



Cofinanziato dall'Unione europea
Meccanismo per collegare l'Europa



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



FERROVIENORD



**Società Esercizi
Aeroportuali S.p.A.**

CODICE
COMMESSA

M 2 0

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.
207/10

b

PROGRESSIVO
ELABORATO

0 0 8

CATEGORIA
OPERA

T E

NUMERO
OPERA

- -

REVISIONE

R 0

SCALA

MXP-AT RAILINK - COLLEGAMENTO FERROVIARIO
MALPENSA TERMINAL 2 - LINEA RFI SEMPIONE
Progetto Definitivo

RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE

Relazione tecnica Trazione Elettrica

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	01/2018	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

NORD_ING

Progettista



NORD_ING

Collaborazione

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

DATA

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	2
2. INTERVENTO.....	2
3. STANDARD COSTRUTTIVI	4
3.1. Conduttori.....	4
3.2. Sostegni della linea di contatto.....	5
3.3. Blocchi di fondazione.....	6
3.4. Distanza palo – rotaia	6
3.5. Tiranti a terra	6
3.6. Altezza della linea di contatto sul piano del ferro	7
3.7. Sospensioni, distanza filo – fune	7
3.8. Campate.....	7
3.9. Regolazione automatica dei conduttori	8
3.10. Schema di alimentazione e sezionatori.....	8
3.11. Comando e controllo sezionatori.....	9
3.12. Punto fisso	9
3.13. Pendini.....	10
3.14. Circuito di terra, protezione e ritorno	10

1. GENERALITÀ

Il progetto, cofinanziato dalla Comunità Europea, prevede il collegamento tra la stazione di FERROVIENORD Malpensa Terminal T2 con la tratta Gallarate - Casorate Sempione, sulla direttrice del Sempione, di Rete Ferroviaria Italiana.

Il collegamento verrà realizzato con una linea a doppio binario che da Malpensa T2 si innesterà, dividendosi in due direzioni, sull'impianto di RFI con un Bivio lato Gallarate ed un secondo lato Casorate Sempione.

La realizzazione di questo collegamento permetterà di avere ulteriori relazioni tra l'aeroporto di Milano Malpensa, il capoluogo lombardo e la Svizzera.

Per quanto concerne gli impianti di trazione elettrica l'intervento consiste nella realizzazione dell'elettrificazione su tutto il nuovo tronco di linea da Malpensa Terminal 2 alla tratta Gallarate Casorate Sempione di RFI e sui nuovi bivi di innesto su quest'ultima.

Gli innesti della nuova linea su quella di RFI, da realizzare in più fasi funzionali multidisciplinari onde mantenere durante i lavori la continuità dell'esercizio ferroviario, comportano notevoli varianti al dispositivo di armamento con conseguenti interventi propedeutici, provvisori e definitivi sull'impianto TE di RFI.

2. INTERVENTO

Le operazioni da svolgere saranno, essenzialmente, le seguenti:

- adeguamento dell'impianto di elettrificazione della stazione di Malpensa Terminal 2 al nuovo dispositivo di armamento lato direttrice Sempione prolungando le condutture di contatto, tutte a fune portante a ormeggio fisso o regolato e con sezione di 320 o 220 mmq, degli attuali binari tronchi previa fornitura e posa in opera di sospensioni meccaniche e isolanti, delle carpenterie di ormeggio e degli organi di regolazione del tiro dei fili di contatto e delle funi portanti dei binari di corretto tracciato;

- posa e regolazione di linee di contatto, a fune portante fissa e con sezione di 220 mmq, a servizio dei deviatori della nuova radice con interposizione di isolatori di sezione sulle condutture interessanti le condutture delle comunicazioni pari / dispari;
- realizzazione della catenaria, completamente regolata, con una sezione complessiva di 440 mm² sul nuovo tronco di linea a doppio binario da Malpensa Terminal 2 agli innesti sulla linea del Sempione di RFI sia in ambito di galleria, sia in trincea, sia allo scoperto;
- realizzazione degli interventi di modifica degli impianti TE della tratta Gallarate – Somma Lombardo derivanti dall'innesto, con bivio lato Gallarate e lato Somma Lombardo della linea da Malpensa Terminal 2 mediante rimozione di parti disattivate, esecuzione di impianti TE provvisori e costruzione e attivazione, di impianti definitivi con i lavori che interesseranno la l.d.c. a funi portanti regolate di sezione complessiva pari a 610 mmq (direttrice del Sempione) e a 440 mmq (nuove condutture da Malpensa Terminal 2);
- fornitura e posa dei sostegni che saranno in parte costituiti da pali LSU dotati di proprio blocco in calcestruzzo armato, in parte costituiti da pali tipo LS aggrappati alle pareti laterali delle trincee, ed in parte costituiti da supporti penduli aggrappati alla volta delle gallerie di nuova costruzione;
- fornitura e posa di portali di ormeggio e di travi a più binari e relative carpenterie di ormeggio e sospensione delle condutture di contatto;
- fornitura e posa di tutti i necessari materiali;
- realizzazione del circuito di terra e protezione sia in ambito di galleria, che di piena linea allo scoperto e in trincea, sia in ambito dei bivi con posa di picchetti dispersori, corde di alluminio /acciaio tipo TACSR da 170 mmq di sezione e limitatori di tensione;
- adeguamento dei circuiti di terra di protezione e di ritorno TE, anche in distinte fasi esecutive, degli impianti di RFI;
- costruzione e attivazione di una SottoStazione Elettrica per l'alimentazione degli impianti TE di FERROVIENORD;
- costruzione e attivazione di una cabina TE, di gestione RFI, per garantire il parallelo elettrico protetto tra le alimentazioni delle linee di contatto delle due reti;
- costruzione delle nuove, necessarie linee e discese di alimentazione, sia in conduttore nudo che in cavo, tra le attivande SSE Cabina TE e linee di contatto;

- realizzazione dell'impianto di comando e controllo dei sezionatori 3 kV cc, con fornitura e posa, in appoggio o in infilamento in canalizzazioni o tubi predisposti o da predisporre, degli occorrenti cavi,

il tutto secondo le caratteristiche di massima che verranno riportate nei paragrafi a seguire.

L'intervento sarà realizzato tramite lavori affidati a ditta specialistica dopo espletamento della necessaria gara di appalto (nei paragrafi successivi potrà pertanto comparire il vocabolo "appaltatore").

3. STANDARD COSTRUTTIVI

Vengono di seguito descritti gli standard applicati per la progettazione dell'elettrificazione di tutta la nuova tratta, degli adeguamenti, integrazioni e modifiche degli impianti esistenti.

E' comunque da rilevare che tutto quanto previsto è di normale utilizzo negli impianti ferroviari a 3 kV cc, nel rispetto delle Norme, Capitolati, Istruzioni e Circolari attualmente in vigore presso RFI e FERROVIENORD.

Il principale documento su cui si basa la progettazione realizzata è il "Capitolato Tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV" di RFI edizione 2014.

Le linee di contatto di nuova realizzazione in ambito FERROVIENORD dovranno consentire sempre una captazione regolare della corrente ad una velocità massima pari a 140 km/h mentre le modifiche apportate alle condutture degli impianti RFI garantiranno il mantenimento della velocità di 200 km/h.

3.1. Conduttori

Le caratteristiche delle nuove linee di FERROVIENORD sono le seguenti:

Binari di corretto tracciato in ambito di stazione - sezione complessiva 320 mm²

- n° 1 fune portante regolata di sezione 120 mm², tensione di 1375 daN;

- n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm², tensione di 1000 daN cadauno.

Comunicazioni e binari secondari - sezione complessiva 220 mm²

- n° 1 fune portante fissa di sezione 120 mm², tensione di 819 daN alla temperatura di 15°C;
- n° 1 filo di contatto regolato di sezione 100 mm², tensione di 750 daN.

Binari di piena linea - sezione complessiva 440 mm²

- n° 2 funi portanti, ognuna di sezione 120 mm² e tensionata a 1125 daN;
- n° 2 fili di contatto regolati di sezione 100 mm² e tensione di 1000 daN cadauno.

Le caratteristiche delle condutture sugli impianti di giurisdizione RFI sono le seguenti:

Binari di piena linea e di corretto tracciato in ambito futuri bivi - sezione complessiva 610 mm²

- n° 2 fune portanti regolate ognuna di sezione 150 mm², tensione di 1000 daN;
- n° 2 fili di contatto regolati di sezione 155 mm², tensione di 1125 daN cadauno.

3.2. Sostegni della linea di contatto

Il sostegno della linea di contatto avverrà con modalità diverse a seconda della situazione contingente e in particolare si avrà in ambito di

- galleria artificiale: impiego di supporti penduli di tipo simile a quelli già in esercizio su impianti FERROVIENORD, aggrappati alla volta della galleria tramite l'utilizzo di grappe cementate nella struttura o tramite carpenterie speciali su profilato halfen; nel caso che l'opera civile lo permetta si impiegheranno pali tipo LS staffati sulle pareti laterali;
- trincea aperta con muro di sostegno: utilizzo di sostegni tipo LS appositamente predisposti per l'aggrappamento al muro di sostegno tramite apposita ferramenta o di sostegni flangiati tipo "LSF" forniti con piastra alla base da staffare sulla sommità dei muri laterali.
- tratti allo scoperto: impiego di pali tipo LSU su blocco in calcestruzzo.

Per i pali interessanti le opere civili sarà necessario garantire l'isolamento tra i tirafondi e la piastra del palo tramite l'utilizzo di rondelle isolanti e relativo canotto e, se ritenuto necessario, interposizione di idonea piastra in materiale isolante.

3.3. Blocchi di fondazione

Tutte le fondazioni per sostegni T.E. dovranno essere in calcestruzzo con armatura in ferro, giusto quanto disposto dai disegni e istruzioni richiamate dal Capitolato Tecnico ed.ne 2014 dianzi citato.

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 RFI E64779a.

3.4. Distanza palo – rotaia

Normalmente la distanza tra il fronte palo e l’interno rotaia più vicina (acronimo dr) è stabilita in 2.25 m per i pali di piena linea, salvo sporadici casi particolari.

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

3.5. Tiranti a terra

Tutti i pali su cui si ormeggia la linea di contatto, o feeder o in cui è ormeggiato il punto fisso, devono essere provvisti di tirante a terra. In particolare verranno utilizzati i seguenti tipi di tiranti:

- Tipo “Americano” sulla banchina e/o nei luoghi dove lo spazio per il posizionamento del tirante a terra è ridotto, da dimensionare e calcolare per ogni singolo caso di realizzazione,
- Tipo “A 54 e A 44” per l’ormeggio delle l.d.c. dei binari di corsa
- Tipo “B ” per l’ormeggio linea a 220 mm^2 con fune fissa e/o l’ormeggio della corda di terra
- Tipo “C” per gli stralli di Punto Fisso.

I tiranti a terra saranno costruiti in calcestruzzo armato formato in opera con resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ (classe di resistenza 25/30) con le caratteristiche, modalità e utilizzo previsti dalla STC TE 672.

L’elaborato di riferimento resta il disegno RFI n° E64881.

Nei casi nei quali l’ormeggio avvenga in corrispondenza delle paline aggrappate alla volta della galleria, si provvederà ad una riduzione della sollecitazione della palina interessata tramite utilizzo

di stralli d'acciaio sulla palina successiva e, quindi, ormeggio sulla volta della galleria tramite apposita piastra d'acciaio.

3.6. Altezza della linea di contatto sul piano del ferro

L'altezza del filo di contatto è prevista normalmente a quota 5.20 m dal piano del ferro per tutta la lunghezza dell'intervento.

L'eventuale pendenza di raccordo fra diverse altezze non dovrà essere superiore al 2%.

3.7. Sospensioni, distanza filo – fune

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

In corrispondenza delle gallerie artificiali con altezza ridotta (h sul piano ferro = 630cm) si farà utilizzo di sospensioni con distanza tra fune portante e fili di contatto di 0.90 m e questa tipologia di sospensione, considerato l'aspetto architettonico dei manufatti, i raggi di curvatura decisamente ristretti e, principalmente, la standardizzazione dei materiali tecnologici, verrà adottata su tutta l'estesa delle realizzande gallerie e trincee.

Per la linea di contatto con fune regolata, gli attacchi della mensola al palo saranno del tipo snodato così come dovrà essere snodato l'attacco tirante-mensola-palo.

Nel caso che si presentino casi in cui uno stesso sostegno debba supportare, dallo stesso lato, linee con corda portante regolata unitamente a linee con corda portante fissa, occorrerà utilizzare mensole sovrapposte.

3.8. Campate

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 $-20/+20$ cm. Di conseguenza le campate, con sospensione di 1.40 m, hanno lunghezza variabile con un massimo di 60 m, in rettilineo o in curve con raggio maggiore di 1400 m. Con sospensione da 900 mm la lunghezza massima di campata varia, in base al tipo di conduttura e al tiro dei conduttori, da 50 a 39 mt.

Le condutture completamente regolate con sezione di 610 mmq presentano campata massima di mt. 50.

3.9. Regolazione automatica dei conduttori

Per mantenere i fili di contatto ad un'altezza il più possibile costante, la fune portante ed i conduttori di contatto dei binari di corsa verranno contrappesati rispettivamente di 1375 daN e 1000 daN, mentre per le condutture di contatto dei binari secondari e delle comunicazioni verrà contrappesato il solo filo di contatto di 750 daN.

Avvenendo la regolazione in molti casi all'interno delle gallerie artificiali, e considerando l'opportunità di utilizzare gli stessi dispositivi di regolazione automatica per una stessa tratta, si farà utilizzo di dispositivi a molla (tipo TENSOREX, TENSOREX C+) sia per la regolazione dei fili di contatto che della fune portante.

La lunghezza massima di una conduttura contrappesata di una tratta è in funzione dell'andamento planimetrico del tracciato, tenendo conto che la lunghezza complessiva deve comunque essere inferiore a 1400 m allo scoperto e 900 mt in galleria ed avere, di norma, un massimo di 30 sospensioni per regolazione.

3.10. Schema di alimentazione e sezionatori

Con l'introduzione del collegamento fra le due reti le alimentazioni dei nuovi impianti presenteranno:

- i tre bivi con schema a "C" e sezionatori ai portali;
- la nuova tratta alimentata dalla erigenda SS.E. "Cardano" di FNM;
- il parallelo elettrico tra le due reti protetto dalla nuova cabina TE "Casorate" di RFI.

I necessari feeder saranno costituiti da

- n°4 conduttori in rame da 155 mmq di sezione ognuno (sezione complessiva 620 mmq) per le linee di contatto da 610 mmq;

- n°2 conduttori in rame da 230 mmq di sezione ognuno (sezione complessiva 460 mmq) per le linee di contatto da 440 mmq.

Sezioni simili saranno adottate per i collegamenti tra sezionatori e feeder, tra sezionatori e l.d.c., tra linee di alimentazione e condutture di contatto.

Oltre ai dei tradizionali sezionatori a corna verranno impiegati anche sezionatori blindati in quadro disposti all'interno di apposite nicchie in ambito di galleria o in ambito di SS.E. e cabina TE.

3.11. Comando e controllo sezionatori

I sezionatori degli impianti, ovvero dei bivi, cabina e SS.E., dovranno poter essere manovrati, secondo giurisdizione territoriale, tramite telecomando dal DOTE di Milano Greco per RFI, e dal Posto Centrale Impianti Elettrici (P.C.I.E.) di Saronno per FNM.

Dovrà essere, ovviamente, prevista anche la possibilità di manovra manuale.

A tal proposito dovranno essere previste, a carico dell'appaltatore, tutte le necessarie apparecchiature, comprese quelle di alimentazione, e la relativa posa cavi.

3.12. Punto fisso

I punti fissi, per la linea con fune fissa e filo regolato, verranno realizzati mediante collegamenti fra fili di contatto e fune portante realizzati con uno spezzone di corda di rame.

I punti fissi, all'aperto e per la linea interamente regolata, verranno realizzati su un apposito palo (palo di punto fisso) disposto preferibilmente al centro di ogni tratta di contrappesatura, tramite un dispositivo che non prevede il taglio delle corde portanti e utilizza per il sostegno delle corde stesse un particolare morsetto in bronzo-alluminio (dis. RFI E64776).

I punti fissi, in galleria e per la linea interamente regolata, verranno realizzati come all'aperto con l'unica variante che le due corde in Kevlar anziché ammararsi sul palo adiacente verranno ammarate direttamente sull'opera civile della galleria tramite apposite piastre aggrappate.

3.13. Pendini

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

I cavallotti di scorrimento, sia di tipo lungo che di tipo corto, potranno essere realizzati con spezzoni di filo sagomato di risulta da tesature.

Per la linea con fune portante e fili di contatto regolati, i pendini, costituiti da cordina DIN 43138-Bz II della sezione di 16 mm², saranno del tipo “conduttore” a pezzo unico ed andranno fissati sia alla corda portante che al filo di contatto con un unico tipo di morsetto (reversibile) tale da garantire il perfetto contatto elettrico fra il pendino stesso ed il relativo conduttore.

Per i pendini è consultabile il disegno RFI E64442.

3.14. Circuito di terra, protezione e ritorno

Il circuito di terra sarà realizzato posando due corde TACSR della sezione unitaria di 170 mm².

Tutti i pali 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, tipo RFI T72, che verrà infisso nel terreno.

I supporti penduli saranno collegati al circuito di protezione tramite le due corde TACSR e non saranno dotati di dispersore di terra.

L'impianto di terra della stazione Malpensa T2 verrà integrato con quello concernente la parte di nuova linea che costituirà l'ampliamento della stazione lato RFI; l'impianto di terra di protezione della restante parte di linea sino al bivio “Cardano” farà parte di una unica maglia di terra della lunghezza di circa 2800 mt.

Ognuno dei tre bivi realizzandi avrà un proprio impianto di terra, così come i brevi tratti di linea che li uniscono.

La resistenza elettrica di questi impianti di terra dovrà avere valore inferiore a 2 ohm, nel caso che non si raggiungesse tale valore si dovranno realizzare dei dispersori profondi, in posizione facilmente ispezionabile, o addirittura realizzare dispersori trivellati che raggiungano in profondità terreni a bassa resistenza o falde acquifere.

Il circuito di protezione dovrà essere realizzato secondo la circolare F.S. n°. IE/276/611 del 08-07-1981 delle F.S e comunque nel rispetto della Norma CEI EN 50122-1 (CEI 9.6).

L'elaborato tipologico del circuito di terra di protezione è il disegno RFI n° 56000/12s.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE FORNITURE IN OPERA

Requisiti dei materiali e apparecchiature da fornire

I materiali e le apparecchiature oggetto della 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 la 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.

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.

Nel seguito si elencano in via esplicativa ma non esaustiva una serie di materiali che allo scopo l'Appaltatore dovrà eventualmente fornire e posare anche se non esplicitamente riportati negli elaborati di progetto, giuste le disposizioni che verranno impartite da FNM o RFI:

- Sezionatori in quadro blindato;
- fornitura di pali "LSF" ed "LS" modificati per l'aggrappatura;
- fornitura di pali tipo "LSU";
- ferramenta per l'aggrappatura dei pali al muro di sostegno e alla volta delle gallerie;
- mensole e tiranti di sostegno;
- sospensioni, comprese di tutte le parti metalliche e isolanti;
- morsetteria in bronzo e alluminio;
- corda portante di rame crudo da 120 mm²;
- corda portante di rame crudo da 155 mm²;

- corda di rame da 230 mmq;
- filo sagomato di rame da 100 mm²;
- rame in filo tondo diametro 5 mm;
- corda di alluminio da 125 mm²;
- corda tipo TACSR da 170 mmq
- cartelli monitori, con relativi accessori;
- tutti i materiali per effettuare la regolazione automatica su pali e paline tramite dispositivi a molla;
- tutte le relative spezzature di corda di alluminio necessarie per collegare i sostegni della L.C. alla messa a terra;
- protezioni metalliche di qualsiasi tipo;
- altri materiali sopra non elencati, ma esplicitamente indicati nelle apposite voci di tariffa, con le relative "Avvertenze";
- fornitura e posa del materiale inerente la realizzazione e l'adeguamento dei circuiti di protezione, alimentazione, di comando dei sezionatori e di messa a terra, cavi ignifughi compresi;
- apparecchiature, quadri e materiali per la m.a.t. delle condutture di contatto delle gallerie di lunga estesa.

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. 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.

Considerazioni finali

Tutte le soluzioni progettuali adottate nella progettazione degli impianti cui si riferisce la presente relazione tecnica sono di normale utilizzo negli impianti ferroviari, sia di RFI che di FNM, nel rispetto delle Norme e Circolari sotto elencate 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;
- ❑ Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc - edizione 2014 di Rete Ferroviaria Italiana”;
- ❑ Costruzione condutture di contatto, TE 118 Ed. 1992;
- ❑ Indicazioni delle zone elettriche, TE 0191 Arch 8872/1;
- ❑ 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 edizione 01/2002 “Linee aeree di contatto per trazione elettrica”;
 - CEI EN 50122-1 classificazione 9-6 edizione 03/1998 “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/TC.TE. 16 edizione 12/2002 “Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea fuori standard”.

L’impiego dei pali tubolari dovrà avvenire nel rispetto delle Norme Tecniche I.E. T.E./64/Ed. 1971.

L’elenco sopra riportato è da ritenersi indicativo e non esaustivo considerando norme tecniche, disposizioni e normative vigenti in materia di elettrificazione considerate per la realizzazione di questo progetto.