°C)
- umidità	<95%
-dimensioni orientative	600X2500X1400 bxhxp

La cabina nella sezione RFI alloggerà tre quadri sezionatore di prima fila ed uno di seconda fila lo stesso vale per la sezione FNM.

Tutti i collegamenti tra interruttori extrarapidi e sezionatori di 1a e 2a fila sono realizzati con tre cavi RG7H1R 1x500mm<sup>2</sup> con schermo da 95mm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla sezione delle linee di contatto cui ciascun alimentatore si riferisce.

Il circuito del negativo di cabina sarà costituito dalla sbarra negativa in piatto di rame, dalle relative connessioni alle rotaie delle linee protette e dalla omonima cella.

Le connessioni del negativo ai binari verranno realizzate per mezzo di condutture in cavo 2x1x120mm<sup>2</sup> per i binari di corsa "LEGNANO-BUSTOARSIZIO"(per RFI) e "NOVARA MALPENSA" (per FNM); Due riferimenti indipendenti (uno per RFI e uno per FNM) verranno portati al binario del raccordo Y.

Questi si attesteranno a pozzetti appositamente costruiti e collocati sulle sedi ferroviarie, accanto ai binari.

Tali condutture verranno attestate all'interno della cella negativi di tipo prefabbricato in carpenteria metallica per reparti a 3 kV in corrente continua, approvata da RFI e precollaudata in fabbrica, conformemente alle Specifiche Tecniche di Costruzione "Unità funzionale misure e negativi" RFI\_DMA\_IM\_LA\_STC\_SSE 402.

Presso tale cella verrà installato il dispositivo di collegamento del negativo 3kVcc all'impianto di terra cabine TE, conforme alla specifica tecnica RFI\_DMA\_IM\_LA\_SP\_IFS 370\_A. Esso dovrà essere della tipologia prevista per l'inserimento all'interno della cella negativi e sarà collocato tra la rete di terra di protezione della cabina ed il circuito del negativo, consentendone il collegamento diretto in caso di superamento di soglia di tensione.

Ulteriori dettagli relativi agli impianti sopra descritti sono desumibili dagli elaborati di progetto elencati precedentemente al punto 3.3.

### 3.3.1.3 Condutture di alimentazione

Queste saranno costituite da cavi 3x1x500mm<sup>2</sup> con schermo da 95mm<sup>2</sup> che, partendo dai quadri sezionatori di 1a e 2a fila, all'interno della Cabina, andranno, dopo aver effettuato la risalita su pali adiacenti alla linea di contatto, a realizzare le calate di alimentazione sulle varie LdC, sostenute e guidate da pali tipo LSF appositamente installati sulle sedi ferroviarie. Per garantire la protezione contro eventuali sovratensioni provenienti dalla linea di contatto,

le teste cavo dei cavi delle linee di alimentazione, in corrispondenza delle calate sulla linea di contatto, dovranno essere protette da scaricatori a spinterometro e condensatore del tipo previsto dalla norma tecnica TD181/1981.

Il percorso delle condutture di alimentazione si svilupperà in piano, interamente sulle sedi ferroviarie delle linee interessate. Per quanto concerne le canalizzazioni relative alla cabina si rimanda all'elaborato "Cabina Te Raccordo Y Planimetria canalizzazioni di piazzale" MDL112D26PASE0100002A che riporta le canalizzazioni fino al confine di Cabina, per vedere il successivo andamento si rimanda all'elaborato "Planimetria canalizzazioni e cavi per comando e controllo sezionatori RaccordoY" MDL112D26P8LC0600005A, in cui sono rappresentate le canalizzazioni fino alle risalite su palo e alle calate sulla linea di contatto.

#### 3.3.1.4 Impianti accessori

Oltre agli impianti di potenza a 3kV c.c. descritti, nella Cabina sarà presente un'impiantistica accessoria costituita da:

- Servizi Ausiliari di Cabina;
- impianti di allacciamento telefonico e di alimentazione elettrica;
- un trasformatore d'isolamento, per la separazione galvanica dei circuiti di Cabina dalla alimentazione in BT proveniente da fornitura ENEL;
- un sistema di apertura generale;
- un impianto di illuminazione del piazzale, realizzato con corpi illuminanti con lampada a vapori di sodio A.P. da 150W installati sulla muratura del fabbricato;
- un impianto d'illuminazione del fabbricato, costituito da corpi illuminanti da interno, plafoniere fluorescenti da esterno, ad integrazione dell'impianto d'illuminazione del piazzale, nonché apparecchi di interruzione/comando e di presa corrente, tutti conformi alla normativa vigente;
- un insieme di cartelli e targhe di riferimento e monitorie, sia all'interno del fabbricato che sulle apparecchiature di piazzale;
- idonei attacchi per le apparecchiature di cortocircuitazione alla rete di terra delle strutture tensionabili;
- un impianto citofonico ed apriporta, a servizio del cancello d'accesso;
- un impianto antintrusione nel fabbricato, avente le caratteristiche descritte nella Norma Tecnica RFI "Impianti e Sistemi integrati di sicurezza e sorveglianza e controllo";
- un impianto di segnalazione antincendio nel fabbricato.

Quanto elencato precedentemente sarà realizzato sia per la sezione RFI che per la sezione FNM. Si ribadisce che la cabina TE raccordo Y è di fatto costituita da due cabine completamente indipendenti che condividono la sola muratura del fabbricato per motivi di spazio.

L'energia per l'alimentazione dei servizi ausiliari di Cabina sarà erogata da due forniture Enel (una per RFI ed una per le FNN). Per evitare in caso di guasti che le sovratensioni si ripercuotano sulla linea esterna, dovranno essere forniti ed installati in due appositi contenitori stagni, due trasformatori di isolamento 30 kVA 380/380V Δ/Y con

isolamento 12 kV, completi di interruttori quadripolari di protezione sia dei cavi in ingresso che di quelli in uscita. Gli interruttori di protezione saranno dotati di una manovra di sezionamento posta sulla portella di accesso, al fine di impedirne l'apertura con le apparecchiature in tensione.

Sarà inoltre prevista, per ogni sezione, una sorgente di energia in corrente continua per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari a 132V c.c. (quali ad esempio le bobine di ritenuta degli extrarapidi, gli organi di manovra e di controllo di alcune apparecchiature ecc.), costituita da una batteria stazionaria di accumulatori, della capacità complessiva di 250Ah, collocata in un apposito armadio all'interno del fabbricato e dotata di apparecchiature di protezione e sezionamento.

I vasi della batteria saranno di tipo ermetico, con elettrolito a ricombinazione di gas, sigillati e quindi senza manutenzione, e verranno collocati nell'armadio di contegno in posizione orizzontale e su più livelli, in modo da ridurre l'ingombro complessivo in pianta. Il quadro batteria sarà munito di una cassetta-interruttore, completa di sezionatore a fusibili da 100A.

In un quadretto separato sarà installato un alimentatore stabilizzato e caricabatteria, per entrambe le sezioni, di caratteristiche idonee e corrispondenti a quelle della batteria, oltre che conformi alla Norma RFI DMA IM LA SP IFS 330 A.

La Cabina sarà dotata di un sistema di sicurezza, una per la sezione RFI ed una la sezione FNM, il cui intervento avrà quale effetto l'apertura generale, automatica ed in sequenza, di tutti organi di interruzione e sezionamento delle linee a 3kV c.c. (e cioè degli interruttori extrarapidi e dei sezionatori a diseccitazione di 1a fila).

Tale sistema, interamente ed esclusivamente realizzato a logica cablata, dovrà assicurare la massima sicurezza ed affidabilità, ed interverrà automaticamente in caso di perdita di isolamento delle apparecchiature "sensibili" di Cabina ovvero in caso di azionamento di uno qualsiasi dei pulsanti di emergenza. Pertanto esso si avvarrà delle informazioni provenienti da:

- i relè di massa, variamente ed opportunamente dislocati all'interno della Cabina;
- i pulsanti di emergenza, collocati sia all'interno del fabbricato che nel piazzale esterno.

Tutti i dettagli degli impianti accessori sopra descritti sono anche desumibili dagli elaborati di progetto.

### 3.3.1.5 Quadri di governo delle apparecchiature

La gestione completa di tutta l'impiantistica elettromeccanica sopra descritta viene effettuata dal sistema dei quadri elettrici di Cabina, anch'essi collocati all'interno del fabbricato e suddivisi in (come sopra per ogni sezione RFI e FNM):

- quadro elettrico generale, comprendenti i sottoquadri dei Servizi Ausiliari in c.a. e dei Servizi Ausiliari in c.c.;

- Nella sezione di RFI, il quadro di comando e controllo dei sezionatori TE di 2a fila, sarà costituito da due sezioni (ognuna capace di comandare e controllare max 6 sez) per un totale di max di 12 tra seconda fila e fasci di binari di piazzale. In sede di progetto finale per CDS, rispetto allo schema riportato nella presente relazione, è previsto un terzo binario Parabiago Gallarate, per cui la cabina dovrà essere equipaggiata per comandare 7 sezionatori tipo 2a fila. Nella sezione delle FNM il quadro di comando e controllo dei sezionatori TE di 2a fila sarà costituito da una sezione capace di comandare e controllare al max 6 sez. La cabina TE racc.Y FNM dovrà essere equipaggiata per il comando e controllo di 1 sezionatore di 2a fila anche se allo stato attuale non è previsto il telecomando del sez. n° 5 delle FNM.
- quadri di telegestione, per il controllo centralizzato di tutte le apparecchiature sensibili facenti capo all'impianto e l'interfaccia con un Sistema di Telegestione di livello superiore (DOTE RFI e DOTE FNM).

Per quanto attiene a quest'ultimo quadro, esso si inserisce in un sistema generale di governo della Cabina, costituito dal quadro suddetto, che accoglie l'Unità Centrale di Automazione (UCA), da una serie di Unità Periferiche di Automazione (UPA) a loro volta suddivise in Unità periferiche di Protezione (UPP) e Unità Periferiche di Controllo (UPC) , dislocate presso le apparecchiature sotto controllo, e da una Rete di Comunicazione tra le Unità suddette.

Il sottosistema UCA, che rappresenta il cuore dell'impianto, sarà realizzato per mezzo di hardware avanzato ad alta affidabilità e di opportuni moduli software interconnessi e dedicati allo svolgimento delle seguenti funzioni:

- supervisione – ovvero telecontrollo centralizzato dei processi funzionali di tutte le apparecchiature costituenti la Cabina e la telemisura di alcune grandezze di interesse, con l'emissione di telesegnalazioni e/o teleallarmi al verificarsi di determinati eventi;
- diagnostica – consistente nella possibilità offerta all'operatore di conoscere l'efficienza delle apparecchiature e dei componenti e, mediante la consultazione di apposite "Banche dati" e l'elaborazione di informazioni sia oggettive che statistiche, intervenire il più tempestivamente possibile per prevenire e risolvere l'insorgere di eventuali problemi impiantistici, al fine di garantire la regolarità dell'esercizio;
- autodiagnostica – necessaria ad analizzare lo stato ed il grado di efficienza del Sistema generale di governo;
- interfaccia uomo-macchina – per l'operatività locale;
- interfaccia DOTE – per il collegamento verso il sistema di telecontrollo di gerarchia superiore,
- ed una serie di funzioni aggiuntive minori.

Poiché, come detto, l'unità suddetta svolge anche le funzioni di dialogo con il centro di telegestione DOTE, non sarà necessaria la presenza di un quadro morsettiere e relè per il telecomando.

Le caratteristiche di dettaglio dell'unità UPA e delle sue funzioni, nonché degli altri sottosistemi presenti nell'impianto sono desumibili dai seguenti documenti:

RFI DMAIMLA LG IFS 500 Sistema di Governo per Impianti di trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica

RFI\_DMA\_IM\_LA\_SSE 360 Unità periferiche di protezione e automazione – Specifica Generale

L'architettura generale dell'intero Sistema di governo è illustrata nell'elaborato grafico: Schema a blocchi sistema di Governo fra gli elaborati progettuali citati nei riferimenti. Essendo indipendenti, quanto detto vale per ogni sezioni rispettivamente RFI e FNM.

Per quanto detto, la Cabina TE sezione RFI sarà inserita nel sistema di telegestione DOTE del Nodo di Milano, mentre la sezione delle FNM sarà inserita nel Dote di riferimento.

Sarà possibile tuttavia effettuare le operazioni di manovra anche in regime di telecomando escluso operando attraverso il software del sistema di governo, o in caso di anomalie e malfunzionamenti direttamente sulle apparecchiature.

Il complesso dei quadri previsti viene completato da un armadio telefonico la cui fornitura sarà a cura della specialistica TLC.

#### 3.3.1.6 Arredi e mezzi d'opera

Oltre a quanto già previsto nel Capitolato Tecnico Opere Edili e nel Capitolato Tecnico Opere Elettromeccaniche dovranno essere fornite a corredo delle cabine attrezzature, arredi e mezzi d'opera quali:

Cartelli monitori per Lavori in corso n.10, Scrivania metallica, Sedie da scrivania n. 2 Lampada da tavolo n.1 Raccoglitori porta-disegni n. 5, Appendi abito a colonna n. 1, Portaombrelli n. 1, Cestino porta carta n. 1, Armadio metallico a due ante n. 1, Bachecca portachiavi con sportello a chiave a parete (30 posti) n. 1, Rastrelliera a muro per dispositivi di corto circuito n. 1, n. 1, Cassetta di pronto soccorso, Scala a sfilo in vetroresina da 5 m, etc.

#### 3.3.1.7 Impianto di terra e negativo

Nell'intera area di Cabina, 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 essenzialmente da un dispersore orizzontale di tipo magliato, cui viene affidato il compito di disperdere nel terreno le correnti di guasto che vengono a destarsi nell'impianto nel caso che uno o più elementi metallici delle apparecchiature e strutture di Cabina, normalmente isolate dai circuiti elettrici, vengano indebitamente in contatto con conduttori e parti in tensione per effetto di anomalie e/o perdita d'isolamento.

Insieme alla muratura della struttura , la rete di terra è condivisa dalle due sezioni RFI e FNM, i due allacciamenti saranno tuttavia indipendenti.

Il dispersore sarà tanto più efficace quanto più risulterà basso il valore della sua resistenza di terra. A tal fine esso verrà realizzato con conduttori nudi in corda di rame, in intimo contatto con il suolo, interrati orizzontalmente sotto l'area del piazzale di Cabina e collegati tra loro, come illustrato nel relativo disegno di progetto citato tra i riferimenti.

Al dispersore di terra di Cabina sono collegate tutte le eventuali masse metalliche di piazzale, mediante conduttori di terra in corda di rame ricotto da 115mm<sup>2</sup> di sezione (almeno due collegamenti per ciascuna massa/apparecchiatura, in posizioni diametralmente opposte).

Il cancello metallico d'accesso non deve essere collegato al dispersore principale ma essere munito di un proprio impianto di terra indipendente.

Le apparecchiature interne al fabbricato sono collegate ad apposita bandella metallica di rame giallo\verde (isolata rispetto a terra) che copre il perimetro interno della cabina TE con interposti appositi relè di massa di tipo elettronico.

L'unico collegamento tra la bandella collettrice e la rete di terra deve avvenire in cella negativi mediante interposizione di relè elettronico in serie a relè elettromeccanico. I relè citati (elettronici) mediante apposito circuito amperometrico, hanno il compito di rilevare e localizzare ogni indebita dispersione di corrente (cedimento dell'isolamento). Il relè elettromeccanico a fronte di una dispersione aziona il circuito di apertura generale causando così l'intervento delle protezioni ed il fuori servizio della sezione di Cabina interessata (RFI o FNM).

Poiché, come da "Schema elettrico generale", tutte le apparecchiature presenti nel fabbricato possono essere accorpate, sia in senso funzionale che topografico, in gruppi, nella Cabina dovranno essere installati un numero di relè di massa elettronici pari al numero di gruppi. Questi relè sono collocati nei quadri blindati a 3kV c.c., in corrispondenza delle apparecchiature degli interruttori extrarapidi (sui medesimi carrelli estraibili), nella cella misure, dedicati alla supervisione dei guasti sulla sbarra omnibus e alle perdite di isolamento nella sala quadri di cabina. In corrispondenza della cella misure è presente un ulteriore relè elettromeccanico attraverso cui avviene, mediante due cavi 2X120mm<sup>2</sup>, il collegamento alla rete di terra di cabina.

I dispersori aggiuntivi saranno essenzialmente i dispersori di fatto costituiti dalle opere di sottofondazione armate del fabbricato. Inoltre verranno effettuati opportuni collegamenti tra questi dispersori ed il dispersore del piazzale.

Il collettore negativo di Cabina dovrà essere collegato alle rotaie delle prospicienti linee ferroviarie. Poiché la Cabina in questione è un'installazione di sola protezione, la funzione di questo circuito non è quella di consentire il ritorno in Cabina della corrente di trazione e/o di guasto (come per le SSE), bensì esclusivamente di riferimento, per misure e per l'effettuazione della prova-terra. Pertanto le connessioni del negativo ai binari saranno in numero e sezione limitati alla suddetta funzionalità. Esse sono realizzate, per i binari delle linee ferroviarie principali in cavo

2x1x120mm<sup>2</sup>, per cadaun binario e si attesteranno in appositi pozzetti collocati sulle sedi ferroviarie, accanto ai binari. Il riferimento negativo del binario del raccordo Y sarà eseguito con due condutture indipendenti che si attesteranno uno alla sezione RFI ed uno alle FNM.

I cavi suddetti correranno entro apposite canalizzazioni nei tratti di piazzale interessati e nei tratti esterni alla Cabina, dalla recinzione fino ai pozzetti sulle sedi delle linee ferroviarie adiacenti

Dai pozzetti, poi, sono effettuati i collegamenti al circuito di ritorno (binario) tramite connessioni induttive.

Anche il negativo di Cabina, come le apparecchiature metalliche e le varie ferramenta, verrà collegato all'impianto di terra generale, ma non direttamente, per evitare che quest'ultimo venga interessato dalle correnti di ritorno di trazione. Il collegamento verrà effettuato con dispositivo di collegamento del negativo 3kVcc all'impianto di terra di SSE e cabine TE, conforme alla specifica tecnica RFI\_DMA\_IM\_LA\_SP\_IFS 370\_A.

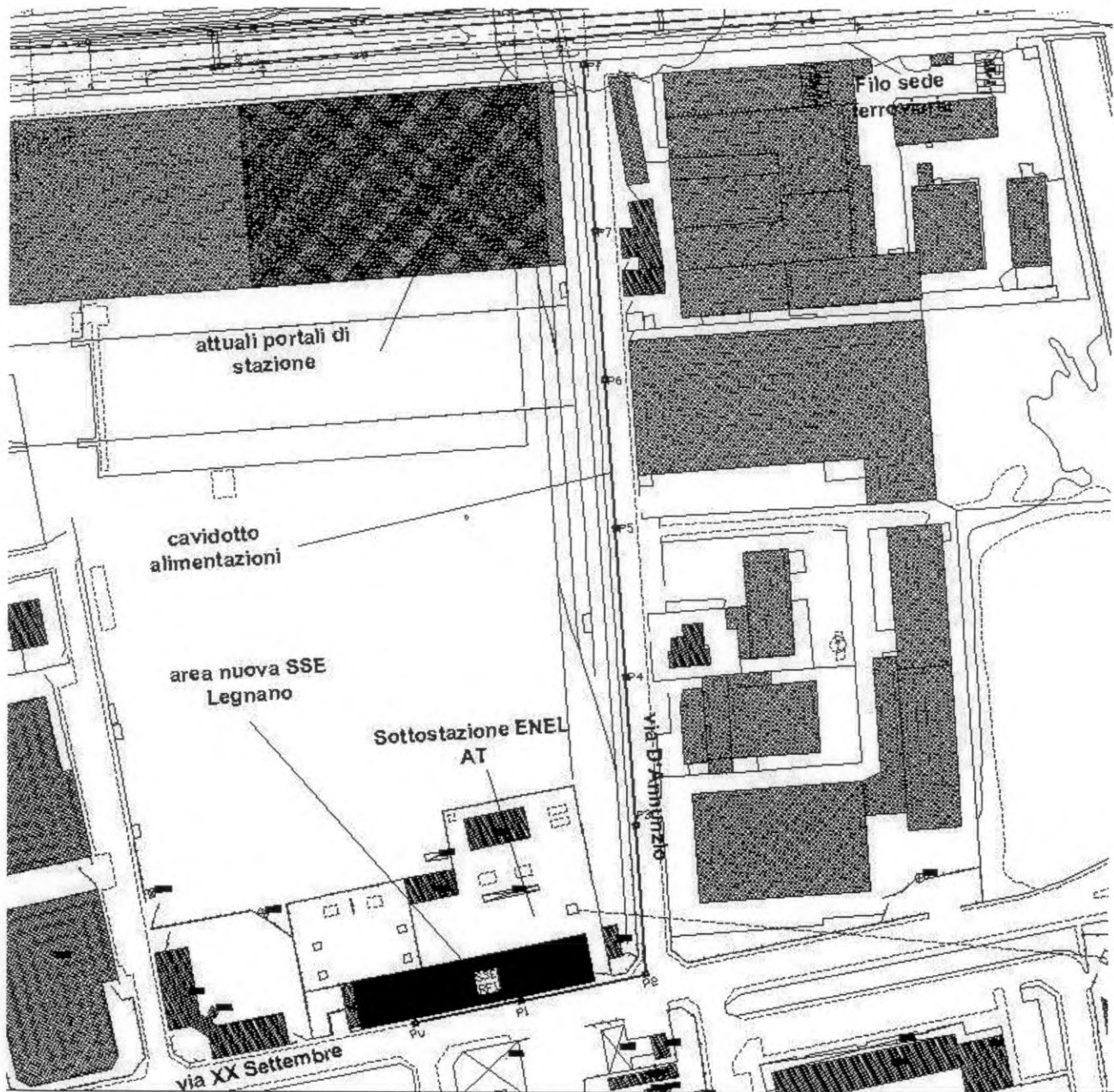
#### 3.3.1.8 Contatore di energia

Osservando figura 2, si nota come sia l'alimentatore nr.14 (RFI) e 15 (FNM) afferiranno entrambi al binario raccordo Y. Essi sono necessari per fare in modo che treni che percorreranno il binario del raccordo Y, al passaggio in corrispondenza degli spazi d'aria, non risentano di salti di tensione nocivi per il pantografo e per la LdC. Questo comporterà inevitabilmente flussi di energia tra la rete gestita da RFI e la rete gestita da FNM. Al fine di computare tali flussi, entrambe le sezioni della cabina dovranno essere fornite di misuratori di energia montati a valle di partitori voltmetrici e Shunt resistivi, al fine di valutare quantità e direzione dell'energia passante tra le due reti.

Osservando la disposizione delle apparecchiature di precedente figura. 4, il locale contatori è collocato in basso tra le due sezioni di cabina, accessibile sia da RFI che da FNM.

### 3.3.2 Sottostazione di Legnano

Di seguito è riportato, in figura 5, uno stralcio del documento SSE LEGNANO – “Planimetria ubicazione impianto e cavidotto alimentatori” al fine di valutarne l’inquadramento territoriale.



Figura

5. Inquadramento territoriale SSE di Legnano

La sottostazione verrà ad occupare una superficie di circa 1200m<sup>2</sup>, corrispondente all’area indicata in fig. 4, sita all’angolo tra via XX Settembre e via D’annunzio a Legnano. La forma stretta ed allungata (circa 80m x 14.5m) ha costretto a soluzioni progettuali particolari. L’area individuata per la costruzione della SSE appartiene ad un’attività



industriale dismessa ed è inoltre confinante con una sottostazione dell'Enel da cui riceveva l'alimentazione AT a 132kV in Blindato. Sfruttare quest'area dismessa, per minimizzare l'impatto sul territorio della costruzione di una SSE elettrica in una zona a forte urbanizzazione, risulta la migliore soluzione realizzativa possibile. La conformazione dell'area comporta difficoltà costruttive nella realizzazione di un piazzale di alta tensione di tipo tradizionale. La presenza inoltre di una fornitura AT in blindato, per minimizzare i costi, ha costretto, dal punto di vista progettuale, a mantenere invariato il punto di consegna dell'alta tensione. All'interno del piazzale di sottostazione verrà inserito il solo sezionatore AT di linea con lame di terra mentre, per presenza tensione e la protezione, verranno usati rispettivamente i TV e l'interruttore di AT lato Enel. L'alimentazione sarà del tipo ad antenna. Il piazzale AT verrà realizzato mediante moduli AT di tipo compatto (PASS interruttore con TA e sezionatore entrambi a bordo della stessa macchina). La sottostazione avrà due gruppi trasformatore e raddrizzatore di tipo tradizionale da 5.4kW senza possibilità di allacciamento all'ambulante. Per quanto concerne le interruzioni della circolazione ferroviaria e la sicurezza vale quanto detto per la cabina TE di Racc. Y. Le uniche criticità saranno dunque solo legate al momento degli allacciamenti delle calate alla linea di contatto. E' chiaro che al momento dell'attivazione della SSE di Legnano, la cabina TE di Legnano dovrà essere dismessa.

### 3.3.2.1 Apparecchiature di alimentazione AT

Come detto al punto precedente, il piazzale di alta tensione sarà costituito da un solo sezionatore 132kV che porterà l'alta tensione di alimentazione della SSE Enel su sbarre in tubo rigido di alluminio, del diametro di 100/86mm, che comprenderà i cavalletti di supporto e gli isolatori portanti. Ai due lati della sbarra verranno utilizzati due moduli PASS che saranno collegati agli scaricatori e ai due trasformatori di gruppo.

Tutte le apparecchiature di piazzale saranno collegate tra loro tramite un conduttore in tubo di alluminio rigido del diametro di 40/30mm. Nei collegamenti flessibili è previsto l'impiego di corda di alluminio del diametro di 36mm. Le distanze tra le fasi saranno come di consueto di 2,5 metri mentre le altezze dei conduttori dal piano di calpestio saranno conformi a quanto previsto per il montaggio delle apparecchiature ibride PASS compatte utilizzate

### 3.3.2.2 Gruppi di trasformazione e conversione

Per la SSE di Legnano è previsto l'impiego di due gruppi di conversione, ciascuno costituito da:

- un trasformatore trifase a doppio secondario per l'alimentazione di gruppi raddrizzatori al silicio 3kVcc da 5400kW, dotato di regolazione automatica della tensione sotto carico, secondo la Norma Tecnica RFI IE-TE 193 ed.1984 e la "Variante alla Norma Tecnica RFI IE -TE 193 ed. 1984" n. EA.E/005 ed. 1988;
- un sezionatore esapolare tra il secondario del trasformatore di gruppo e il doppio ponte raddrizzatore;
- un doppio ponte raddrizzatore;

- un filtro aperiodico L-C, con reattanza in aria da 6mH, in alluminio, e condensatori installati nella unità prefabbricata filtro, inserita tra positivo e negativo e completo di sezionatore bipolare di gruppo; Si è comunque lasciata la predisposizione per il possibile utilizzo di sezionatori bipolari in quadro con filtro condensatori incorporato.
- circuiti per le misure e protezioni, per gli interblocchi delle manovre e per le segnalazioni.

Il collegamento tra l'induttanza di gruppo e l'unità filtro dovrà essere realizzato con n°4 sbarre in rame a sezione rettangolare 100x6 (n°2 sbarre per il positivo e n°2 sbarre per il negativo).

Il collegamento tra l'unità filtro e le sbarre OMNIBUS dovrà essere realizzato con n°8 sbarre in rame a sezione rettangolare 100x6 (n°4 sbarre per il positivo e n°4 sbarre per il negativo).

Oltre all'usuale elettro-serratura, l'accesso al locale sarà condizionato da un sistema di blocco a chiavi regolato, per ogni gruppo, da un distributore con due chiavi libere ed una vincolata.

La cassa di manovra dei sezionatori esapolari e bipolari di gruppo sarà provvista di chiave bloccata, estraibile solo con sezionatore in posizione di aperto.

Una volta aperto il sezionatore bipolare ed il sezionatore esapolare di gruppo sarà possibile estrarre le due chiavi. Tali chiavi, inserite nell'apposito distributore, permettono l'estrazione della chiave vincolata per l'apertura della porta di accesso al gruppo.

La chiave di apertura della porta del gruppo, sarà estraibile soltanto a porta chiusa. A garanzia della corretta sequenza di ripristino dell'alimentazione del gruppo.

### 3.3.2.3 Apparecchiature di protezione-distribuzione a 3kV c.c.

In relazione alle apparecchiature 3kV, vale quanto già detto precedentemente per la cabina Te Racc. Y al paragrafo 4.3.1.2. con le dovute differenze al caso di Sottostazione.

Nella SSE di Legnano quindi verranno utilizzate 7 celle extrarapidi di nuova concezione di cui una di riserva, una cella misure e negativi secondo la specifica RFI DMA IM LA STC SSE 400 - 401- 402 e 7 quadri sezionatori sottocarico 3kVcc da interno. Per le caratteristiche e la descrizione vale quanto riportato al paragrafo 3.3.1.2 relativamente alle cabine.

I collegamenti tra interruttori extrarapidi e sezionatori di 1a fila saranno realizzati ciascuno con tre cavi 1x500 ognuno provvisto di schermo di sezione 95 mm<sup>2</sup>, in modo da essere perfettamente compatibili con la sezione di rame delle LdC cui essi si riferiscono, che sarà ovunque di 440mm<sup>2</sup>.

Tra le apparecchiature a 3kVcc vengono generalmente annoverate anche il circuito del negativo di SSE, costituito dalla sbarra negativa in piatto di rame, dalla relativa connessione al circuito di ritorno TE e da una apposita unità, definita Unità funzionale Misure e Negativo.

Nel caso in esame, la funzione di questo circuito è principalmente quella di consentire il ritorno in SSE della corrente di trazione e/o di guasto, oltre naturalmente a quella di costituire un indispensabile riferimento equipotenziale per misure e per l'effettuazione della prova-terra. Pertanto le connessioni del negativo interesseranno i binari delle principali linee alimentate, e saranno realizzate con cavi di rame in numero e sezione proporzionali alle caratteristiche dell'alimentazione.

I collegamenti suddetti saranno costituiti da n°14 cavi da 230 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV che si attesteranno ad un pozzetto negativi in prossimità dei binari, da cui partiranno n° 9 cavi 1X120mm<sup>2</sup> per ogni binario. per ciascun binario. Il negativo troverà alloggiamento nel cavidotto oggetto del paragrafo successivo.

Allo scopo di ottenere una più efficace protezione delle apparecchiature di SSE e garantire così la sicurezza delle persone anche nel caso di un guasto a terra di entità tale da superare la capacità di dispersione della rete di terra, nella cella misure e negativo sarà realizzato anche un collegamento tra la rete di terra medesima ed il circuito del negativo, che equivale ad una connessione della rete di terra al binario.

Tuttavia tale collegamento non sarà franco, bensì realizzato per il tramite di un dispositivo cortocircuitatore, in modo che venga attivato solo in presenza di differenze di potenziale tra dispersore e binario, e che sia invece interdetto in condizioni normali. Ciò garantisce da ogni possibile infiltrazione della corrente continua di ritorno nel dispersore, così da scongiurare il pericolo delle corrosioni elettrolitiche sui suoi componenti.

#### 3.3.2.4 Cavidotto di alimentazione

Le stesse problematiche di spazio che impediscono la realizzazione di un piazzale AT tradizionale impediscono anche l'installazione di alimentatori aerei 3kV con sezionatori montati su palo. Data l'area a forte urbanizzazione, va considerato anche l'impatto visivo che avrebbe avuto la costruzione di sezionatori aerei e alimentatori aerei 3kV su palo, fino alla linea di contatto. Si costruirà un cavidotto di alimentazione, di circa 400m, contenente le condutture di alimentazione, il negativo, il comando e controllo dei sezionatori ed il telecomando. La disposizione degli alimentatori nelle tubazioni risponde ad esigenze di distribuzione delle risalite in sede di rilevato.

E' di competenza del realizzatore della SSE anche l'esecuzione del suddetto cavidotto, degli attraversamenti ferroviari e delle risalite degli alimentatori su palo, fino ai poli dei sezionatore a corna aerei 3kV prima delle calate sulla LdC. Sarà di competenza del realizzatore della TE la posa dei sezionatori aerei, motorizzati e telecomandati ridonati di quelli di sottostazione.

All'inizio del cavidotto, in corrispondenza del confine di sottostazione, si dovrà provvedere a sezionare gli schermi dei cavi di alimentazione al fine di non propagare all'esterno potenziali pericolosi di sottostazione che si potrebbero originare in SSE. Gli schermi della parte di cavedio interna alla SSE sarà messa a terra lato sottostazione mentre l'altro estremo sarà isolato. Il cavedio uscente avrà gli schermi isolati lato sottostazione e messi a terra lato linea di contatto.

Per maggiori dettagli sul cavidotto consultare l'elaborato: "SSE LEGNANO - Planimetria ubicazione impianto e cavidotto alimentatori" MDL112D26P7SE0200001A.

### 3.3.2.5 Impianti accessori

Gli impianti accessori saranno analoghi a quelli di Cabina TE raccordo Y citati precedentemente.

Si ricorda solo che l'energia per l'alimentazione dei servizi ausiliari di SSE sarà erogata da una fornitura Enel, con interposto adeguato trasformatore di isolamento e sarà prevista una sorgente di energia, in corrente continua costituita, da una batteria stazionaria.

Verrà installato un circuito di apertura generale.

Tutti i dettagli degli impianti accessori sopra descritti sono desumibili dagli elaborati di progetto.

### 3.3.2.6 Quadri di governo delle apparecchiature

I quadri di governo saranno analoghi a quelli di Cabina TE raccordo Y citati precedentemente salvo la presenza di ulteriori apparecchiature dovute al reparto di AT.

La gestione completa di tutta l'impiantistica elettromeccanica sopra descritta viene effettuata dal sistema dei quadri elettrici di SSE, anch'essi collocati all'interno del fabbricato e suddivisi in:

- quadro elettrico generale, comprendente i sottoquadri dei Servizi Ausiliari in c.a. e dei Servizi Ausiliari in c.c.;
- il quadro di comando e controllo dei sezionatori TE di 2a fila costituito da due sezioni (ognuna capace di comandare e controllare max 6 sez) per un totale di max12 tra seconda fila e fasci di binari di piazzale. In sede di progetto finale per CDS, rispetto allo schema riportato nella presente relazione, è previsto un terzo binario Parabiago Gallarate, per cui la sottostazione dovrà essere equipaggiata per comandare 10 sezionatori tipo 2a fila.
- quadro di telegestione, per il controllo centralizzato di tutte le apparecchiature sensibili facenti capo all'impianto e l'interfaccia con un Sistema di Telegestione di livello superiore (DOTE).

Per quanto attiene a quest'ultimo quadro, esso si inserisce in un sistema generale di governo della Cabina, costituito dal quadro suddetto, che accoglie l'Unità Centrale di Automazione (UCA), da una serie di Unità Periferiche di Automazione (UPA) a loro volta suddivise in Unità periferiche di Protezione (UPP) e Unità Periferiche di Controllo (UPC), dislocate presso le apparecchiature sotto controllo, e da una Rete di Comunicazione tra le Unità suddette.

La SSE di Legnano sarà inserita nel sistema di telegestione DOTE del Nodo di Milano.

Il complesso dei quadri previsti viene completato da un armadio telefonico la cui fornitura sarà a cura della specialistica TLC.

### 3.3.2.7 Arredi e mezzi d'opera

Oltre a quanto già previsto nel Capitolato Tecnico Opere Edili, dovranno essere fornite, a corredo della SSE attrezzature, arredi e mezzi d'opera quali: Cassetta di pronto soccorso, Scala a sfilo in vetroresina da 5 m, Scaffalatura metallica vedere analogo paragrafo Cabina TE Racc.Y.

### 3.3.2.8 Impianto di terra e negativo

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 essenzialmente da un dispersore orizzontale di tipo magliato. Essendo gli impianti disperdenti di SSE e di Enel estremamente ravvicinati si prevede che essi vengano resi solidali.

Il dispersore sarà tanto più efficace quanto più risulterà basso il valore della sua resistenza di terra. A tal fine esso verrà realizzato con conduttori nudi in corda di rame, in intimo contatto con il suolo, interrati orizzontalmente sotto l'area del piazzale di SSE e collegati tra loro in modo da formare una rete magliata, come illustrato nel relativo disegno di progetto citato tra i riferimenti.

Al dispersore di terra di SSE sono collegate tutte le masse metalliche di piazzale, mediante conduttori di terra in corda di rame ricotto da 115mm<sup>2</sup> di sezione (almeno due collegamenti per ciascuna massa/apparecchiatura, in posizioni diametralmente opposte).

Il cancello metallico d'accesso non deve essere collegato al dispersore principale magliato ma essere munito di un proprio impianto di terra indipendente.

Le apparecchiature interne al fabbricato sono collegate ad apposita bandella metallica di rame giallo\verde (isolata rispetto a terra) che copre il perimetro interno della SSE con interposti appositi relè di massa di tipo elettronico.

L'unico collegamento tra sopraddetta bandella e la rete di terra magliata deve avvenire in cella negativi mediante interposizione di relè elettronico in serie a relè elettromeccanico.

### 3.3.3 Sottostazione di RHO

La sottostazione di RHO è una sottostazione esistente, per essa sarà previsto il solo ampliamento del fabbricato al fine di ospitare due nuove celle alimentatori.

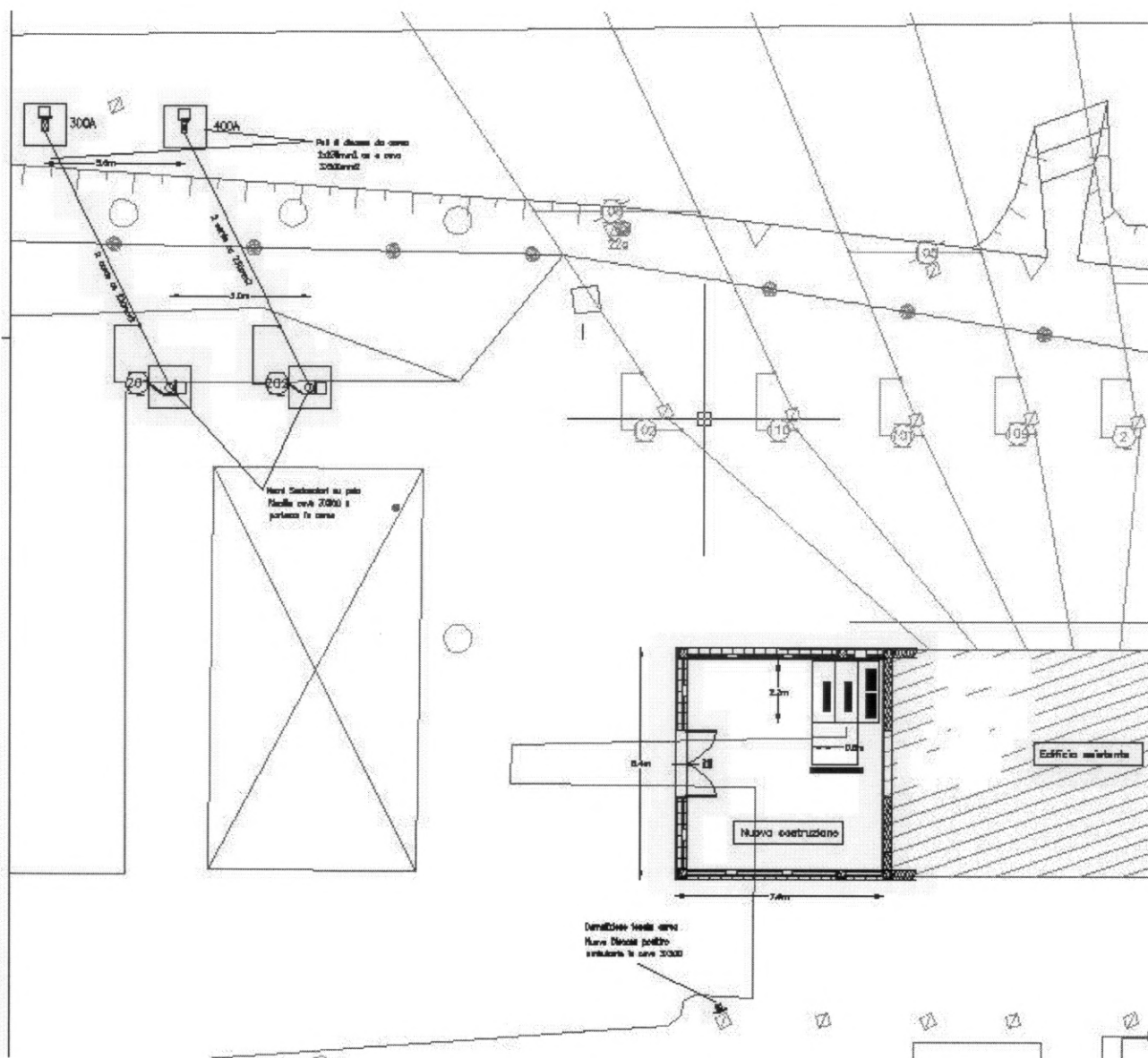


Figura 6. Inquadramento territoriale SSE di RHO

In figura 6, accanto all'edificio esistente è evidenziata la nuova ala che costituirà l'ampliamento.

Le due nuove celle alimentatori saranno solo predisposte per il nuovo sistema di comando e controllo, rispondente alla specifica RFI DMA IM LA STC SSE 400 e 401. Per la SSE di Rho non è previsto l'inserimento di un sistema di automazione e diagnostica di ultima generazione, ma il mantenimento dell'esistente.

Le nuove celle alimentatori, mediante sbarra positiva (4x6x100mm), verranno collegate alla omnibus esistente.

I riferimenti del negativo dei nuovi quadri alimentatore, costituiti ognuno da due condutture 2 x 120mm<sup>2</sup>, verranno integrati con la sbarra del negativo esistente di SSE.

Nel piazzale 3kV di SSE si provvederà alla fornitura in opera di due pali tubolari TE atti a sostenere altrettanti sezionatori a corna 3kV da esterno, rispondenti alla norma TE 100/87, scaricatori di sovratensione 3kV cc, completi di struttura portante e gabbia di protezione, rispondenti alla norma TE 181/1981, nonché i relè voltmetrici necessari per l'asservimento. Completano l'allestimento argani a motore, per la manovra elettrica dei sezionatori da remoto. In figura 6, i due nuovi pali tubolari sono ubicati in alto a sinistra, all'interno della recinzione di SSE ed ospitano i sezionatori n° 201 e 202.

Verrà costruito un nuovo cavidotto che, dai quadri alimentatore 3kV arriverà ai piedi dei nuovi pali tubolari, ed ospiterà le condutture di alimentazione, (da eseguirsi in cavo, 3x1x500 mm<sup>2</sup> RG7H1R con schermo da 95mm<sup>2</sup>) e ed i cavi di comando e controllo dei sezionatori.

Dai poli dei sezionatori lato linea, mediante due tesate aeree (2 corde cu 230mm<sup>2</sup>) che ci si amarrerà a due pali, di tipo LSF, esterni alla SSE. Da questi ultimi, le condutture di alimentazione ridiscenderanno in cavo e in cavidotto serviranno i binari di pertinenza, desumibili dallo schema TE di figura 2. Le tesate aeree e gli sfocchi sulle teste cavo dei pali LSF rappresentano i limiti di intervento di competenza dell'intervento nella sottostazione di RHO.

I nuovi quadri alimentatori e sezionatori aerei saranno inseriti nel sinottico esistente di SSE ed integrati con il telecomando anch'esso esistente.

Dovranno essere effettuate modifiche al dote di Milano Centrale al fine di adeguarlo alla nuova configurazione alimentatori.

L'attuale tesata del positivo, dove normalmente avviene il collegamento della SSE ambulante, risulterà interferente con il nuovo ampliamento del fabbricato di SSE. Essa dovrà essere demolita e il collegamento all'ambulante avverrà in cavo. Verrà dunque messa in opera una conduttura in cavo 3x1x500mm<sup>2</sup> e schermo sez. da 95mm<sup>2</sup> che scenderà lungo il palo di amarro della attuale tesata dell'ambulante (in basso di fig.6) mediante cavidotto interrato di nuova costruzione, si entrerà in SSE. Una volta dentro avverrà l'attestamento al polo positivo del sezionatore bipolare (dell'ambulante) esistente.

Tutti gli interventi di piazzale elencati prevedono, ove richiesto il ripristino e/o raccordo con la rete di terra di SSE esistente. Per la rete di terra interna, la nuova ala del fabbricato dovrà prevedere sbarra collettrice di terra, collegamenti delle masse e raccordo con bandella collettrice di terra del fabbricato esistente

#### 4 CONCLUSIONI

Sono stati descritti nella relazione le azioni necessarie per la realizzazione della componente impiantistica della nuova infrastruttura, nonché evidenziati gli interventi di modifica agli impianti in esercizio, con riferimento al sottosistema Sottostazione Elettriche.

Il presente documento permette quindi di inquadrare qualitativamente gli interventi previsti e consente, attraverso la definizione delle caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature, la valorizzazione delle opere a progetto.