



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



FERROVIENORD
FNMGROUP



NORD_ING
FNMGROUP

CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

Q 0 3

D

b

0 2 1

T E

- -

R 0

AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL
NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO
Progetto definitivo

TRAZIONE ELETTRICA
RELAZIONE TECNICA E CAPITOLATO

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Ott. 2020	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING S.r.l.
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Antonella Volta

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Marco Mariani

Progettista



Collaborazione



REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
Ottanelli	Donnini	Baldini	06/08/2020
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

SOMMARIO

1. TRAZIONE ELETTRICA	2
1.1. Descrizione dell'intervento	2
1.2. Standard costruttivi	2
1.2.1. <i>Conduttori linee di contatto esistenti</i>	3
1.2.2. <i>Sostegni della linea di contatto</i>	4
1.2.3. <i>Blocchi di fondazione</i>	4
1.2.4. <i>Distanza palo – rotaia</i>	4
1.2.5. <i>Tiranti a terra</i>	4
1.2.6. <i>Altezza della linea di contatto sul piano del ferro</i>	5
1.2.7. <i>Isolatori</i>	5
1.2.8. <i>Sospensioni, distanza filo – fune</i>	5
1.2.9. <i>Campate e poligonazione</i>	5
1.2.10. <i>Dispositivi di tensionatura a taglia, regolazione automatica dei conduttori</i>	6
1.2.11. <i>Schema di alimentazione e sezionatori</i>	6
1.2.11.1. <i>Cartellonistica di sicurezza</i>	7
1.2.11.2. <i>Sezionatore a corna 3Kv cc</i>	7
1.2.11.3. <i>Comando e controllo sezionatori</i>	8
1.2.12. <i>Punto fisso</i>	10
1.2.13. <i>Pendini</i>	11
1.2.14. <i>Linee di alimentazione 3kVcc</i>	11
1.2.15. <i>Circuito di terra, protezione e ritorno</i>	11
1.3. Prescrizioni particolari per le forniture in opera	13
1.3.1. <i>Requisiti dei materiali e apparecchiature da fornire</i>	13
1.3.2. <i>Materiali da fornire da parte dell'appaltatore</i>	13
1.4. Elaborati costruttivi e as-built	13
1.5. Normative di riferimento	14

1. TRAZIONE ELETTRICA

1.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento relativo alla trazione elettrica è abbastanza vasto ed è maggiormente concentrato nella zona interessata dalla modifica dell'armamento. Tutta la restante parte resterà inalterata tranne, ovviamente, per i limitati lavori di passaggio fra la parte rinnovata e la parte che resterà invariata.

Le attività che verranno svolte saranno essenzialmente le seguenti:

- Rimozione dei pali incompatibili con la nuova situazione di progetto;
- Posa di nuovi pali di tipo LSU;
- Posa di nuovi portali tralicciati e travi MEC;
- Rifacimento delle condutture relative alla stazione;
- Spostamento delle linee di alimentazione sui nuovi sostegni e rifacimento percorsi di alimentazione;
- Rifacimento del circuito di terra e protezione;

il tutto secondo le caratteristiche che verranno riportate nei paragrafi seguenti.

Il passaggio dalla situazione esistente alla situazione futura di progetto avverrà per fasi al fine di mantenere durante i lavori la continuità dell'esercizio ferroviario. Più nel dettaglio le lavorazioni saranno:

- Elettrificazione dei nuovi binari –II e –III con Linea di Contatto 440 mm² C.P.R;
- Elettrificazione nuovi binari –I, –IV e nuovo tracciato, con Linea di Contatto da 320 mm² C.P.F.;
- Adeguamento dell'elettrificazione in essere al nuovo PRG del ferro:
 - Radice lato Novate, linea diretta e linea locale;
 - Radice lato Cadorna linea diretta;
- Nuovi tratti di linee di alimentazione 3 KVcc in cavo, dalla nuova SSE fino al collegamento con le linee di alimentazione di tipo aereo esistenti;
- Nuove linee di alimentazione 3 kVcc per il passantino RFI, da realizzare in cavo.

1.2. Standard costruttivi

Vengono di seguito descritti gli standard applicati per la progettazione dell'elettrificazione.

È comunque da rilevare che tutto quanto previsto è di normale utilizzo negli impianti ferroviari, nel rispetto delle Norme e circolari cui si elencano le principali:

- Norme Tecniche T.E. 118 - Ed. 1982;
- Circolare delle Ferrovie - Istruzione C. 3 ed. 1970 del 01.12.1970;
- Circolare delle Ferrovie n. IE/276/611 del gg. 08.07.1981;
- Capitolato tecnico RFI Ed. 2008 "Esecuzione di un insieme di lavori autonomi ed a sé stanti di rinnovo e adeguamento delle condutture di contatto, dei pali e delle mensole di sostegno della linea di alimentazione elettrica da eseguirsi su tratti di linea della Rete Ferroviaria Italiana";

- Capitolato tecnico RFI Ed. 2014 per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3kVcc.;
- "Norme per l'esercizio degli impianti di trazione elettrica" di FERROVIENORD – ed. 2013.
- Regolamento UE 1301/2014;
- CEI EN 50119 -Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica.
- Norma CEI EN50122/1 /2/3 9.6) -"Applicazioni ferroviarie — Installazioni fisse.
 - Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico;
 - Parte 2: Effetti delle correnti vaganti;
 - Parte 3: Interazione mutua di sistemi di trazione in ca e cc.
- CEI 11-4 Norme per l'esecuzione delle linee;
- CEI EN 50123-1 (9- 26/1) Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua;
- CEI EN 50123-3 (9- 26/3) Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua;
- CEI EN 50123-5 (9- 26/5) Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua;
- Istruzione tecnica RFI DMAIM TE SP IFS 006 A Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea;
- IE 166 (610/600) Norme per la sicurezza per l'esercizio delle linee;
- DM 37/2008 - D.lgs Norme per la sicurezza degli impianti.
- RFI DMA LG ISF 8B- Segnaletica per la Linea di contatto.

La linea di contatto dovrà consentire sempre una captazione regolare della corrente ad una velocità massima pari a 120 Km/h.

1.2.1. Conduttori linee di contatto esistenti

Le caratteristiche delle linee sono le seguenti:

- Binari di corsa binari -II e -III - sezione complessiva 440 mm²:
 - n° 2 funi portanti regolate di sezione 120 mm², tensione di 1125 daN;
 - n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm², tensione di 1000 daN cadauno.
- Binari di corsa binari -I e -IV - sezione complessiva 320 mm²:
 - n° 1 fune portante regolata di sezione 120 mm², tensione di 1075 daN a +15°;
 - n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm², tensione di 1000 daN cadauno.
- Binari di corsa linea diretta- sezione complessiva 320 mm²:
 - n° 1 fune portante regolata di sezione 120 mm², tensione di 1075 daN a +15°;
 - n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm², tensione di 1000 daN cadauno.
- Binari di corsa linea locale - sezione complessiva 320 mm²:
 - n° 1 fune portante fissa di sezione 120 mm², tensione di 1075 daN a +15°C;
 - n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm², tensione di 750 daN cadauno.
- Binari secondari e comunicazioni - sezione complessiva 220 mm²:
 - n° 1 fune portante fissa di sezione 120 mm², tensione di 819 daN a +15°C;
 - n° 1 filo di contatto regolato di sezione 100 mm², tensione di 750 daN.

La fune portante dovrà essere di rame crudo CU-ETP UNI 5649-65 NT TE 25 con formazione 19x2.8, diametro 14 mm, sezione nominale di 120 mm², carico di rottura minimo di 4679 daN.

Il filo di contatto sarà del tipo sagomato di rame/argento con diametro di 11,8 mm, sezione nominale di 100 mm², con le caratteristiche da specifica STF TE 40.

1.2.2. Sostegni della linea di contatto

Per i nuovi sostegni è previsto un utilizzo generalizzato dei pali tipo "LSU", come da disegno E66013d, i quali verranno fissati ai blocchi di fondazione come da disegno E64865e.

Per i nuovi TS di stazione verranno utilizzati dei portali di ormeggio tipo tralicciato, come da disegno E65018c, E65109 per travi d'ormeggio a luce variabile, e dis 65020 per i blocchi di fondazione dei portali stessi.

Per tali sostegni dovrà essere previsto l'isolamento tra i tirafondi e la piastra del palo o pilone, che verrà realizzato tramite l'utilizzo di rondelle isolanti e relativo canotto. Le caratteristiche dei tirafondi da annegare nel blocco di fondazione, nonché le modalità di isolamento tirafondo-piastra, dovranno rispettare quanto previsto dal disegno E64866b.

1.2.3. Blocchi di fondazione

Tutte le fondazioni per sostegni T.E. dovranno essere di calcestruzzo armato.

In particolare, per i pali "LSU", i tirafondi dovranno essere annegati all'interno del blocco di fondazione di calcestruzzo armato formato in opera con resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ (classe di resistenza 25/30) le cui dimensioni e caratteristiche dovranno rispettare quanto indicato nel disegno E64865e. Il dislivello massimo tra piano ferro e filo superiore del pilastrino dovrà essere massimo di 25 cm.

Per i portali a traliccio si utilizzeranno le fondazioni come da disegno E65020b.

Per i sostegni da rimuovere, è prevista la demolizione del blocco di fondazione e il taglio degli eventuali tirafondi per almeno 20cm dal piano di calpestio. Una volta effettuata la demolizione, dovrà essere previsto il successivo reinterro, costipazione e ripristino del terreno.

In corrispondenza delle opere civili quali muretti, paratie, il nuovo ponte RFI, ecc... è previsto il fissaggio del sostegno T.E. nelle stesse OOC con una variazione di DR che può variare tra 2,00 e 2,40 m. I tirafondi di fissaggio saranno del tipo standard di fornitura T.E. dis E64866, E64687, E64874.

In casi particolari, ove non siano fattibili i blocchi di fondazione di dimensioni standard, nel progetto esecutivo e di dettaglio è da prevedere la verifica degli stessi con dimensioni adeguate alla sede ed agli spazi disponibili presenti.

1.2.4. Distanza palo – rotaia

Normalmente la distanza tra il fronte palo e l'interno rotaia più vicina è stabilita in 2.25 m. Sui marciapiedi e dove la situazione lo richiedesse, tale distanza può variare ma mantenendo una distanza minima di 2.00 m.

In presenza di canalizzazioni o cunicoli affioranti, si potrà esaminare la possibilità di aumentare la distanza palo - rotaia, onde ottenere un andamento lineare di detti cunicoli.

1.2.5. Tiranti a terra

Tutti i pali destinati all'ormeggio di conduttori (Condutture TE di binari di corsa, secondari, linee di alimentazione, stralli di punto fisso, trefolo di protezione), devono essere previsti di tirante a terra.

La tipologia di ancoraggio del tirante alla fondazione è del tipo con piastra (disegno E64867g) e tirafondi isolati (disegno E64874c), annegati in fondazione (disegno E64881d) costituita da calcestruzzo armato a “Prestazione Garantita” formato in opera con classe di resistenza minima C30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$), con requisiti secondo norma UNI 9858/91, realizzata secondo STC RFI DMA IM TE SP IFS 060. La tabella di impiego relativa ai tiranti a terra, definiti “TTA, TTB, TTC”, unitamente all’elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio sono definite nel disegno E64854b.

1.2.6. Altezza della linea di contatto sul piano del ferro

L’altezza del filo di contatto potrà variare con una pendenza di raccordo tra le due altezze non superiore al 2‰.

Non è prevista alcuna variazione di altezza rispetto alla situazione attuale. L’altezza delle linee dei nuovi binari dovrà essere pari ad almeno 5,00m.

In alcuni tratti di linea, dove gli ingombri dei manufatti non permettono soluzioni alternative, la quota sul piano ferro potrà essere ridotta, ma non dovrà essere inferiore alla quota minima prevista dalla sagoma Gabarit B plus, corrispondente a PMO 3 (4,85 m sotto sospensione e 4,7 m in centro campata).

1.2.7. Isolatori

Le attrezzature di isolamento saranno del tipo standard ed utilizzeranno i nuovi isolatori portanti sintetici (cat.773/1910) e, per l’ormeggio delle condutture, i nuovi isolatori d’ormeggio (cat.773/1950).

1.2.8. Sospensioni, distanza filo – fune

Verranno utilizzate, come da situazione attuale, mensole orizzontali in acciaio con normali sospensioni da esterno.

La distanza che verrà tenuta, su ogni sospensione, tra fune portante e fili di contatto sarà generalmente di 1.40 m.

Anche per la linea di contatto con fune fissa, così come avviene per la fune regolata, gli attacchi della mensola al palo dovranno essere del tipo snodato così come dovrà essere snodato l’attacco tirante-mensola-palo, tramite l’utilizzo di doppio anello.

1.2.9. Campate e poligonazione

La lunghezza delle campate è stata calcolata in funzione dell’andamento planimetrico della linea nel rispetto della necessità di realizzare la poligonazione del filo di contatto rispetto all’asse del binario con $-20/+20 \text{ cm}$. Di conseguenza le campate, con sospensione di 1.40 m, hanno lunghezza variabile con un massimo di 60 m, in rettifilo o in curve con raggio maggiore di 1400 m.

La corda portante, per i binari di corsa con fune regolata, verrà anch'essa poligonata come da standard RFI ed in particolare:

- Sull'asse del binario (0 mm):
 - in rettilineo;
 - curve di raggio superiore o uguale di 2000 metri nelle zone normali;
 - curve di raggio superiore o uguale di 1400 metri nelle zone a forte vento.
- Esterna (+ 600 mm):
 - curve di raggio inferiore ai casi precedenti.

La corda portante, per la condotta con fune fissa, seguirà la poligonazione del filo di contatto.

La lunghezza fra due campate adiacenti non dovrà essere superiore a 10m tranne in casi particolari che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

1.2.10. Dispositivi di tensionatura a taglia, regolazione automatica dei conduttori

Per mantenere i fili di contatto ad un'altezza il più possibile costante, i conduttori di contatto dei binari di corsa verranno contrappesati a 1000 daN (750daN per la condotta a semplice filo o per i fili di contatto con corda fissa).

La fune regolata verrà contrappesata a 1125 daN per la linea a 440 mm².

Per realizzare le contrappesature dei binari di corsa saranno utilizzati, sia per la regolazione dei fili di contatto che delle funi portanti, dei dispositivi a taglia con rapporto 1:5 installati sui pali o portali oppure, dove le circostanze lo richiedano, tramite dei dispositivi a molla tipo "tensorex C+".

La lunghezza massima prevista dei tratti di RA:

- per i tratti completi di regolazione ad entrambe le estremità, è prevista di 1400 m, sia per le LdC con corda portante fissa che regolata;
- per le semi-regolazioni lunghezza massima 700 m.

Il montaggio/disposizione sarà come indicato nei dis. E56000/4s e E56000/8s, per la regolazione su palo e su portale.

L'ormeggio dei conduttori è previsto come l'elaborato E56000/3s.

Per la formazione degli ormeggi regolati delle condutture di contatto dei binari secondari e delle comunicazioni, è valido quanto in precedenza indicato.

L'attacco del dispositivo di tensionamento sarà quello idoneo al tipo di sostegno e/o parete previsto.

1.2.11. Schema di alimentazione e sezionatori

Lo schema di alimentazione della stazione subirà modifiche rispetto alla situazione attuale, di conseguenza dovrà essere aggiornato anche il sinottico del quadro comando sezionatori e i collegamenti allo stesso. Tutte le operazioni di modifica del quadro comando, le prove di funzionamento e il collaudo sono da ritenersi compresi e compensati nell'importo di gara.

Gli isolatori di sezione percorribili da utilizzare dovranno essere del tipo ARTHUR FLURY o equivalente per velocità fino a 60 km/h.

I conduttori della linea di alimentazione attuale verranno sostituiti. In particolare verranno utilizzati n.2 conduttori in corda di rame crudo della sezione di 155 mm² come da situazione attuale. Nel montaggio delle mensole degli alimentatori si dovrà prestare attenzione che la distanza fra la mensola della sospensione e gli isolatori delle condutture di alimentazione sia superiore a 3m.

Al di sopra di spazi percorribili dal pubblico, negli attraversamenti, in curva, il sostegno dei conduttori dell'alimentatore dovrà avvenire tramite n.2 isolatori portanti (n.1 per ogni conduttore) con un sistema "a losanga".

La motorizzazione dei nuovi sezionatori e/o di quelli spostati con predisposizione al telecomando, è prevista con le indicazioni contenute nella circolare RE/ST.IE/1/97.605 edizione 1997 dis.E71520, con previsione di ampliamento del quadro di comando, posa di nuovi conduttori, allungamento ove possibile degli esistenti e posa dei nuovi sezionatori.

1.2.11.1. Cartellonistica di sicurezza

La cartellonistica di sicurezza, i cartelli monitori, le caratteristiche di realizzazione delle zone elettriche, saranno quelli previsti dalle norme tecniche di FERROVIENORD.

I cartelli di avvertimento e di segnalazione ("ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO", "ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE", ecc...) seguono quanto previsto dal Regolamento Segnali di FERROVIENORD.

Per TUTTI I SOSTEGNI della stazione dovrà essere fornita (o sostituita) e montata la cartellonistica di pericolo e di individuazione del palo.

I sostegni portanti l'alimentatore dovranno essere dotati di gonnella bianca di segnalazione.

1.2.11.2. Sezionatore a corno 3Kv cc

I sezionatori a corno dovranno essere forniti in accordo alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI/DM.IM.ETE/TE 100 "Sezionatori a corno unipolari per corrente continua 3.4kV – 1.8kA da montarsi all'aperto", con in aggiunta le caratteristiche sottoelencate.

- Il sezionatore unipolare a corno dovrà possedere contatti ausiliari di segnalazione (categorico RFI 794/357);
- La costruzione dovrà essere in grado di supportare correnti di punta sino a 3000 A;
- La manovra dovrà essere possibile sia manualmente sia tramite comando a motore;
- La tensione di funzionamento per il comando sarà a 144V (per i sezionatori in linea) o a 110V (per i sezionatori in ambito SSE);
- La costruzione dovrà essere per installazione all'aperto, anche in atmosfera aggressiva, con 5 isolatori in gomma siliconica e vetroresina, parti ferrose principali e viteria oltre M12 zincata a caldo, minuterie in acciaio Inox, parte conduttrice principale in rame elettrolitico con sezione minima 1200 mm².

- **Caratteristiche elettriche**

- Tensione nominale (Vn) 3.600V c.c.;
- Corrente nominale 1.800A continuativi;
- Corrente di picco 3.000A max 30 minuti;
- Rigidità dielettrica 30kV in c.a. fra le parti in tensione e la massa. 20 kV in c.a. fra i poli, a sezionatore aperto;
- Temperatura a regime (Ta = 22°C) Ta + 40°C in corrente continua;
- Ta + 50°C in corrente alternata (prova eseguita senza parti ferrose di protezione).

- **Caratteristiche elettriche**

- Temperatura di funzionamento Da -25°C a +70°C;
- Umidità max di funzionamento (non condensante) 95% UR;
- Caratteristiche meccaniche;
- Dimensioni (LxAxP) 1120 x 1530 x 670 mm;
- Peso circa 150 Kg (escluso imballo).

1.2.11.3. Comando e controllo sezionatori

Generalità

E' prevista la fornitura e la posa di un nuovo quadro comando sezionatori per il comando di n.45 sezionatori (42+3 di riserva) che dovranno poter essere manovrati tramite telecomando dal Posto Centrale Impianti Elettrici (P.C.I.E.) di Saronno e localmente dal quadro di comando stesso ubicato nel locale Movimento dell'impianto.

Dovrà essere prevista anche la possibilità di manovra manuale.

A tal proposito dovranno essere previste tutte le necessarie apparecchiature, comprese quelle di alimentazione, e la relativa posa cavi, in particolare:

- quadro comando locale sezionatori con micromanipolatori su sinottico a tessere;
- raddrizzatore, disposto in locale tecnologico o sala relè, collegato al quadro comando locale;
- armadio telecomando collegato al quadro comando locale;
- modifica apparecchiatura del PCIE per la gestione dei nuovi posti satellite;
- modifica dell'interfaccia grafica del software TLC.

Dovrà essere, inoltre, implementata una logica per la chiusura dei sezionatori di messa a terra in simultanea all'apertura di altri sezionatori normalmente chiusi.

La fornitura dovrà comprendere tutta la mano d'opera, materiali e mezzi per l'esecuzione della fornitura completa e pronta a funzionare.

Quadro di comando

Il comando e controllo dei sezionatori di linea e di stazione è previsto per gestire i comandi e controlli nelle seguenti modalità:

- da telecomando;
- dal presente quadro di manovra.

L'alimentazione ausiliaria al quadro sarà fornita dall'alimentatore esistente in corrente continua alla tensione di 144Vcc.

Il quadro dovrà contenere le seguenti apparecchiature:

- Apparecchiature di ingresso per l'alimentazione ausiliaria sopracitata, costituita da interruttore di manovra (sezionatore) di taglia adeguata;
- Segnalatore multiled di presenza tensione inserito nel sinottico;
- Interruttori di protezione dei circuiti di comando di ciascun sezionatore, completi di contatto di segnalazione di scattato;
- Relè di logica e controllo per ciascun sezionatore;
- Contattori ausiliari attuatori di comando per ciascun sezionatore;
- Logiche di blocco ed interblocco qualora necessarie;
- Selettore scelta servizio TE-TI (telecomando escluso / incluso), dotato di tutti i contatti sufficienti per la gestione delle logiche e per la segnalazione a distanza della posizione;
- Manipolatori, dotati di chiave specifica per ogni sezionatore, per il comando di apertura e chiusura;
- Segnalatori a croce multiled per la segnalazione della posizione di ciascun sezionatore;
- Sinottico a tessere serigrafato composto da tessere di dimensione 24x24mm, riportante la serigrafia del sito, nel quale saranno inserite le apparecchiature di comando e segnalazione di cui sopra;
- Segnalatore acustico a seguito manovra sezionatori (con telecomando escluso) o anomalie nel sistema;
- Pulsante di tacitazione segnalatore acustico;
- Serie di pulsanti per allarmi (acquisizione e ripristino) e di prova efficienza lampade;
- Acquisizione allarme da caricabatterie o alimentatore/raddrizzatore;
- Circuito di antipompaggio;
- Lampade di segnalazione per ciascun sezionatore di aperto, chiuso.

A telecomando incluso, da comando locale dovranno essere inibite tutte le manovre di chiusura dei sezionatori, mentre saranno possibili quelle in apertura. A telecomando escluso, dovranno essere inibite tutte le manovre da remoto (sia in apertura che in chiusura).

La logica comando di manovra sezionatori sarà generalmente del tipo a eccitazione per i sezionatori in stazione tranne casi particolari che verranno opportunamente comunicati.

Il montaggio delle apparecchiature all'interno del quadro dovrà essere effettuato in modo da dividere fisicamente le apparecchiature appartenenti alla gestione di ciascun sezionatore.

All'interno del quadro tutte le parti in tensione a quadro aperto dovranno essere inaccessibili.

Dovrà essere prevista la morsettiera dedicata a ciascun sezionatore, nonché la morsettiera separata per l'interfaccia con il sistema di telecomando.

Il quadro dovrà essere di tipo in carpenteria metallica prefabbricata standard di primario costruttore, di tipo per appoggio a pavimento, accessibilità solo anteriore, dimensioni e colore da concordare con la DL in relazione ai vari siti.

Il cablaggio degli ausiliari dovrà essere eseguito con cavi unipolari tipo NO7G9-K non propaganti l'incendio, assenza di gas corrosivi, ridotta emissione di fumi, ridottissima emissione di gas tossici (NORME CEI 20-22) dalle sezioni di 1,5 - 2,5 - 4 mm² secondo le necessità dei circuiti.

Anche le canalette utilizzate per il cablaggio dovranno essere di tipo antifiamma a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Le condizioni ambientali di servizio dovranno essere le seguenti:

- temperatura ambiente max + 40° C
- temperatura ambiente minima - 10° C
- altitudine * 1000 m
- valore medio di umidità * 90%

PROVE E COLLAUDI IN FABBRICA

I quadri dovranno essere sottoposti alle prove applicabili in accordo alle norme di riferimento.

Le prove di accettazione saranno effettuate su tutti i quadri previsti nella fornitura.

Il collaudo dovrà essere anche di tipo funzionale, simulando le apparecchiature ad esso connesse, oltre i comandi provenienti da telecomando e le relative segnalazioni.

Le prove dovranno essere documentate in accordo a quanto concordato con la DL.

1.2.12. Punto fisso

Il punto fisso per LdC a corda fissa verrà realizzato mediante collegamenti fra fili di contatto e fune portante realizzati con uno spezzone di corda di rame da 85 mm².

Il punto fisso per LdC a corda portante regolata è realizzato su pali, orientativamente al centro di ogni tratta di RA, con la/le fune/i bloccata/e su apposito morsetto e relativa staffa, secondo quanto previsto nell'elaborato E56000/2s per attrezzaggio su mensola orizzontale tubolare in acciaio.

Gli stralli del punto fisso, per il blocco della mensola sono previsti con cavo in Kevlar.

Per condutture con pezzatura di lunghezza inferiore a 700 m sono previste delle semiregolazioni.

1.2.13. Pendini

Per la linea con fune portante ormeggiata fissa ed il filo di contatto contrappesato, si utilizzeranno dei pendini in filo di rame di diametro 5 mm accavallati alla corda portante e con interposta selletta per diminuire il consumo dei pendini stessi.

Per la linea con fune portante e fili di contatto regolati, si utilizzeranno dei pendini di tipo "A" in filo di rame di diametro 5 mm.

Per le nuove Linee di Contatto da 440 mm² CPR il pendino da impiegare nelle campate normali è descritto nell'elaborato E64442, realizzato con morsetti in lega di rame del tipo in CuNi2Si, collegati con cordino in bronzo di sezione 16 mm². Nelle campate in prossimità degli ormeggi dovrà essere utilizzato un pendino regolabile (E64918).

1.2.14. Linee di alimentazione 3kVcc

Le linee di alimentazione in aereo, interessate dal presente progetto, sono realizzate su pali con corde di rame da 155 mm² (per alimentazione della linea a 320 mm²) e corde di rame da 230 mm² (per alimentazione della linea a 440 mm²).

I nuovi tratti di linee di alimentazione in cavo, previsti dalla nuova SSE fino al collegamento con le linee in aereo esistenti, avranno la seguente formazione:

- 3 cavi 1x240 mm² per l'alimentazione di LdC da 320 mm²;
- 4 cavi 1x240 mm² per l'alimentazione di LdC da 440 mm².

Il tipo di cavo previsto è della seguente tipologia -RG7H1M1 12/20kV.

Le nuove linee di alimentazione in cavo saranno posate in cavidotto predisposto come opera civile, di sezione e consistenza adeguata, sia per la parte nella nuova SSE che per la parte di attraversamento del cantiere di costruzione della sede e dei nuovi binari -I, -II, -III e -IV.

La restante parte, nella sede esistente, è prevista in cunicolo interrato 40 cm e pozzetti d'ispezione posti in corrispondenza dei sostegni risalita cavi.

1.2.15. Circuito di terra, protezione e ritorno

Gli anelli di terra non subiranno importanti modifiche, nella loro lunghezza, rispetto alla situazione attuale. Tutto l'anello di terra esistente dovrà essere completamente rifatto e sarà costituito da n.2 corde di alluminio da 125 mm²; gli attraversamenti su binari verranno realizzati tramite n.2 corde di rame da 120 mm².

Tutti i sostegni dovranno essere collegati con due tondi in acciaio di diametro 12 mm ad un proprio dispersore di terra in acciaio zincato di diametro 40 mm che verrà infisso nel terreno.

Il collegamento diodo-conessioni induttive verrà realizzato tramite due cavi in alluminio-acciaio tipo TACSR di sezione $\varnothing 19,62\text{mm}$, sez. 170mm^2 , come da specifica RFI DMRIM STF IFS TE086 A.

Le attività previste di ampliamento del circuito di protezione e ritorno consistono in:

- Estensione del circuito stesso delle tratte limitrofe fino a comprendere i nuovi portali di stazione;
- In stazione, esteso con la posa di due corde di terra in alluminio da 125mm^2 e attraversamenti in corda di rame da 120mm^2 ai nuovi sostegni previsti per i nuovi quattro binari e per l'adeguamento al nuovo PRG;
- All'interno dell'ampliamento del FV la soluzione prevista è come per la parte in essere;
- Posa di nuovi collegamenti al circuito di ritorno realizzati con dispositivi bidirezionali limitatori di tensione (STF RFI DMAIM TE SP IFS 001).

In stazione le corde saranno posizionate in prossimità del piano di contatto ad una distanza di 200 mm l'una dall'altra.

Ciascun nuovo sostegno sarà collegato ad un proprio dispersore di terra tramite due tondi di acciaio zincato, su marciapiede o in presenza stradello pedonabile, a dispersore di terra in pozzetto ispezionabile e collegamento in cavo, per ragioni di sicurezza.

Le pensiline, i ponti o altre strutture metalliche trovatesi nella zona di rispetto TE, dovranno essere collegate al circuito di ritorno attraverso dispositivi limitatori di tensione bidirezionali.

La continuità elettrica di ciascun tratto di circuito di terra, dovrà essere garantita con le necessarie richiusure ad anello in attraversamento dei binari, con collegamento in corde di rame da 120mm^2 in aereo, o in cavo gaffettato a parete, volta galleria, cavalcavia, solaio di copertura.

La resistenza verso terra di ogni tratto non dovrà superare il valore di 2 ohm; dove questo risultato non dovesse essere raggiunto, si dovrà migliorare il sistema tramite uno o più picchetti di terra profondi.

Il circuito di ritorno di stazione è previsto del tipo 2 e 3 per esigenze dell'apparato di sicurezza della e circolazione treni.

La completa definizione della planimetria attrezzata e del piano d'isolamento del nuovo apparato IS, consentirà l'esatta definizione dell'assetto del circuito di ritorno ed il posizionamento dei collegamenti del circuito di protezione al circuito di ritorno.

Nel rispetto della Norma CEI EN 50122 dovrà avvenire il coordinamento con gli altri impianti di terra di stazione.

A lavori ultimati sarà necessario effettuare delle prove al fine di verificare che i valori di tensioni di passo e contatto massime rilevabili siano quelli previsti dalla Norma CEI EN 50122.

Il circuito di protezione dovrà essere realizzato secondo la circolare F.S. n°. IE/276/611 del 08-07-1981 delle F.S, tenendo conto del disegno E56000/12s e comunque nel rispetto della Norma CEI EN 50122.

Tutti gli oneri previsti per la realizzazione delle prove richieste sono da ritenersi compresi e compensati nell'importo di gara.

1.3. Prescrizioni particolari per le forniture in opera

1.3.1. Requisiti dei materiali e apparecchiature da fornire

I materiali e le apparecchiature oggetto delle forniture in opera devono servire all'uso al quale sono destinati e corrispondere alle condizioni e requisiti previsti dal contratto nonché alle prescrizioni tecniche, ai disegni ed ai modelli indicati dagli enti preposti, comunque siano stati provveduti le materie prime, i semilavorati e le parti finite. Qualora le prescrizioni tecniche regolanti la fornitura in opera siano integrate da riferimenti a modelli, per la specificazione di caratteristiche non definite nelle prescrizioni stesse, i materiali da fornire devono corrispondere anche ai requisiti di tali modelli. Per tutto ciò che non fosse specificatamente prescritto, l'Appaltatore, tenuto presente le necessità dell'esercizio ferroviario, deve sempre attenersi alle migliori regole dell'arte, in modo da fornire quanto di più accurato si possa produrre, sia per qualità di materiali, sia per modo di lavorazione, sia infine per assemblaggio, e deve osservare per quanto possibile le unificazioni vigenti.

1.3.2. Materiali da fornire da parte dell'appaltatore

L'Appaltatore dovrà provvedere, in conformità del programma dei lavori, alla fornitura e posa in opera di tutti i materiali necessari per dare il lavoro ultimato e funzionante.

Tutti i materiali dovranno essere conformi a quelli illustrati nelle varie tavole di progetto, ovvero ai disegni forniti dall'Appaltatore e approvati dalla Direzione Lavori, ovvero ai disegni standard RFI. Per quanto ad essi applicabile, i suddetti materiali saranno sottoposti alle opportune verifiche e collaudi, in particolare per taluni di essi, prima della posa in opera, potranno essere richiesti dal Committente, collaudi e prove particolari su prototipo, a cura e spese dell'Appaltatore. Tutti gli oneri suddetti, si intendono compresi e compensati nei prezzi delle voci di tariffa relativi alle suddette forniture, anche quando ciò non sia esplicitamente menzionato dalle voci stesse.

1.4. Elaborati costruttivi e as-built

Nel richiamare gli Artt. 24 e 37 del Capitolato Appalto Lavori, si prevede fin d'ora la necessità che l'Appaltatore provveda a proprio carico e cura alla redazione dei seguenti documenti, ritenuti indispensabili per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte, per la "Presa in carico anticipata delle Opere" (M 7.5-09 R) da parte del Responsabile del Procedimento di FERROVIENORD e per "l'accertamento consistenza e consegna delle Opere" (M 7.5-09 S), di cui all'Art. 4 "Gestione Delle Attività Di Direzione Lavori" (P 7.5-09) della Procedura di Direzione Lavori.:

Progettazione costruttiva:

- a) Relazione descrittiva contenente la tipologia dei materiali da utilizzarsi.
- b) Piano di elettrificazione con indicate le lunghezze delle pezzature, la lunghezza ed il tipo di cavo utilizzato per il comando e il controllo dei sezionatori.
- c) Quadro comando sezionatori con relativo raddrizzatore, e schemi elettrici di entrambi.
- d) Schema elettrico.

- e) Circuito di terra (se non contenuto già nel piano di elettrificazione).
- f) Tabella mensole.
- g) Sezioni caratteristiche.
- h) Eventuali particolari di carpenterie e/o materiali utilizzati non a categorico RFI.
- i) Circuito di ritorno T.E.

N.B. - Tali documenti dovranno essere firmati dall'Appaltatore, approvati dal Direttore Lavori e vistati dalla Direzione O&M - Serv.Man.Tec/TRAZIONE ELETTRICA.

- j) Dichiarazioni di conformità: UNI CEI EN ISO/IEC 17050
- k) Per i componenti di interoperabilità: dichiarazioni di conformità alle STI UNI CEI EN ISO/IEC 17050, accompagnate da un certificato di controllo tipo 3.1 (1) UNI EN 10204.
- l) Piano di manutenzione: solo per gli apparati di nuova installazione non in uso presso FERROVIENORD.

AS-BUILT:

La copia degli As Built dovrà essere firmata da un Ingegnere abilitato incaricato dall'impresa, dal Direttore tecnico dell'Appaltatore, dal D.L. e siglato dal Responsabile del Procedimento, completo di:

- m) Relazione descrittiva contenente la tipologia dei materiali utilizzati.
- n) Piano di elettrificazione con indicate le lunghezze delle pezzature, la lunghezza ed il tipo di cavo utilizzato per il comando e il controllo dei sezionatori.
- o) Quadro comando sezionatori con relativo raddrizzatore (schema elettrico di entrambi).
- p) Circuito di terra (se non contenuto già nel piano di elettrificazione).
- q) Tabella mensole.
- r) Sezioni caratteristiche.
- s) Eventuali particolari di carpenterie e/o materiali utilizzati non a categorico RFI.
- t) Circuito di ritorno T.E.;
- u) Misure e verifiche delle condizioni di sicurezza per guasti a terra delle condutture TE (verifiche di Legge).

1.5. Normative di riferimento

Tutte le soluzioni progettuali adottate nella progettazione degli impianti cui si riferisce la presente relazione tecnica sono di normale utilizzo negli impianti ferroviari, nel rispetto delle Norme e Circolari sottoelencate di cui si riportano le principali:

- Tutte le Norme Tecniche e Circolari emanate dalle Ferrovie dello Stato per la fornitura ed il collaudo dei materiali;
- Norme Tecniche, Prescrizioni, Circolari, Capitolati, Istruzioni, emanate dalle Ferrovie dello Stato nelle edizioni più recenti per gli impianti di Trazione Elettrica;
- Norme Tecniche di FERROVIENORD;
- Capitolato tecnico RFI Ed. 2008 "Esecuzione di un insieme di lavori autonomi ed a sé stanti di rinnovo e adeguamento delle condutture di contatto, dei pali e delle mensole di sostegno della linea di alimentazione elettrica da eseguirsi su tratti di linea della Rete Ferroviaria Italiana";
- Capitolato tecnico RFI Ed. 2014;
- Costruzione condutture di contatto, TE 118 Ed. 1992;
- Circuito di ritorno TE e Terra, Istruz. C3/70 – edizione 1970;

- Circolare I.E. 41 - 43 n. 276/611 del 08/07/1981: Circuito di terra di protezione di piena linea;
- Circuito di Terra di protezione di piena linea, IE 276/611 del 08-07-1981;
- Continuità del circuito di ritorno durante i lavori, IE 87 611/600;
- Norme per l'esecuzione delle linee, CEI 11-4;
- Norme per la sicurezza per l'esercizio delle linee, IE 166 (610/600).
- Norme CEI, UNI e UIC nelle edizioni più recenti, in particolare:
 - CEI EN 50119 classificazione 9-2 "Linee aeree di contatto per trazione elettrica";
 - CEI EN 50122 classificazione 9-6 "Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra";
 - CEI EN 50123-1 (9-26/1) edizione II "Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua";
 - CEI EN 50123-3 (9-26/3) edizione II "Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua";
 - CEI EN 50123-5 (9-26/5) edizione II "Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua";
 - CEI EN 50123-6 (9-26-6) edizione II "Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua";
 - CEI EN 50119 (9-2) edizione I "Linee aeree di contatto per trazione elettrica";
 - CEI EN 60439-1 (17-13/1) edizione IV "Apparecchiature assemblate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri bt)";
 - CEI 44-5 "Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali";
 - CEI 22-7 (EN 60146-1-1) "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali";
 - Direttiva EMC 89/336/CEE: Compatibilità Elettromagnetica;
 - CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
 - CEI 64-8 ed V (fascicoli da 1 a 7) e successive modifiche ed integrazioni "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 kV in c.a. e a 1,5 kV in c.c.";
- Norme CEI e dei vari enti nelle edizioni più recenti o già rese obbligatorie con decreti governativi, relative a tutti i macchinari, materiali ed apparecchiature degli impianti elettrici, nonché all'esecuzione degli impianti stessi;
- Norme per la sicurezza degli impianti (DM 37/2008; D.LGS 81/2008);
- Specifica Tecnica IS 728 del 01/06/2002: "Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra negli impianti di categoria 0 (zero) e I (prima) su linee di trazione elettrica a corrente continua a 3000 V e linee ferroviarie non elettrificate";
- Specifica Tecnica IS. 728 del 01.06.1999;
- Istruzione tecnica RFI DMAIM TE SP IFS 006 A Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea fuori standard".

L'impiego di eventuali pali tubolari dovrà avvenire nel rispetto delle Norme Tecniche I.E. T.E./64/Ed. 1971.

Tali documenti, comprese tutte le altre normative e legislazioni varie attualmente in vigore, ancorché non allegati al presente progetto, ne costituiscono parte integrante e contestuale.