

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI

(*) A. Bovio, M. Colombo, F. Pigato (S.O. Energia e Trazione Elettrica)
C. Alciati, D. Rizzo, G. Dongiovanni Mancino (S.O. Impianti di Segnalamento)
N. Abrescia (S.O. Telecomunicazioni)
M. Schettino (S.O. Impianti Industriali e Tecnologici)

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 1 8 R G M D 0 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	(*)	Lug. 2024	A. Bovio 	Lug. 2024	M. Firpo 	Lug. 2024	G. Guidi Buffarini Lug. 2024

ITALFERR - sez. 4
U. Operativa Centro
Ing. Guido Buffarini
Ordine Ingegneri Provincia di Roma
n° 17912

File: IV0100D18RGMD0000001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE - ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE	5
2.1	CRITERI GENERALI PER L'USO DEGLI IMPIANTI PER LA TRAZIONE ELETTRICA FERROVIARIA	5
2.2	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE	8
3	LINEE PRIMARIE – ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE	10
4	LINEA DI CONTATTO	11
4.1	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E CATENARIA	11
4.2	QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO	12
4.3	DISTANZA TRA SOSTEGNI SUCCESSIVI	12
4.4	SOSTEGNI, SOSPENSIONI E BLOCCHI DI FONDAZIONE	12
4.5	PROTEZIONE PER LA SICUREZZA ELETTRICA	13
4.6	GESTIONE DELLE INTERFERENZE AEREE E INTERRATE	13
4.7	INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE	13
4.8	MESSE A TERRA DI SICUREZZA	13
5	LUCE E FORZA MOTRICE	14
6	IMPIANTI DI SEGNALAMENTO	19
7	SISTEMI DI SUPERVISIONE	20
8	TELECOMUNICAZIONI	21
8.1	CAVI A FIBRE OTTICHE E CAVI IN RAME	22
8.2	RETE DI TRASMISSIONE DATI LOCALI E A LUNGA DISTANZA	23
8.3	SISTEMA DI COMUNICAZIONE TERRA TRENO GSM-R	23
8.4	IMPIANTI DI RADIO PROPAGAZIONE DEL SEGNALE GSM PUBBLICO NELLE GALLERIE	25
8.5	SISTEMA DI TELEFONIA SELETTIVA (VoIP)	26
8.6	IMPIANTI DI INFORMAZIONE AL PUBBLICO (IAP) E DIFFUSIONE SONORA (DS)	27
8.7	IMPIANTI DI SUPERVISIONE PER LA SICUREZZA NELLE GALLERIE E NELLE STAZIONI	28
9	IMPIANTI MECCANICI E SPECIALI	29
9.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PRESSO LE STAZIONI/FERMATE	29



PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	3 di 32

9.1.1 Impianti Safety..... 29

9.1.2 Impianti Security..... 31

9.1.3 Impianti meccanici..... 31

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 4 di 32

1 Premessa e scopo del documento

La presente relazione descrive i criteri che sono stati adottati per la progettazione degli impianti tecnologici nella tratta di linea ferroviaria Genova - Ventimiglia, Tratta Andora – Finale Ligure.

I progetti Tecnologici eseguiti per Rete Ferroviaria Italiana (RFI) prevedono l'utilizzo di standard definiti dalla Direzione Tecnica di RFI per ottenere l'uniformità delle soluzioni adottate e l'impiego di apparecchiature e materiali omologati da RFI stessa. Pertanto, il principale riferimento per tali progetti è il Piano Tecnologico di Rete, documento in cui sono indicati i criteri per eseguire una progettazione confacente agli standard Ferroviari. All'interno del documento suddetto sono contenute le normative emesse da RFI che sono in linea con le normative nazionali ed europee vigenti; per quanto non contemplato nel Piano Tecnologico si fa riferimento alle Leggi nazionali e regionali, normative vigenti CEI, UNI e VVF. Due ulteriori documenti di base per la progettazione delle opere ferroviarie sono il capitolato Opere Civili e il Manuale di Progettazione Opere Civili, sempre emessi dalla Direzione Tecnica di RFI. In tali documenti vengono indicati i criteri da utilizzare per la progettazione delle Opere Civili, ma vengono citate anche alcune soluzioni per la progettazione tecnologica, come ad esempio quella relativa all'illuminazione delle gallerie ferroviarie e alla trazione elettrica.

Tutti i progetti sono inoltre redatti in conformità alle specifiche tecniche di interoperabilità europee (STI), nello specifico per il sottosistema energia (ENE), per il sottosistema comando e controllo (CCS), per la sicurezza in galleria (SRT) e per l'accessibilità delle stazioni alle persone con mobilità ridotta (PMR).

Il progetto definitivo, sviluppato nel rispetto del D.P.R. 207/2010, è funzionale a costituire base di gara di appalto per l'affidamento ad un'impresa appaltatrice qualificata che fa parte di categorie specializzate per la realizzazione di opere ferroviarie, pertanto già a conoscenza degli standard. Le indicazioni e le prescrizioni contenute nelle relazioni specialistiche sono rivolte a rafforzare i contenuti rappresentati nelle singole tavole prodotte che rappresentano la consistenza dei lavori e forniture che l'appaltatore è tenuto ad eseguire.

Il progetto tecnologico, mantenendo una visione di sistema, si divide in più discipline che sono distinte tra loro con alcuni punti in correlazione, a loro volta integrate con il resto del progetto dell'opera ferroviaria.

Il Project Engineer garantisce l'integrazione tra le varie discipline apponendo la sua firma sul cartiglio di ciascun elaborato nel campo "Approvato".

Le discipline tecnologiche sono le seguenti:

1. Sottostazioni Elettriche - Architettura del sistema di alimentazione (**SSE**)
2. Linee Primarie – Elettrodotti di connessione (**LP**)
3. Linea di Contatto (**LC**)
4. Luce e Forza Motrice (**LFM**)
5. Impianti di Segnalamento (**IS**)

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

6. Sistemi di Supervisione (**CTC/SCC/SCCM**)

7. Telecomunicazioni (**TLC**)

8. Impianti Meccanici e Speciali (**IM**)

Di seguito per ciascuna disciplina sono descritti i criteri con cui è stato effettuato il progetto sulla base delle esigenze funzionali, del progetto di fattibilità e dei dati di base forniti dalla Committenza (RFI), nonché dall'applicazione dei piani e manuali sopra richiamati.

2 Sottostazioni Elettriche - Architettura del sistema di alimentazione

2.1 Criteri generali per I degli impianti per la trazione elettrica ferroviaria

Nell'ambito del presente Progetto Definitivo potenziamento infrastrutturale della Linea Ferroviaria Genova - Ventimiglia, e più in particolare nell'ambito del raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora, è effettuato il dimensionamento e la verifica dei sistemi per la trazione ferroviaria, riportati in allegato del documento:

- *IV0I00D18RGSE0000001 - Relazione generale di SSE*

In tale elaborato, sono evidenziati i fattori che determinano il dimensionamento degli impianti, assunti come dati di base nello studio. Questi dati, forniti dalle altre specialistiche o dalla Committenza, sono i seguenti:

- Caratteristiche plano altimetriche della linea;
- Velocità di fiancata dei convogli che percorrono la tratta suddivisi per rango;
- Posizione delle stazioni e delle fermate;
- Tipologia del materiale rotabile che percorrerà la linea.

Sulla base di questi elementi sono effettuate le simulazioni di marcia mediante programma informatico, e viene ricavato, per ogni tipologia di treno, il diagramma di assorbimento delle potenze in funzione del tempo, ovvero dello spazio percorso.

Questa prima simulazione di marcia, unitamente, al modello di esercizio delle ore di punta (anche quest'ultimo elemento fornito come dato di base dalle specialistiche competenti) permette effettuare le verifiche del sistema elettrico della rete di progetto, mediante programmi di simulazione elettrica.

L'ipotesi di rete che è oggetto di verifica contempla la definizione dei seguenti parametri:

- Numero, posizione e potenza delle Sottostazioni elettriche (SSE), tenendo conto delle indicazioni di massima fornite della norma CEI EN 50119, degli aspetti orografici del territorio su cui si inserisce la linea e della disponibilità di fonti AT o MT preesistenti alle quali allacciarsi;
- Tipologia della catenaria utilizzata per la Linea di Contatto (LdC) tra quelle appartenenti agli standard di RFI e già certificate come interoperabili a livello europeo.

Relativamente alle potenze delle SSE, si evidenzia che gli standard, attualmente in uso presso RFI, prevedono l'utilizzo di gruppi di conversione da 3,6 MW o da 5,4 MW omologati. Le prestazioni dei gruppi raddrizzatori sono riassunte nella seguente tabella:

Potenza nominale	Corrente nominale	Corrente media quadratica		Corrente di punta per durata non superiore a 5 minuti
		Limite in situazioni normali (+ 50%)	limite in situazioni anomale (+ 100%)	
[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]
3600	1000	1500	2000	3000
5400	1500	2250	3000	3500

Invece, gli standard di catenaria previsti dal vigente Capitolato Tecnico TE di RFI, e già certificati come interoperabili, sono riportati nella tabella seguente:

Sezione mm ²	Corda/e portante/i mm ²	Regolazione	Filo/i di contatto mm ²	Regolazione	Tipo di sosp.ne	Impiego
220	1 x 120	FISSA 1x819 daN (a 15°C)	1 x 100	REGOLATO 1x750 daN	(1)	Binari secondari di Stazione
220	1 x 120	FISSA 1x819 daN (a 15°C)	1 x 100	REGOLATO 1x750 daN	(1) (2)	Binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza (con binario di corsa a 440 mm ²)
270	1 x 120	REGOLATA 1x1125 daN	1 x 150	REGOLATO 1x1125 daN	(2)	Binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza (con binario di corsa a 540 mm ²)
320	1 x 120	REGOLATA 1x1375 daN	2 x 100	REGOLATI 2x1000 daN	(1)	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 200 km/h
440	2 x 120	REGOLATE 2x1125 daN	2 x 100	REGOLATI 2x1000 daN	(1) (2)	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 200 km/h
540(*)	2 x 120	REGOLATE 2x1500 daN	2 x 150	REGOLATI 2x1875 daN	(2)	Binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria con velocità fino a 250 km/h

(1) Sospensione a mensola orizzontale tubolare in acciaio;

(2) Sospensione a mensola orizzontale in profilo di alluminio.

(*) Per velocità di linea superiore a 200 km/h è comunque necessaria la progettazione dei posti di comunicazione tra binari di corsa e binari di precedenza che dovrà essere sottoposta all'approvazione della Struttura competente di RFI.

Il software di simulazione, a partire dalle potenze richieste dai treni, ricava, mediante subroutine di load flow, le tensioni e le correnti in ogni punto ed in ogni istante della rete ipotizzata. Con questi dati il programma può verificare il corretto dimensionamento del sistema, nel rispetto delle normative vigenti, in particolare:

- **CEI EN 50163** Per quanto riguarda le cadute di tensione ammissibile;
- **CEI EN 50119** Per quanto riguarda il riscaldamento dei conduttori;
- **CEI EN 50388** Per quanto concerne il valore della tensione media utile che deve essere disponibile al treno e le massime correnti di corto circuito ammissibili in rete.

Oltre alle verifiche di rispondenza alle suddette normative, il documento di dimensionamento del sistema premette inoltre di valutare la corretta scelta nel numero e delle tipologie dei gruppi di conversione c.a./c.c. e delle potenze massime da richiedere al gestore della rete elettrica pubblica per gli allacci dei nuovi impianti.

Per quanto riguarda i livelli di tensione di allaccio alla rete del distributore, normalmente si fa riferimento alla norma CEI 0-16, nella quale è riportata la seguente tabella:

Valori indicativi di potenza che è possibile connettere sui differenti livelli di tensione delle reti di distribuzione

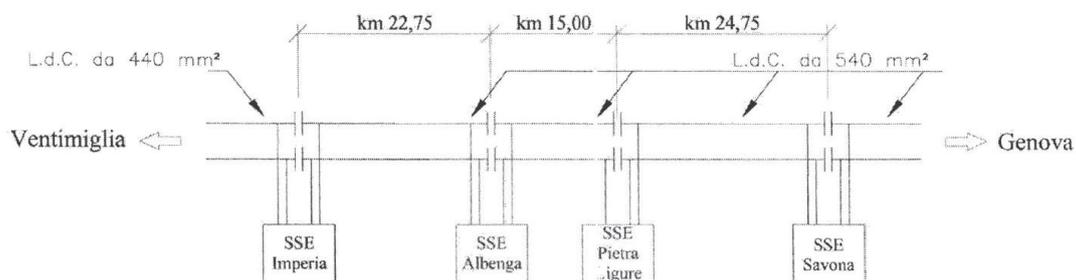
Potenza MW	Livello di tensione della rete
<= 0,1	BT
0,1 - 0,2	BT
	MT
0,2 - 3 Limite superiore elevato a 6 MW per la connessione di impianti di produzione	MT
3 - 10 Limite inferiore elevato a 6 MW per la connessione di impianti di produzione	MT
	AT
>10 impianti di utilizzazione >10 impianti di produzione*	AT

In particolare, per potenze superiori ai 10 MW è necessario collegarsi alla rete AT; mentre, per potenze inferiori ai 10 MW, di intesa con il locale ente distributore, è possibile allacciarsi ad una rete MT.

Il progetto della tratta Finale Ligure - Andora prevede l'installazione delle seguenti nuove SSE:

- 1) SSE di Pietra Ligure ubicata alla pk 71+156, avente 2 gruppi da 5.4 MW
- 2) SSE di Albenga ubicata alla pk 86+325, avente 2 gruppi da 5.4 MW

L'architettura di progetto è indicata nella seguente figura:



Il documento di verifica del dimensionamento degli impianti di trazione permette la redazione dello schema TE di tratta, riportato nel documento:

- IV0I00D18DXLC0000002 – Schema di alimentazione TE Fase Finale

Questo elaborato costituisce di fatto un sinottico generale delle opere di elettrificazione progettate, individuando la posizione dei principali elementi costituenti (oltre alla posizione delle SSE, anche, per esempio, la posizione e configurazione delle linee di alimentazione di collegamento tra le sottostazioni e la linea di contatto, sezionamenti della catenaria per permettere le operazioni di manutenzione, eccetera).

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 8 di 32

Gli elementi di questo elaborato, avendo ripercussioni sulla sicurezza e sulle modalità di manutenzione della linea, sono rigidamente disciplinate da RFI. Il progetto è quindi redatto in conformità alle linee guida contenute nella specifica RFI “**RFI DMA LG IFS 008 B**”.

Tutti gli impianti per la trazione elettrica ferroviaria, in sottostazione elettrica e lungo linea (sezionatori per la separazione della linea di contatto in differenti zone elettriche) sono telecomandati e supervisionati dal posto centrale DOTE (Dirigente Operativo Trazione Elettrica) del compartimento RFI territorialmente competente per la tratta in progetto (DOTE di Genova). Il data base del DOTE in servizio sarà opportunamente ampliato e riconfigurato per gestire gli impianti di progetto.

La comunicazione tra Periferia e Posto centrale DOTE avviene attraverso la rete di telecomunicazioni RFI, i cui interventi di adeguamento del progetto sono redatti a cura della specialistica TLC.

2.2 Sottostazioni Elettriche

Gli impianti di sottostazione elettrica della tratta in progetto sono descritti nel documento:

- *IV0I00D18RGSE0000001 - Relazione generale di SSE*

Tutte le apparecchiature di sottostazione elettrica, in alta tensione, a 3 kVcc, di conversione ca/cc, SCADA e ausiliari, sono tutte rigidamente normalizzate da RFI mediante apposite specifiche di fornitura del prodotto. Queste specifiche disciplinano le caratteristiche e le prove e i test da effettuare su prototipo (prove di tipo) e su tutti i prodotti di fornitura (prove di accettazione).

Le principali apparecchiature di RFI (Quadro 3 kVcc, interruttori AT, trasformatori) sono oggetto di omologazione. Pertanto, in sede di fornitura del prodotto, l'appaltatore dovrà obbligatoriamente prescegliere uno dei fornitori tra quelli omologati. Inoltre, per molti materiali i, indicati nel documento:

- *IV0I00D18DMSE0000001 – Distinta materiali RFI*

RFI ha l'esclusiva in termini di fornitura. Pertanto questi apparecchi non vengono forniti in abito dell'appalto, ma approvvigionati dalla committenza e affidati in conto lavorazione all'appaltatore.

L'impianto di SSE può essere distinto nelle seguenti sezioni:

- Piazzale AT;
- Fabbricato con apparecchiature di conversione;
- Quadro 3 kVcc, per distribuzione e protezione ca/cc;
- Impianto di terra;
- Ausiliari e Scada.

L'architettura e i lay-out del piazzale AT sono conformi alla norma **CEI EN 61936** e a quanto disciplinato dalla specifica RFI **RFI/TC.TE.IT.LP 016**. Quest'ultima specifica definisce, per ogni tipologia di stallo, (arrivo linea AT, gruppo, congiunzione sbarre, eccetera) la disposizione e la tipologia di apparecchiature da utilizzare). Nella suddetta specifica sono inoltre indicate le caratteristiche di tutti i materiali conduttori e isolanti, delle morsetterie e delle strutture portanti.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 9 di 32

Il sistema di conversione utilizza apparecchiature normalizzate con due taglie unificate da 5,4 MW, costituite da:

- Trasformatore trifase in AT con uscita esafase 2710 V, conforme alla specifica tecnica RFI **RFI DTC ST E SP IFS SS 193 A**;
- Raddrizzatore costituito da doppio ponte a diodi esafase in parallelo, le cui caratteristiche sono conformi alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS SS 404 A;
- Induttanza di livellamento conforme alla specifica **E006-1989**.

Il quadro a 3 kVcc, contenete gli scomparti arrivo gruppi con condensatori di livellamento (supplementari alla induttanza descritta al punto precedente), le partenze 3 kVcc verso la linea di contatto, e lo scomparto di collegamento del negativo, sono invece conformi alle specifiche RFI **RFI DMA IM LA STC SSE 400**, **RFI DMA IM LA STC SSE 401**, **RFI DPRIM STC IFS SS401**, **RFI DPRIM STC IFS SS402 A**, **RFI DPRIM STC IFS SS403 A**. Questi scomparti, realizzati in carpenteria metallica ed omologati da RFI, sono provati alla tenuta ad arco interno.

I suddetti quadri 3 kVcc sono equipaggiati con Protezioni Omologate secondo la norma RFI **RFI TC TESTF SSE 001** che agiscono sugli interruttori extrarapidi da 70 kA in SSE, garantendo interventi tempestivi di apertura in caso di guasto. Il complesso protezione in SSE e circuito di protezione e ritorno TE lungo linea è concepito in maniera da garantire un esercizio sicuro della rete, con valori di tensione di passo e contatto, in sottostazione e in linea, conformi ai limiti imposti dalla norma CEI 50122. Le tarature delle protezioni sono calcolate a cura del gestore dell'infrastruttura.

La connessione alla linea di contatto degli stalli alimentatori dotati di interruttore extrarapido avviene attraverso sezionatori 3 kV, con schema standard che prevede la presenza di un sezionatore di soccorso in parallelo normalmente aperto.

Le caratteristiche delle sezioni fin qui descritte sono indicate negli schemi:

- *IV0I00D18DXSE0100002 - Schema Elettrico Generale SSE Pietra Ligure;*
- *IV0I00D18DXSE0200002 - Schema Elettrico Generale SSE Albenga.*

Le disposizioni delle apparecchiature sul piazzale e nel fabbricato sono riportate nei documenti:

- *IV0I00D18P9SE0100001 - Piazzale di SSE Layout disposizione apparecchiature SSE Pietra Ligure”;*
- *IV0I00D18P9SE0200001 - Piazzale di SSE Layout disposizione apparecchiature SSE Albenga”;*
- *IV0I00D18PBSE0000001A - SSE di Albenga e Pietra Ligure Fabbricato di SSE - Disposizione apparecchiature (Layout).*

Gli impianti di SSE includono l'impianto di terra, finalizzato a garantire la sicurezza degli operatori. La rete di terra è costituita da una corda in rame interrata formante una rete orizzontale con maglia di dimensioni orientative 5x5 metri, unita a dispersori verticali costituiti da picchetti in rame. Il sistema è dimensionato per garantire le prescrizioni di sicurezza di cui alla norma **CEI EN 50522**. Il dimensionamento e la verifica della rete di terra sono indicati nel documento:

- *IV0I00D18CLSE0100002 - Relazione di calcolo impianto di terra SSE Pietra Ligure;*
- *IV0I00D18CLSE0200002 - Relazione di calcolo impianto di terra SSE Albenga.*

Nella suddetta relazione vengono calcolati, mediante l'utilizzo di apposito software informatico, i valori delle tensioni di passo e di contatto e confrontati con i limiti imposti dalla suddetta normativa.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	10 di 32

Il lay-out della maglia di terra è indicato nel documento:

- *IV0I00D18P9SE0100005 - Piazzale di SSE Planimetria impianto di terra SSE Pietra Ligure;*
- *IV0I00D18P9SE0200005 - Piazzale di SSE Planimetria impianto di terra SSE Albenga.*

Gli impianti di sottostazione elettrica sono completati da un sistema di servizi ausiliari e per la gestione in locale e remoto delle apparecchiature, progettati secondo le prescrizioni delle specifiche RFI **RFI TC TE SSE 115, RFI TC TE SSE 110, RFI TC TE SSE 105, RFI TC TE SSE 100, RFI DTC ST E SP IFS SS 114 A, RFI DTC ST E SP IFS SS 500 A.**

Per tutti gli altri dettagli di impianto si rimanda agli elaborati di progetto, necessari per la computazione di tutte le opere accessorie della SSE (canalizzazioni e pozzetti, basamenti delle apparecchiature, finiture di piazzale, cartelli e targhe, illuminazione, eccetera).

3 Linee Primarie – Elettrodotti di connessione

Gli impianti di linea primaria in alta tensione della tratta in progetto sono descritti nel documento:

- *IV0I00D18RGLP0000001B - Relazione generale linee primarie.*

Gli elettrodotti sono necessari per collegare i siti ove il gestore della rete pubblica (es. Terna/Enel) rende disponibili le consegne dell'energia elettrica con i siti di sottostazione ferroviaria. Per il progetto in esame, si rende necessaria la realizzazione di un cavidotto interrato per la sola SSE di Pietra Ligure. Il tracciato dell'elettrodotto è indicato nei documenti:

- *IV0I00D18PALP0000001A - Corografia di tracciato.*

Il progetto dell'elettrodotto è redatto in conformità alle prescrizioni della norma **CEI 11-17**. In particolare, le suddette planimetrie e le sezioni di progetto sono sviluppate nel rispetto delle prescrizioni di posa e al fine di rispettare le distanze di incrocio e parallelismo con altri impianti in conformità alle prescrizioni della suddetta norma.

Le sezioni di posa sono redatte anche sulla base delle prescrizioni indicate nelle specifiche di RFI TE 159 e TE160. Tali documenti disciplinano, oltre alle sezioni di posa, le caratteristiche dei materiali e accessori da utilizzare nel progetto, nonché le modalità di gestione degli schermi dei cavi.

Nei documenti di progetto:

- *IV0I00D18SDSE0100001A - SSE Pietra Ligure - Studio esposizione ai campi elettromagnetici*

Sono riportate le verifiche della compatibilità dell'elettrodotto in termini di emissione dei campi magnetici e di compatibilità elettromagnetica verso impianti terzi. Queste verifiche sono condotte mediante software specialistici, e confermano la rispondenza delle opere di progetto alla seguente normativa:

- Legge 22 febbraio 2001, n°36;
- DPCM 8 luglio 2003;
- DM 29 maggio 2008.

per quanto concerne i valori di esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza dei recettori tutelati dalla normativa, e dalle norme:

- CEI 103-6;
- CEI 304-1.

Per quanto concerne la compatibilità elettromagnetica tra le opere di progetto e le linee di telecomunicazione e tubazioni metalliche di terzi.

4 Linea di Contatto

A partire dall'analisi della relazione di Potenzialità, che individua la tipologia di linea di contatto, delle posizioni delle Sottostazioni Elettriche e delle esigenze del segnalamento, si procede allo sviluppo della distribuzione meccanica dei sostegni della linea stessa, posizionando i Portali d'ormeggio dei sezionamenti elettro-meccanici della linea e seguendo le indicazioni dettate dagli schemi di principio di RFI da adottare.

Tutte le strutture impiantistiche, relative alla linea di contatto, previste nel progetto, rientrano tra i componenti standard a fornitura RFI (provvisi di certificazione di rispondenza alla normativa di riferimento), verificati nel loro impiego secondo quanto dichiarato e richiamato nel Capitolato di RFI; pertanto, nello sviluppo del progetto, a meno di applicazioni particolari non rientrati in detti parametri, non vengono prodotti calcoli di ulteriore verifica.

Di seguito si forniscono i criteri di scelta adottati per l'inquadramento progettuale. Tutti gli ulteriori approfondimenti sono rilevabili dalla documentazione di progetto.

4.1 Sistema di alimentazione e catenaria

La tipologia di linea di contatto dei binari di corsa è scelta in funzione delle prestazioni richieste alla linea (potenzialità e velocità) tra quelle previste nel capitolato Tecnico TE 2014 di RFI, per le quali RFI ha emesso il Dossier Tecnico che fornisce le evidenze di conformità rispetto alle STI Energia.

Fra queste è stata confermata la linea alimentata con tensione 3 kV c.c. *con sezione complessiva di 540 mmq con corde portanti regolate costituita da due corde portanti in rame di sezione 120 mmq tesate con tiro di 1500 daN e due fili di contatto da 150 mmq tesati con tiro di 1875 daN* utilizzata nella verifica prestazionale del sistema energia allegata alla relazione generale di SSE (doc. IV0I00D18RGSE0000001) idonea per la velocità di esercizio della linea pari a 160 km/h, fornita come dato di base.

Per i binari di precedenza e per i binari secondari la catenaria è univocamente determinata dallo standard di RFI, *per il progetto in esame è stata individuata linea da 270 mmq.*

Date le caratteristiche delle strutture esistenti, in particolare per le gallerie, negli impianti di Andora e Finale Ligure si è scelto di mantenere per l'intera estensione degli impianti la catenaria con sezione di 440 mmq. Questa catenaria è costituita da due

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 12 di 32

fili di contatto regolati e tesati a 1000 daN e due corde portanti regolate e tesate a 1125 daN ed è idonea per velocità fino a 200 km/h. Per queste stazioni i binari secondari saranno elettrificati con catenaria da 220 mmq come determinato dallo standard RFI.

4.2 Quota del piano teorico di contatto

Noto Il Profilo Minimo degli Ostacoli (PMO) la quota del piano teorico di contatto è stata individuata dal “Capitolato Tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc” – 2014 – RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A del 30/09/2014, come prescritto dal Manuale di progettazione delle opere civili Parte II sezione 6 e sono state rispettate le prescrizioni delle Specifiche tecniche di Interoperabilità per il Sottosistema Energia del Sistema Ferroviario dell’Unione Europea.

Per il progetto in esame la quota standard del piano teorico di contatto sotto sospensione è di 5,20 m con minimi di 5,10 m nelle gallerie garantendo il rispetto del Gabarit richiesto.

4.3 Distanza tra sostegni successivi

La distribuzione delle campate è stata scelta in funzione delle caratteristiche geometriche del piano ferro e della presenza di opere civili quali pensiline, tombini, viadotti ecc.: mentre la campata massima che dipende dal raggio di curvatura dalla poligonazione e dal massimo sbandamento ammissibile in presenza del vento è stata individuata dalla tabella RFI allegata al Capitolato Tecnico.

4.4 Sostegni, sospensioni e blocchi di fondazione

La tipologia di sostegni e delle relative fondazioni da utilizzarsi è stabilita dai disegni allegati al Capitolato Tecnico 2014. Parimenti RFI ha emanato le tabelle di utilizzo in relazione al loro impiego che sono state utilizzate per lo sviluppo del progetto.

Con riferimento alla tipologia di sospensione dei binari di corsa e per quelli di precedenza il Capitolato Tecnico prescrive l’utilizzo della sospensione in “Alluminio” per gli attrezzaggi con catenaria da 540 mmq; mentre dove è prevista la posa di catenarie da 440 mmq consente di scegliere tra la tipologia in “Alluminio” e quella tradizionale in “Acciaio”.

Nella stazione di Andora è stata scelta la tipologia in “Alluminio” per la rapidità di montaggio e per la facile manutenibilità oltre che per continuità con l’attrezzaggio della rimanente tratta.

Nella stazione di Finale Ligure, la particolare conformazione dell’impianto e in particolare la lunghezza della pensilina storica sul fabbricato viaggiatori maggiore di 60 m, hanno imposto la soluzione con la mensola in acciaio.

Invece, per le sospensioni dei binari secondari è stata utilizzata la sospensione in acciaio, in conformità al suddetto Capitolato Tecnico.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	13 di 32

4.5 Protezione per la sicurezza elettrica

Per la protezione dai contatti indiretti è stata adottata la norma CEI 50122-1 recepita nel Capitolato Tecnico TE 2014, nel quale lo standard RFI prevede un picchetto di terra per ogni sostegno e il collegamento di tutti i sostegni tramite due corde TACSR, creando anelli di circa 3 km, le cui estremità sono collegate al circuito di ritorno tramite limitatori di tensione bidirezionali, formando così il circuito di terra e protezione. Inoltre, tutte le masse metalliche ricadenti nella zona di rispetto TE sono collegate al circuito di terra e di protezione.

La linea di contatto è normalmente alimentata dalle due SSE adiacenti ed eccezionalmente da una sola SSE. In ogni caso ciascuna SSE è dotata di interruttori extra rapidi in grado di intervenire (in caso di sovracorrente quale ad esempio quella di un corto circuito) in tempi estremamente ridotti e tali da rispettare la tabella "tempo" - "tensione massima ammissibile di breve durata", presente nella norma CEI 50122-1.

A valle della realizzazione il costruttore esegue le misure di terra nel rispetto delle prescrizioni di RFI prima di procedere all'energizzazione.

4.6 Gestione delle interferenze aeree e interrante

Le interferenze elettriche aeree sono gestite secondo i criteri dettati nella Norma CEI EN 50341 -1 e CEI EN 50341-2-13 e nel DPR n. 753 del 11/07/1980, mentre quelle sotterranee fanno riferimento alla Norma CEI 11-17.

Invece le interferenze interrante costituite da condotte e canali convoglianti liquidi e gas sono risolte utilizzando il DPR 4/3/2014.

4.7 Interferenze elettromagnetiche

Dall'analisi e dalla valutazione dei dati atti a verificare il rispetto dei valori limite di campo elettromagnetico sia all'interno dei treni che nelle zone limitrofe agli elementi infrastrutturali che generano radiazioni (sia in cc che in ca), condotta dal Gruppo Ferrovie dello Stato in collaborazione con l'istituto superiore di Sanità con l'Anpa e con l'Enel, è emerso che i valori rilevati del campo magnetico emesso dalle linee ferroviarie RFI alimentate a 3 kVcc, sono inferiori ai limiti indicati dalla Normativa.

4.8 Messe a terra di sicurezza

Come richiesto dalla STI Gallerie e dal DM 28/10/2005 relativo alla sicurezza delle gallerie ferroviarie, è stato previsto che ciascuna galleria (o insieme di gallerie tale da costituire una galleria equivalente) sia dotata di un impianto per la messa a terra sicura della linea di contatto.

Per le gallerie di nuova realizzazione è previsto l'utilizzo di un sistema con grado di sicurezza SIL 4 conforme alla specifica di RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	14 di 32

La stazione di Andora sarà attrezzata sia con il sistema di vecchia tipologia opportunamente adeguato a servizio della galleria esistente che con il sistema SIL4 a servizio della galleria Alassio.

Conformemente alla specifica e ai riferimenti normativi sopra richiamati, sono stati previsti i seguenti attrezzaggi:

- Chiuditori di terra bilama con relativi quadri di controllo di continuità del collegamento e quadri di comando a ciascun imbocco di galleria e alle estremità di ciascun marciapiede PES.
- Quadro di comando della messa a terra con chiave prigioniera estraibile in ciascun punto d'accesso delle squadre di soccorso.
- Unità di controllo principali dell'intero sistema ridondate presso i fabbricati di gestione galleria a ciascuna estremità.

Si segnala che il sistema di comando della chiusura è a chiave prigioniera; pertanto, una volta messa a terra la linea di contatto ed estratta la chiave, non sarà possibile ripristinare l'alimentazione elettrica tramite la rimozione delle messe a terra fintanto che le chiavi non saranno rimesse nella loro unità bloccabile.

5 Luce e Forza Motrice

La Luce e Forza Motrice (LFM) comprende gli impianti di alimentazione elettrica e d'illuminazione di tutte le tecnologie che sono funzionali al sistema ferroviario e che non ricadono negli impianti di trazione elettrica. Di seguito si elencano una serie di impianti che richiedono l'impiego di tale tecnologia: impianti di segnalamento ferroviario, impianti di telecomunicazioni, impianti di supervisione, impianti di sicurezza nelle gallerie, impianti di riscaldamento dei deviatori, illuminazione delle punte scambi, illuminazione e alimentazione delle stazioni e fermate, impianti di condizionamento, impianti antintrusione, impianti di rivelazione incendi, impianti di videosorveglianza, illuminazione delle viabilità stradali che risolvono le interferenze con la sede ferroviaria, impianti di sollevamento delle acque piovane.

Il progetto LFM parte quindi dalla raccolta delle esigenze di alimentazione elettrica di tutti i tipi d'impianto sopra citati e mette a fattor comune tali esigenze al fine di definire i punti di connessione con il distributore di energia elettrica. Come previsto dalle indicazioni della Norma CEI 0-16 nei casi in cui la potenza contemporanea rimane entro i 100 kW viene prevista una fornitura di energia in bassa tensione, mentre al di sopra di tale limite si prevede una fornitura di energia in media tensione.

A valle della fornitura e dell'eventuale trasformazione del livello di tensione si provvede a distribuire l'energia a tutti gli impianti inclusi nel progetto che ne hanno necessità, con cavi elettrici rispondenti al regolamento europeo 305/2011 posati nelle varie modalità previste dalle normative CEI. In funzione del posizionamento e della tipologia di utenza elettrica vengono previsti i quadri generali e i quadri secondari per sezionare e parzializzare l'impianto al fine di rendere agevole la manutenzione e ridurre i fuori servizio in caso di guasto. Per tutti gli impianti viene definita la modalità di protezione dai contatti indiretti indicando il collegamento all'impianto di protezione che garantisce l'intervento degli interruttori secondo i limiti previsti dalla Norma CEI 64-8 o l'impiego del sistema a doppio isolamento.

L'illuminazione delle aree ferroviarie, dei fabbricati e delle viabilità viene progettata individuando i requisiti d'illuminamento e di uniformità contenuti nelle norme UNI 12464-1-2 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro, UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecnica e UNI 13201-2- Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali. Mediante software di calcolo viene ricostruito l'ambiente, posizionati gli apparecchi illuminanti e verificata la corrispondenza dei risultati con i requisiti di base. Per gli ambienti al chiuso e quelli con accesso al pubblico è stata prevista l'illuminazione di sicurezza secondo le indicazioni della Norma UNI 1838. La scelta dei corpi illuminanti viene effettuata considerando un grado IP tale da non richiedere frequenti interventi manutentivi come anche la durata di vita al fine di minimizzare la sostituzione delle sorgenti luminose in esaurimento. Anche il grado di protezione dagli urti IK è scelto in modo da limitare danneggiamenti da atti vandalici ed infine, sempre per limitare gli interventi da coordinare con l'esercizio ferroviario, viene utilizzato il doppio isolamento per aumentare l'affidabilità dell'impianto. Relativamente al rispetto dei requisiti delle Specifiche Tecniche d'Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione Europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, queste fanno riferimento alle Norme UNI sopra richiamate e pertanto sono conseguentemente soddisfatte.

Gli impianti di Luce e Forza Motrice si compongono di diversi documenti di progetto; essi sono stati suddivisi per omogeneità in impianti LFM di stazioni e fermate, impianti di illuminazione di viabilità ed infine impianti LFM per la sicurezza delle gallerie. Essi risultano descritti nei seguenti documenti:

- *IV0I00D18RGLF0000001 - "Relazione tecnica generale descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0100001 - "Stazione di Finale L. - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0200001 - "Fermata Pietra L. - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0300001 - "Fermata di Borghetto - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0400001 - "Stazione di Albenga - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0500001 - "Fermata di Alassio - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF0600001 - "Stazione di Andora - Relazione tecnica descrittiva";*
- *IV0I00D18ROLF1000001 - "Sicurezza gallerie Caprazoppa, Monte Grosso, Castellari, Pineland - Impianti LFM Relazione tecnica";*
- *IV0I00D18ROLF1100001 - "Sicurezza Galleria Croce - Relazione tecnica impianti LFM";*
- *IV0I00D18ROLF1200001 - "Sicurezza galleria Alassio - Relazione tecnica impianti LFM";*
- *IV0I00D18CLLF2100001 - "Nuova viabilità SLO2 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico";*
- *IV0I00D18CLLF2200001 - "Nuova viabilità NV01 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico";*
- *IV0I00D18CLLF2300001 - "Nuova viabilità NV02A-B - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico";*

- *IV0I00D18CLLF2400001 – “Nuova viabilità NV02C - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF2500001 – “Nuova viabilità NV03 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF2600001 – “Nuova viabilità IN03 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF2700001 – “Nuova viabilità NV04 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF2800001 – “Nuova viabilità NV12 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF2900001 – “Nuova viabilità NV05 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3000001 – “Nuova viabilità SL06 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3100001 – “Nuova viabilità SL07 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3200001 – “Nuova viabilità NV16 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3300001 – “Nuova viabilità IV06 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3400001 – “Nuova viabilità NV07 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3500001 – “Nuova viabilità NV08 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3600001 – “Nuova viabilità SL11 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3700001 – “Nuova viabilità SL12 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3800001 – “Nuova viabilità SL13A - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF3900001 – “Nuova viabilità NV15 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF4000001 – “Nuova viabilità SL15 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF4100001 – “Nuova viabilità SL16 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF4200001 – “Nuova viabilità SL18 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”;*
- *IV0I00D18CLLF4300001 – “Nuova viabilità NVX5 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico”.*

All'interno delle suddette relazioni sono descritti gli interventi previsti, le norme utilizzate, l'elenco degli elaborati facenti parte del progetto e i criteri utilizzati nelle scelte impiantistiche.

Si precisa che molte scelte sono orientate dalle specifiche delle Ferrovie dello Stato con lo scopo di standardizzare gli impianti da realizzare mantenendo gli stessi negli ambiti normativi nazionali ed europee vigenti.

Altri documenti altrettanto importanti nella determinazione delle scelte progettuali risultano essere i calcoli di dimensionamento elettrico e il dimensionamento illuminotecnico che sono di seguito riportati:

- *IV0I00D18CLLF0100001 – “Stazione di Finale L. - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0100003 – “Stazione di Finale L. - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”;*
- *IV0I00D18CLLF0200001 – “Stazione di Pietra L. - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0200002 – “Stazione di Pietra L. - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”;*
- *IV0I00D18CLLF0300001 – “Fermata di Borghetto - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0300003 – “Fermata di Borghetto - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”;*
- *IV0I00D18CLLF0400001 – “Stazione di Albenga - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0400003 – “Stazione di Albenga - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”;*
- *IV0I00D18CLLF0500001 – “Fermata di Alassio - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0500003 – “Fermata di Alassio - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”;*
- *IV0I00D18CLLF0600001 – “Stazione di Andora - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni”;*
- *IV0I00D18CLLF0600003 – “Stazione di Andora - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico”.*

Completano la documentazione le planimetrie, piante, sezioni, particolari e schemi elettrici.

Il dimensionamento elettrico è stato effettuato utilizzando appositi software certificati, seguendo come criterio generale, un valore di c.d.t. a fondo linea entro il 4% e un valore di corrente nominale determinata in funzione delle potenze dei singoli carichi ed applicando i coefficienti di utilizzazione e contemporaneità. Per quanto riguarda la portata massima dei cavi elettrici la stessa è stata determinata in funzione della sezione e tipo di cavo e dalla tipologia di posa applicando i relativi coefficienti di riduzione.

Analogamente le apparecchiature di protezione sono state dimensionate, coordinandole con i cavi, in base alla corrente nominale e di sovraccarico, alla massima corrente ammessa dai cavi, dalle correnti di c.c. massima e minima fondo linea e dall'energia specifica passante durante un cortocircuito.

Dal punto di vista della sicurezza delle persone sono state adottate tutte le precauzioni previste dalle norme vigenti, sia in termini di protezione contro i contatti diretti e sia verso i contatti indiretti.

Per lo sviluppo del progetto degli impianti LFM a servizio della sicurezza delle gallerie ferroviarie sono stati presi a riferimento i requisiti di sicurezza previsti dal Manuale di Progettazione delle opere civili - RFI 2017 PARTE II SEZIONE 4 – GALLERIE (RFI.DTC.SI.GA.MA.IFS.001.B), che si attiene prevalentemente alla Specifica Tecnica di Interoperabilità STI-SRT “Safety in Railway Tunnels” (in vigore dal 1° gennaio 2015) e MODIFICHE 2019, al DM 28/10/2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”, in vigore dall'8 aprile 2006, ma secondo quanto definito dalla Legge n. 27 del 24/03/2012 art.53, comma 2.

Il documento *IV0I00D18RGLF0000001- "Relazione tecnica generale descrittiva"* riporta le norme e le scelte adottate e descrive in modo dettagliato gli impianti e i vari componenti previsti. Particolare attenzione è posta alla efficienza e affidabilità delle installazioni elettriche che dovranno garantire la continuità di esercizio anche nelle condizioni estreme di emergenza, ciò si ottiene con l'adozione di sistemi di alimentazione ridondate e col sezionamento dei tratti guasti riconfigurazioni automatiche delle alimentazioni.

Come si evince dalla descrizione della relazione specialistica, per fare fronte alle necessità della progettazione e realizzazione degli impianti LFM per la sicurezza delle gallerie sono state adottati i criteri delle specifiche tecniche di cui RFI si è dotata al fine di progettare e realizzare gli impianti nel rispetto delle normative vigenti, garantendo elevati standard qualitativi. In particolare, le principali specifiche prese a riferimento sono:

- RFI DPRIM STC IFS LF611 B - Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie lunghe tra 500 m e 1000 m;
- RFI DPRIM STC IFS LF610 C – Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1000 metri.

A corollario delle suddette specifiche sono state emanate diverse specifiche di prodotto che determinano in modo dettagliato i vari componenti facenti parte degli impianti LFM. Dette specifiche di prodotto determinano che le apparecchiature oltre ad essere standard devono essere soggette a omologazione da parte di RFI.

Per quanto non regolato dalle suddette specifiche, le scelte sono state effettuate nel rispetto delle norme CEI e UNI vigenti, e principalmente la norma CEI 64-8 per gli impianti BT, la norma CEI EN 61936-1 per gli impianti con tensione superiore a 1 kV e la guida CEI 99-4 - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.

Le tensioni utilizzate nello sviluppo del progetto sono 15 kV per la distribuzione in MT, 1.000 V per le dorsali principali all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri e infine la tensione 400/230 V per la distribuzione in BT. Negli elaborati:

- *IV0I00D18DXLF0000001- "Schema elettrico generale impianto di alimentazione in galleria";*
- *IV0I00D18PXL1000007 – "Sicurezza gallerie Caprazoppa, Monte Grosso, Castellari, Pineland - Schema elettrico alimentazione 1000V";*
- *IV0I00D18PXL1100003 – "Sicurezza galleria Croce - Schema elettrico alimentazione 1000V";*
- *IV0I00D18PXL1200005 – "Sicurezza galleria Alassio -Schema elettrico alimentazione 1000V";*

sono riportate le varie architetture di alimentazione con riportati i vari collegamenti tra i vari quadri MT e BT.

Per quanto attiene l'illuminazione di sicurezza in galleria, come richiesto dall'art. 1.3.4 del Decreto 28 ottobre 2005 e dal regolamento Europeo STI sopra menzionato, sono stati svolti i calcoli di verifica illuminotecnica per l'illuminazione delle vie di esodo della galleria garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio.

Tutti gli impianti LFM descritti precedentemente per le stazioni/fermate e per la sicurezza galleria sono gestiti, controllati e diagnosticati da appositi sistemi SCADA che consentono la supervisione remota degli impianti. Essi si compongono da

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 19 di 32

apparatati di campo dislocati in prossimità degli impianti che tramite rete dati trasmettono le informazioni e i comandi tra gli stessi e con le postazioni centralizzate.

I sistemi di alimentazione relativi agli impianti di segnalamento e telecomunicazioni (di stazione e di linea) sono descritti nei seguenti elaborati:

- *IV0I00D18ROAS0004001 – “Alimentazione IS e TLC - Relazione Tecnica Generale Descrittiva”;*
- *IV0I00D18DXBL0004010 – “Alimentazione 1kV Sistema IS e TLC - Tratta Andora-Albenga”;*
- *IV0I00D18DXBL0004011 – “Alimentazione 1kV Sistema IS e TLC - Tratta Albenga-Borghetto”;*
- *IV0I00D18DXBL0004012 – “Alimentazione 1kV Sistema IS e TLC - Tratta Borghetto-Finale L.”.*

6 Impianti di Segnalamento

Il sistema di segnalamento rappresenta l'insieme di tutti i sottosistemi, prodotti, funzioni, regole e processi implementativi preposti:

- Al comando e al controllo degli enti di piazzale di stazione e di linea;
- Alla verifica del corretto funzionamento degli enti;
- Alla protezione della sede ferroviaria da indebiti attraversamenti;
- Alla protezione della marcia dei treni da possibili errori umani;
- Alla protezione per problemi legati al treno stesso (es. boccole).

Tali sistemi si pongono l'obiettivo di garantire la sicurezza dell'esercizio, migliorando gli attuali standard manutentivi dell'infrastruttura, anche con sistemi informatici di diagnostica.

I sottosistemi fondamentali che costituiscono il sistema di segnalamento riguardano:

- Impianti di Stazione (Interlocking);
- Sistemi di Distanziamento Treni;
- Sistemi di Protezione Marcia treni;
- Sistemi di Protezione Passaggi a livello;
- Sistemi di Rilevamento Temperature Boccole e Freni.

Gli **impianti di stazione** gestiscono in sicurezza, tramite apparati ACC/ACCM, gli enti di piazzale di stazione garantendone il corretto comando/controllo in relazione alle necessità movimentistiche. Tali impianti si interfacciano con i **sistemi di distanziamento** che in maniera automatica, garantiscono la corretta distanza fra treni in marcia in relazione alla velocità e allo spazio di frenata. Il **sistema di protezione della marcia dei treni**, garantisce che i tetti di velocità massima impostati in funzione delle caratteristiche del treno e dell'infrastruttura, non siano superati e blocca il treno anche in condizioni di sconfinamento in zone non autorizzate alla marcia. I **Sistemi di Protezione Passaggi a livello** garantiscono la protezione del treno dagli incroci con la viabilità stradale. I **Sistemi di Rilevamento Temperature Boccole e Freni** garantiscono l'arresto del

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 20 di 32

treno in punti opportuni al fine di evitare che surriscaldamento di boccole e freni, possano portare a conseguenze impattanti la sicurezza.

Per il corretto dimensionamento e progettazione degli impianti di segnalamento, il punto di partenza è il **Programma di Esercizio**. Tale documento definisce gli standard funzionali, di capacità e velocità che si vogliono ottenere dal generico impianto di stazione e linea. La **planimetria di armamento**, realizzata in base al Programma di Esercizio, costituisce il secondo elemento di base per il progetto di segnalamento che parte dalla redazione del **Piano Schematico di stazione o di linea** che rappresenta schematicamente la disposizione degli enti di piazzale, funzionali al rispetto dei criteri di sicurezza imposti dalle normative e al rispetto delle richieste del Programma di Esercizio.

7 Sistemi di Supervisione

Il sistema di supervisione (CTC/SCC/SCCM) rappresenta un sistema tecnologico che ha l'obiettivo di garantire la **regolarità** della circolazione dei treni sulle linee ferroviarie di propria competenza, supportando gli Operatori della Circolazione nello svolgimento dell'esercizio ferroviario.

La regolarità viene garantita grazie alle seguenti principali FUNZIONI:

- CIRCOLAZIONE:
 - Acquisizione controlli degli enti di segnalamento mediante gli apparati ACEI e ACC (CTC/SCC) o gli apparati ACCM (SCCM);
 - Supervisione della circolazione (CTC/SCC/SCCM) effettuata mediante funzioni proprie del sistema quali: Inseguimento Marcia Treni, Previsionale, Gestione Conflitti, Automatismi (es. predisposizione comandi automatici di itinerario), Selezione Itinerari;
 - Invio comandi, automatici o manuali, verso gli apparati ACEI e ACC (CTC/SCC) e/o gli apparati ACCM (SCCM);
 - Gestione delle rappresentazioni video (CTC/SCC/SCCM) a disposizione delle varie tipologie di Operatori di Circolazione del Posto Centrale (es. Dirigente Centrale Operativo [DCO]) e dei Posti di Servizio (es. Dirigente Movimento [DM] di stazione).
- DIAGNOSTICA - TELESORVEGLIANZA E SICUREZZA:
 - Autodiagnostica (CTC/SCC/SCCM) delle apparecchiature che compongono il sistema di supervisione stesso;
 - Diagnostica remota e gestione allarmi degli impianti ausiliari installati nei fabbricati/locali tecnologici: Alimentazione (SCCM), Condizionamento (SCC/SCCM), Anti-intrusione e Controllo Accessi (SCC/SCCM), Rilevamento Incendi (SCC/SCCM);
 - Gestione impianti TVCC (SCC/SCCM) installati nei fabbricati/locali tecnologici.

I sistemi di supervisione sono costituiti da un'architettura composta da due livelli:

- POSTO CENTRALE, in cui sono concentrate le suddette funzioni di supervisione e coordinamento dell'area controllata (CTC/SCC/SCCM) e di interfacciamento con gli apparati ACCM (SCCM);

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	21 di 32

- POSTO PERIFERICO, per l'interfacciamento locale con gli apparati ACEI e ACC (CTC/SCC) e per l'interfacciamento locale con gli impianti ausiliari e TVCC (SCC/SCCM).

I sistemi di supervisione sono interfacciati con altri sistemi tecnologici ferroviari, quali:

- PIC [Piattaforma Integrata Circolazione] (CTC/SCC/SCCM);
- PIC/laP [PIC per le Informazioni al Pubblico] (CTC/SCC/SCCM);
- sistemi di supervisione limitrofi [CCL (Controllo Centralizzato Linee), CTC, SCC, SCCM] (CTC/SCC/SCCM);
- Impianti RTB [Rilevamento Temperatura Boccole] (SCC/SCCM);
- Impianti MTR [Monitoraggio Temperatura Rotaia] (SCC/SCCM);
- STI [Sistema di Telefonia Integrata] (SCC/SCCM);
- RBC [Radio Block Center] (SCCM).

Per il corretto dimensionamento e progettazione dei nuovi sistemi di supervisione e per la riconfigurazione di sistemi di supervisione già in esercizio, è necessario disporre di:

- CIRCOLAZIONE:
 - Relazione tecnica Impianti di Segnalamento;
 - Piani Schematici di stazione o di linea;
 - Elenco comandi e controlli degli apparati ACEI, ACC, ACCM;
 - Programmi di Esercizio;
 - Relazione tecnica Telecomunicazioni.
- DIAGNOSTICA - TELESORVEGLIANZA E SICUREZZA:
 - Relazioni tecniche Impianti Ausiliari/TVCC;
 - Layout attrezzati dei fabbricati tecnologici;
 - Schemi unifilari Alimentazione/Impianti Ausiliari/TVCC;
 - Relazione tecnica Telecomunicazioni.

Il progetto di realizzazione dei nuovi sistemi di supervisione o il progetto di riconfigurazione di sistemi di supervisione già in esercizio è interamente descritto nel documento "*Relazione Tecnica del Sistema di Supervisione*".

8 Telecomunicazioni

Lo scopo del presente capitolo è illustrare le caratteristiche principali dei progetti degli impianti di telecomunicazioni presenti lungo la tratta in oggetto, descrivendone l'architettura generale e l'integrazione con la rete di telecomunicazioni esistente ed in esercizio nell'infrastruttura ferroviaria.

La progettazione dei sistemi di telecomunicazioni, relativamente alla linea ferroviaria oggetto di intervento, è finalizzata alla realizzazione o all'aggiornamento tecnologico delle seguenti tipologie di impianti:

- Cavi a fibre ottiche;
- Cavi in rame;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 22 di 32

- Rete di trasmissione dati a lunga distanza;
- Sistema di comunicazione radio Terra Treno GSM-R;
- Impianti di radio propagazione del segnale GSM pubblico nelle gallerie;
- Sistema di Telefonia Selettiva (VoIP);
- Impianti di Informazione al Pubblico (IaP) e Diffusione Sonora (DS) nelle nuove stazioni e fermate previste dal progetto;
- Sistema di Supervisione Integrato (SPVI) per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie della nuova tratta ed annessa rete dati di galleria.

8.1 Cavi a fibre ottiche e cavi in rame

La rete cavi in Fibra Ottica (FO) della linea oggetto di intervento è costituita principalmente da due distinti cavi a fibre ottiche monomodali (64 FO monomodali), posati in opportune canalizzazioni situate ai lati dei binari, in modo tale da costituire due dorsali ottiche separate.

I cavi principali in fibra ottica vengono sezionati parzialmente nelle località di servizio intermedie e terminati totalmente in quelle di inizio e fine tratta, in base alle esigenze del sistema di segnalamento e dei sistemi di telecomunicazioni. I collegamenti verso le utenze dislocate lungo linea, come per esempio i siti GSM-R o gli apparati di rilevamento temperatura boccole (RTB), vengono realizzati tramite opportuni giunti di spillamento e code di cavo a 32 FO monomodale.

Nelle gallerie di lunghezza superiore a 1000 m sono stati previsti anche cavi a 32 fibre ottiche con caratteristiche di resistenza al fuoco rispondenti alla specifica TT598 rev. A: tali cavi costituiranno il supporto fisico alla rete dati per la sicurezza in galleria ed al funzionamento delle protezioni elettriche logiche dei quadri di alimentazione delle utenze di galleria (illuminazione, impianti meccanici, etc.): tali cavi dovranno pertanto possedere le caratteristiche, in termini di attenuazione per metro lineare, richieste dalla specifica.

Tramite cavi secondari in fibra ottica vengono collegate anche le Sottostazioni Elettriche ed altri posti di servizio secondari eventualmente presenti lungo la linea in analisi.

Per quanto riguarda i sistemi che richiedono il collegamento in rame (ad esempio i telefoni selettivi lungo linea), è prevista la posa di un cavo telefonico a coppie in rame: la numerosità delle coppie è stata dimensionata in base alle esigenze dei singoli sottosistemi.

Tutti i cavi per le applicazioni all'interno delle gallerie e dei fabbricati frequentati dal pubblico o con locali tecnologici di interesse strategico, in rame oppure fibra ottica, sono rispondenti ai requisiti di reazione al fuoco, conformi al Regolamento UE 305/11 (CPR), alla norma CEI EN 50575 ed alla normativa di RFI vigente: in particolare nelle gallerie si utilizzeranno cavi classificati, ai sensi della reazione all'incendio, come (B2ca, s1a, d1, a1) mentre all'interno dei fabbricati si utilizzerà la classe armonizzata (Cca, s1b, d1, a1).

La fornitura dei cavi in Fibra Ottica e in Rame è conforme alle specifiche tecniche di RFI in vigore (TT528, TT531, TT536, TT538, TT241, TT242 e TT413).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	23 di 32

La posa dei cavi deve essere eseguita in base alla specifica tecnica di RFI TT 239 vigente in idonee canalizzazioni da dimensionare in base alla numerosità di cavi.

8.2 Rete di trasmissione dati locali e a lunga distanza

La nuova tratta Finale Ligure-Andora sarà dotata di un sistema trasmissivo basato su standard MPLS-TP: analogamente allo standard SDH, sono previsti due distinti livelli gerarchici, backbone ed accesso. Entrambi i livelli prevedono un bit rate pari a 10 Gbit/s e saranno fisicamente realizzati sfruttando le fibre ottiche dei cavi di dorsale principale 64 FO installati lungo la tratta. Si prevede l'utilizzo di due fibre (ed altrettante di scorta) sulla dorsale primaria per la realizzazione del livello di backbone, e di due fibre (ed altrettante di scorta) sempre sulla dorsale primaria per il livello di accesso.

La struttura della rete di nuova realizzazione prevede l'utilizzo di apparati di trasporto a pacchetto (ATP), che permetteranno l'accesso ai servizi di rete presso ciascuna località di servizio o posto tecnologico della tratta: gli apparati, costruiti per essere installati su rack 19" occupando non più di 3,5 U, potranno essere di tipo parzialmente ridondato o totalmente ridondato. L'apparato parzialmente ridondato prevede la duplicazione della sola sezione di alimentazione e di clock, mentre l'apparato ATP di tipo completamente ridondato possiede una ridondanza completa dei moduli matrice/controllore e delle schede di interfaccia E1/GbE/STM.

Nei siti radio GSM-R, ove l'apparato ATP sarà utilizzato esclusivamente per estrarre dalla rete di trasporto i flussi A-bis di collegamento BTS-BSC, nonché per l'accesso alla rete di supervisione IP/MPLS, saranno installati apparati di tipo parzialmente ridondato, in quanto la rete GSM-R è già strutturata in modo tale da garantire ridondanza geografica di copertura radio; in tutti gli altri casi, ad esempio nei fabbricati PGEP, nelle stazioni o fermate e nelle SSE, località nelle quali l'apparato è utilizzato per veicolare dati appartenenti a più sottosistemi, si utilizzeranno ATP di tipo totalmente ridondato onde massimizzare la continuità di esercizio.

La nuova rete di trasporto dati a pacchetto sarà interconnessa con l'esistente livello di backbone della rete SDH sfruttando le interfacce GbE ed STM-16 presenti sugli apparati ATP che verranno installati ad Albenga e ad Andora.

Ad Albenga, l'apparato ATP sarà interfacciato con il DXC-64 di Savona L440T004, tramite collegamenti GbE ed STM-16, sfruttando le fibre a disposizione sulla dorsale ottica primaria; ad Andora, invece, l'apparato ATP sarà direttamente interconnesso all'ADM-64 locale, tramite interfacce STM-16 e GbE.

8.3 Sistema di comunicazione Terra Treno GSM-R

Il GSM-R è una piattaforma di comunicazione radiomobile, dedicata alle reti ferroviarie europee e definito nell'ambito del progetto EIRENE (European Integrated Radio Enhanced Network) di UIC (Union Internationale des Chemins de Fer). Esso costituisce il supporto trasmissivo di tutte le comunicazioni ferroviarie terra – treno di servizio, sia di tipo fonia che di tipo dati (radiosegnalamento).

Sulle linee attrezzate con sistema di segnalamento ERTMS L2, tramite sistema GSM-R vengono inviate al treno tutte le informazioni relative alle autorizzazioni alla marcia ed alla velocità massima da rispettare. Tutti i componenti radio del GSM-R operano nella banda di frequenza prevista per le applicazioni UIC:

- 876 – 880 MHz UPLINK;
- 921 – 925 MHz DOWNLINK.

Tale banda risulta assegnata tramite opportuna licenza concessa a RFI dal Ministero delle Comunicazioni.

Gli impianti in ambito GSM-R devono essere realizzati in conformità alle Normative di riferimento del progetto EIRENE (System Requirements Specification 16.0.0 e Functional System Requirements Specification 8.0.0).

Gli obiettivi di copertura della rete radio sono i seguenti:

- Aree in spazio aperto delimitate dai confini di proprietà ferroviaria (corridoio ferroviario, viadotti, trincee, ponti, scali ferroviari, etc.);
- Aree esterne ai fabbricati ed edifici di proprietà ferroviaria realizzati in ambito di stazione o lungo linea quali, ad esempio, le stazioni, i depositi, le officine e i magazzini, i posti di comunicazione, i posti di interconnessione, etc.;
- Aree di manovra e smistamento;
- Interconnessioni tra le direttrici interessate dalla copertura GSM-R;
- Imbocchi e interno delle gallerie;
- Finestre di accesso alle gallerie;
- Aree di emergenza delle gallerie.

La copertura dei tratti di linea all'aperto sarà prevalentemente realizzata tramite BTS ubicate nei locali tecnologici di PGEP oppure all'interno di shelter prefabbricati intermedi lungo linea.

Saranno utilizzate prevalentemente antenne direzionali da esterno del tipo a pannello, con doppia polarizzazione (X-pol): a seconda dei casi, le antenne saranno installate su pali staffati alle parteti frontali verticali delle gallerie oppure su pali infissi su apposito plinto previsto nella platea di fondazione dello shelter.

La copertura dei tratti di linea in galleria sarà realizzata tramite sia tramite BTS ubicate nei locali tecnologici di PGEP od in shelter prefabbricati, sia utilizzando BTS di tipo outdoor che saranno ubicate all'interno dei by-pass tecnologici previsti nel progetto della galleria stessa.

Il by-pass tecnologico rende possibile la copertura di entrambe le canne (pari e dispari) delle gallerie bitubo senza dover ricorrere a BTS separate per ciascuna canna.

Per la copertura delle gallerie si ricorrerà ad antenne di tipo direzionale doppia polarizzazione (X-pol), che consentiranno di ottimizzare le caratteristiche radioelettriche grazie alla loro elevata direzionalità ed al migliore guadagno in ricezione rispetto alle soluzioni utilizzate in precedenza (antenne phased-array).

Sia nei tratti di linea all'aperto, sia nei tratti in galleria, sarà prevista la realizzazione della ridondanza di copertura radio GSM-R: la ridondanza di copertura assicura che, in caso di guasto di un sito radio, venga mantenuto un livello di segnale radio sufficiente alle comunicazioni lungo tutto il tratto di linea interessato.

La copertura dei by-pass tecnologici e dei by-pass di esodo all'interno delle gallerie sarà garantita tramite antenne omnidirezionali a doppia polarizzazione (V-pol), che saranno installate all'interno dei by-pass stessi, e collegate alla BTS immediatamente più vicina. Opportuni splitter garantiranno la distribuzione del segnale radio a più antenne diverse, a partire dalla piastra di branching della BTS scelta come sorgente del segnale. Non è garantita la ridondanza di copertura radio in caso di guasto della BTS sorgente.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	25 di 32

Per quanto riguarda i livelli di copertura radio, il requisito vigente è quello previsto dalle specifiche EIRENE System Requirements Specification 16.0.0.

8.4 Impianti di radio propagazione del segnale GSM pubblico nelle gallerie

Lo scopo di tali impianti è quello di assicurare la continuità della comunicazione radiomobile, tramite sistema GSM pubblico, all'interno delle gallerie, nelle eventuali zone di ombra radio, in corrispondenza dell'accesso delle gallerie stesse e nei tratti di linea compresi tra le gallerie contigue ove non sia possibile far pervenire segnale sufficiente da parte dell'operatore pubblico. In particolare, si garantisce la continuità di comunicazione per apparati radiomobili palmari trasportabili o veicolari operanti nella banda dei 900 MHz GSM relativamente agli operatori TIM e VODAFONE, mantenendo allo stesso tempo la predisposizione per un ulteriore operatore.

Il sistema così realizzato assicura una ridondanza di copertura radio al sistema GSM-R.

Gli impianti di radiopropagazione sono costituiti da stazioni di testa esterne agli imbocchi delle gallerie presenti lungo la linea: tali stazioni captano il segnale GSM pubblico tramite opportune antenne o attraverso un cavo di collegamento con la stazione radio base dell'operatore; il segnale così captato viene amplificato ed irradiato tramite un cavo fessurato installato all'interno della galleria.

Nelle gallerie di elevata lunghezza, vengono installati all'interno della stessa dei remotizzatori ottici, apparecchiature collegate tramite cavo in fibra ottica alla stazione di testa: tali apparati sono poi connessi al cavo radiante che distribuisce il segnale GSM vero e proprio all'interno del tunnel.

Nell'ambito della nuova tratta Andora-Finale, le stazioni amplificatrici di testa saranno installate all'interno dei medesimi shelter tecnologici previsti per il sistema GSM-R, nonché all'interno dei locali GSM-R dei fabbricati tecnologici di PGEP; le antenne verso la cella donatrice saranno installate su pali fissati alle pareti frontale di ingresso delle gallerie oppure sui pali previsti sui plinti delle platee di supporto allo shelter.

L'estensione del segnale GSM-P nelle gallerie avverrà tramite tratti consecutivi di cavo radiante di diametro 1 e 5/8" ancorato alle pareti della galleria stessa mediante supporti in materiale isolante conformi alla specifica tecnica TT620 in vigore; nelle gallerie a doppia canna sarà prevista la posa del cavo radiante all'interno di ciascuna canna della galleria stessa.

L'origine dei tratti di cavo radiante potrà essere la stazione amplificatrice di testa oppure un amplificatore-remotizzatore ottico installato all'interno della galleria: il remotizzatore sarà collegato alla stazione di testa tramite fibre dei cavi di dorsale 32 FO per la sicurezza in galleria.

I remotizzatori ottici saranno installati, a seconda dei casi, all'interno dei by-pass tecnologici che ospiteranno le BTS del sistema GSM-R oppure in nicchie tecnologiche opportunamente scelte. Nei by-pass tecnologici l'alimentazione elettrica ai remotizzatori sarà fornita direttamente dal quadro elettrico TLC del locale, mentre nelle nicchie tecnologici si utilizzerà l'interruttore predisposto sul Quadro di Tratta QdT corrispondente.

L'estensione del segnale all'interno dei by-pass tecnologici e di esodo avverrà tramite spezzoni di cavo radiante ancorati alle pareti dei locali: il cavo radiante sarà collegato, tramite cavi coassiali, all'amplificatore-remotizzatore ottico più vicino.

I sistemi di radiopropagazione sono realizzati secondo le Specifiche tecniche RFI di riferimento:

- TT620 – "Impianti di Radiopropagazione per Gallerie Ferroviarie", DTCSTT ST TC 08 001A ed. 2018;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA IV0I	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 26 di 32

- TT598 – “IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI PER LA SICUREZZA NELLE GALLERIE”, RFI-DTC.ST.T ST TL 20 001 A ed. 2017.

8.5 Sistema di Telefonia Selettiva (VoIP)

Gli impianti di telefonia selettiva utilizzati in ambito ferroviario consentono di effettuare le comunicazioni relative alla circolazione dei treni: tali impianti sono a servizio del personale RFI addetto al movimento ed alla manutenzione.

Sulla linea oggetto di intervento, vengono realizzati impianti di telefonia selettiva prevedendo l'utilizzo della tecnologia VoIP (sistemi STSV), allo scopo di realizzare le funzionalità telefoniche necessarie nelle comunicazioni a servizio dell'esercizio ferroviario. L'adozione di questo tipo di tecnologia consente di sfruttare un livello di trasporto dati "Omnibus" totalmente digitale, basato su una rete a commutazione di pacchetto conforme allo standard Gigabit Ethernet.

Il nodo centrale del sistema VoIP è costituito da un server centrale, in configurazione hardware ridondata (postazione normale e riserva calda) situato presso il posto di controllo della tratta ferroviaria, detto Posto Centrale: la sua funzione principale è quella di gestire ed instradare le chiamate tra gli utenti della linea e la postazione centrale, implementando tutte le funzionalità tipiche dei circuiti selettivi ferroviari (chiamate dirette, in conferenza, di gruppo) e le funzioni di Telediffusione Sonora nelle stazioni, secondo gli standard RFI. Inoltre, tale server consente di instradare correttamente le chiamate verso i circuiti di telefonia selettiva convenzionale (STSI), le utenze radiomobili GSM-R e verso la rete privata fissa RFI e le reti telefoniche pubbliche (fisse e mobili), interfacciandosi con il Sistema Telefonico Integrato STI esistente presso il Posto Centrale.

I telefoni del sistema STSV vengono installati presso i siti di seguito elencati:

- presso il Posto Centrale;
- negli uffici, all'interno dei fabbricati delle località di servizio (stazioni o fermate);
- all'esterno delle località di servizio, in corrispondenza dei relativi fabbricati;
- lungo linea: presso i segnali di protezione delle stazioni, presso gli imbocchi delle gallerie ed al loro interno qualora la lunghezza sia superiore a 1000 m.

Il sistema di telefonia selettiva STSV utilizza il sistema di registrazione legale delle chiamate già in esercizio nel sistema STI del Posto Centrale.

Nella tratta in oggetto, il traffico dati del sistema di telefonia selettiva di tipo VoIP sarà veicolato dalla rete dati IP-MPLS per SPVA e STSV, prevista nel presente progetto definitivo.

Presso ciascuna località di servizio intermedia, gli switch della rete IP-MPLS metteranno a disposizione una VLAN appositamente dedicata alla telefonia STSV: alle porte di tali switch previste allo scopo, saranno collegati ulteriori switch dedicati esclusivamente al sistema STSV, che permetteranno la distribuzione della rete alle utenze di telefonia selettiva e l'alimentazione di alcune periferiche grazie alla funzionalità PoE delle porte Ethernet.

I telefoni di linea previsti agli imbocchi delle gallerie ed all'interno delle stesse saranno generalmente collegati tramite coppie telefoniche del cavo principale in rame e saranno del tipo BCA: gli estremi delle coppie in rame faranno capo ad un'interfaccia analogico-digitale ATA di tipo RING, che consentirà la conversione dei dati da analogico a digitale, in modo tale da poter veicolare il traffico telefonico in pacchetti IP attraverso gli switch PoE del sistema.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	27 di 32

I telefoni selettivi da posizionarsi all'esterno dei posti tecnologici (PGEP, stazioni, posti di comunicazione) saranno collegati direttamente agli switch PoE con cavi Ethernet se la distanza risulterà inferiore a 100 m, altrimenti si utilizzerà un cavo secondario in rame 4 coppie e l'interfaccia ATA.

Per quanto riguarda l'attrezzaggio degli uffici, verranno messe a disposizione delle postazioni telefoniche nei seguenti locali:

- Postazioni Operatore nei PP/ACC;
- Postazioni Manutenzione nei PPM, nei PP/ACC e nei PPT;
- Locali SPVI nei PGEP;
- Sottostazioni elettriche SSE;
- Cabine TE.

I sistemi di telefonia selettiva vengono realizzati in base alle specifiche tecniche RFI TT577 e TT595, intese nelle revisioni vigenti.

8.6 Impianti di Informazione al pubblico (IaP) e Diffusione Sonora (DS)

Gli impianti d'informazione al pubblico (IaP) vengono realizzati nelle stazioni e nelle fermate della linea, consentendo la visualizzazione delle informazioni utili ai viaggiatori, in servizio continuo e con la necessaria flessibilità secondo le varie esigenze operative.

La gestione degli impianti IaP è ottenuta tramite opportuno interfacciamento con il sistema di Informazione e Controllo (I&C), presente in tutte le località di servizio e nel Posto Centrale.

I terminali periferici del sistema sono costituiti da indicatori di binario, di sottopassaggio, monitor a colori e tabelloni arrivi/partenze per gli atri delle stazioni e per le sale d'attesa.

Nelle stazioni e nelle fermate vengono inoltre realizzati impianti di diffusione sonora, che comprendono la fornitura in opera di apparati di amplificazione, diffusori sonori e relativi cavi di collegamento con gli amplificatori, questi ultimi previsti in idonei armadi ubicati presso il locale tecnologico TLC.

L'impianto sonoro copre la zona viaggiatori e precisamente:

- Marciapiedi;
- Atrio di stazione;
- Sottopassaggi pedonali.

L'impianto di diffusione sonora viene strutturato per permettere l'accesso al sistema dalle seguenti sorgenti foniche:

- Operatore locale e remoto (DM - DCO);
- Telediffusione sonora integrata nel sistema telefonico;
- Unità IaP relativa al sistema informazioni al pubblico.

Gli impianti di IaP sono progettati nel rispetto delle seguenti norme:

- LINEE GUIDA RFI TEC LG IFS 002 (revisione vigente) per la realizzazione degli impianti per i sistemi di informazione al pubblico e successive modifiche/integrazioni e relativi allegati;
- STANDARD IT IaP RFI DIT SP SVI 001 (revisione vigente) per sistemi di erogazione dell'informazione al pubblico e relativi allegati;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	28 di 32

- Specifica Tecnica RFI TT 573.

8.7 Impianti di Supervisione per la sicurezza nelle gallerie e nelle stazioni

In presenza di uno degli scenari d'emergenza in galleria previsti dal Decreto Ministeriale 28/10/05, nonché dalle Specifiche Tecniche Interoperabilità (STI) vigenti, il Sistema di Supervisione Integrato (SPVI) consente tutte le azioni necessarie per la gestione degli impianti di sicurezza presenti nelle gallerie della tratta in oggetto, coerentemente a quanto previsto nel piano di gestione dell'emergenza.

Tale sistema è stato previsto per la gestione degli impianti di sicurezza presenti in galleria sia direttamente dal Posto Centrale sia dai locali tecnici agli imbocchi della galleria preposti alla gestione dell'emergenza (PGEP Posto di Gestione dell'Emergenza Periferico).

Il sistema SPVI consente, inoltre, durante le normali fasi dell'esercizio ferroviario, la gestione dai PGEP e dal Posto Centrale della manutenzione degli impianti di sicurezza presenti nella galleria, agli imbocchi e negli eventuali accessi intermedi.

La gestione degli impianti viene realizzata tramite un sistema SCADA, che si interfaccia ai vari server e PLC degli impianti di sicurezza del tunnel per effettuare le seguenti funzioni:

- Gestione impianti luce e forza motrice;
- Gestione impianti videosorveglianza, controllo accessi, antincendio;
- Gestione impianti STES (messa a terra sicura della linea di contatto).

Il sistema SPVI utilizza un collegamento di rete dati locale ridondato per l'acquisizione dei dati di Diagnostica e per i Telecontrolli/Telecomandi previsti dai vari sottosistemi.

La sezione principale del sistema di gestione dell'emergenza in galleria è allocata all'interno di uno o più edifici denominati PGEP, oppure in una control room nel caso di stazione in cui sono installate le postazioni operatore di supporto alle operazioni di emergenza, che sono attrezzate con una postazione terminale del Sistema di Supervisione SPVI (Sistema di Supervisione Integrata), necessaria alla gestione di tutto il sistema di sicurezza in galleria.

Analoga postazione operatore è prevista presso il Posto Centrale, dal quale si gestiscono tutte le gallerie e stazioni interrate del Compartimento ferroviario di competenza.

La postazione operatore di Posto Centrale è connessa a un sistema di supervisione SCADA detto "multigallerie", in grado di interfacciarsi e gestire tutti i sistemi di Supervisione delle gallerie del Compartimento.

La rete dati ridondata a servizio degli impianti di sicurezza viene realizzata utilizzando, a livello fisico, una connessione a fibra ottica dedicata a tutti i sottosistemi di supporto all'emergenza in galleria, sulla quale viene implementata una rete Gigabit Ethernet (1 Gbit/s – standard IEEE802.3). Tale rete, indicata come "rete di galleria", viene condivisa dai vari sottosistemi tramite apparati di rete (router, switch) presenti agli imbocchi galleria e nelle nicchie oggetto di installazione degli apparati.

La rete è strutturata sui seguenti livelli operativi:

- Livello di galleria: realizza la rete dati interna alla galleria, in cui sono inseriti apparati "switch" per realizzare i punti di accesso (nodi di rete) delle periferiche dei vari sottosistemi;
- Livello di PGEP: realizza la parte di rete all'imbocco della galleria in cui sono inseriti gli elaboratori dei sottosistemi di galleria;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	29 di 32

- Livello di Posto Centrale: realizza la parte di rete in cui sono inseriti gli elaboratori di Posto Centrale e le postazioni remote dei sottosistemi di galleria.

L'architettura di rete da realizzare è di tipo a doppio anello come prescritto nella Specifica Tecnica RFI TT598.

Sono configurate diverse VLAN ciascuna dedicata ad uno specifico sottosistema: più specificatamente, le utenze da collegare al sistema di trasmissione dati di galleria sono classificabili in:

- VLAN Impianti elettrici (quadri elettrici, alimentazioni di continuità, illuminazione);
- VLAN Impianti di antincendio (controllo fumi, idrico, rivelazione incendi, etc.);
- VLAN Impianti di security (controllo accessi, antintrusione, etc.);
- VLAN Impianti videosorveglianza.

La rete dati che viene realizzata soddisfa i seguenti requisiti principali:

- Il singolo guasto del cavo non deve determinare alcun degrado funzionale dell'intero sistema;
- Un singolo guasto di un qualsiasi apparato di rete non deve in alcun modo determinare il fuori servizio degli impianti, è ammesso il fuori servizio della singola "sezione TLC di galleria";
- Elevata affidabilità, disponibilità e flessibilità di configurazione e gestione;
- Utilizzo di apparati e protocolli standard di tipo "aperto";
- Caratteristiche "real-time".

Gli impianti di telecomunicazione a servizio della gestione dell'emergenza in galleria sono stati progettati secondo i requisiti delle specifiche tecniche RFI TT598 e RFI DPR IM SP IFS 002, intese nelle revisioni vigenti.

9 Impianti Meccanici e Speciali

9.1 Descrizione degli interventi presso le stazioni/fermate

Il progetto prevede la realizzazione dell'impiantistica meccanica, safety e security a servizio delle seguenti stazioni/fermate:

- Fermata "Pietra Ligure";
- Fermata "Borghetto";
- Stazione "Albenga";
- Fermata "Alassio";
- Stazione "Finale Ligure";
- Stazione "Andora".

Nel dettaglio, i seguenti interventi sono stati progettati:

9.1.1 Impianti Safety

- Impianto di rivelazione incendi a protezione del fabbricato viaggiatori ed annessi locali servizi, dei locali tecnologici di stazione e dei vani ascensori;
- Impianto di spegnimento a gas, a tecnologia novec, per la protezione del locale segnalamento/ACC;

- Per la Fermata “Pietra Ligure”, con banchine in viadotto, è stata progettata una rete idranti a secco ad uso delle squadre dei VVFF;
- Per la Fermata di Alassio, interamente interrata, sono stati previsti gli impianti di protezione di seguito dettagliati:
 - Impianto idranti ad umido a protezione delle banchine, pari e dispari.
 - Impianto a diluvio, mantenuto normalmente a secco, a protezione delle banchine pari e dispari, con attivazione selettiva tramite valvole a diluvio.
 - Impianto a lame d’acqua, mantenuto normalmente a secco, agente come barriera anti fumo per gli accessi pedonali delle banchine pari e dispari, con attivazione selettiva tramite valvole a diluvio.
 - Impianto sprinkler per la protezione della sala delle pompe antincendio e delle casse delle scale mobili.
 - Impianto di estrazione fumi, attivabile nello scenario di treno passeggeri incendiato fermo in banchina, con potenza di incendio massima pari a 10 MW, dimensionato per assicurare la stratificazione dei fumi in conformità con la NFPA 92, ed assicurare le condizioni di vivibilità per la durata dell’evacuazione delle banchine. L’impianto, tramite serrande motorizzate, tagliafuoco e tagliafumo, è progettato per la gestione di un singolo evento incidentale, in conformità con la NFPA 130, nella banchina pari o dispari.
 - Impianto di disconnessione fumi, realizzato mediante due centrali di ventilazione ubicate in banchina, per disconnettere fluidodinamicamente la Fermata di Alassio dalle adiacenti gallerie. Tale disconnessione si rende necessaria nel caso di evento incidentale associato ad un treno passeggeri o merci, incendiato, bloccato nelle gallerie di approccio alla fermata di Alassio. Gli impianti sono progettati in conformità con la linea guida NFPA 502, edizione 2017, per un carico di incendio massimo pari a 150 MW. L’attivazione delle disconnessioni fluidodinamiche è di tipo selettivo, in funzione della posizione del treno incendiato, tramite serrande motorizzate installate presso i “pozzi” di accesso di Neghelli e Gastaldi, alle estremità delle “banchine passeggeri”.
 - Impianto di pressurizzazione ai sensi della linea guida UNI EN 12101-6, a protezione dei filtri fumo installati presso il piano banchina dei nuclei di accesso di Neghelli e Gastaldi. Gli impianti sono progettati per gestire i seguenti scenari operativi:
 - Assicurare una sovrappressione di 50 Pa nello scenario di filtro fumo a porte chiuse;
 - Assicurare una velocità minima trasversale dell’aria non inferiore ad 1 m/s attraverso le quattro porte completamente aperte del filtro fumo.

Tutti gli impianti di protezione attiva antincendio, ad umido o secco, sono alimentati mediante due gruppi di pressurizzazione, conformi con la linea guida UNI EN 12845, installati presso il livello interrato del fabbricato tecnologico, costruito al piano strada della Fermata di Alassio. Il primo gruppo è stato dimensionato per alimentare contemporaneamente gli impianti a diluvio, a lame d’acqua e gli sprinkler per la protezione delle scale mobili; il secondo gruppo è stato dimensionato per l’alimentazione della protezione sprinkler nella sala di pressurizzazione e della rete idranti a protezione delle banchine, tale da assicurare una portata minima non inferiore a 200 l/min presso ciascuna postazione idrante UNI 45.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	31 di 32

9.1.2 Impianti Security

- Impianto antintrusione e controllo accessi a protezione dei locali ad uso passeggeri, dei locali tecnologici in ambito stazione e degli accessi ai piazzali di stazione (parcheggi veicolari, accessi pedonali, rastrelliere per le biciclette);
- Impianto di videosorveglianza con tecnologia IP POE, a standard ONVIF, consistente con le linee guida di Protezione Aziendale, ultima edizione, per il controllo delle aree di parcheggio veicolari, delle aree di accesso pedonali, le aree di stazionamento dei bicli, il controllo perimetrale dei fabbricati viaggiatori e dei fabbricati tecnologici, la videosorveglianza degli sbarchi ascensore e delle scale mobili, il monitoraggio delle banchine, dei sottopassi ed annessi accessi.

La centrale dell'impianto di videosorveglianza sarà realizzata con server ridondato "Tipo C" ed archivio di rete NAS, connessi mediante Firewall Fortinet Fortigate e switch di centro stella.

Per la Stazione di Finale Ligure, si prevede la remotizzazione dei flussi video verso l'adiacente fabbricato tecnologico previsto presso il Piazzale di Emergenza PES 1.

9.1.3 Impianti meccanici

- Impianto HVAC sviluppato secondo le seguenti architetture:
 - Impianto di climatizzazione, tipo VFR, per il controllo termoigrometrico delle sale di attesa, completo di recuperatore di calore;
 - Impianto di estrazione igienica per i locali sanitari di stazione;
 - Impianto di condizionamento tecnologico ridondato per i locali tecnici contenenti apparecchiature operanti sotto controllo accurato di temperatura ed umidità ambiente;
 - Impianto di ventilazione ridondato per i locali di media tensione (MT) e gruppi elettrogeni;
 - Impianto di ventilazione ridondato, coadiuvato da un condizionatore tecnologico ad uso delle squadre di manutenzione, per i locali tecnologici contenenti apparecchiature operanti a range esteso.
 - Per la fermata Alassio, interamente interrata, è stato progettato un impianto di ventilazione igienica delle aree pubbliche di banchina, operante mediante regolazione dell'impianto di estrazione fumi di banchina. La ventilazione delle aree pubbliche presso i pozzi di accesso Neghelli e Gastaldi sarà assicurata mediante ventilazione passiva generata dalla combinazione dell'effetto "camino", associato alla differenza di temperatura tra l'area di banchina e l'ambiente esterno, e l'effetto "pistone", associato al transito dei treni".
- Impianto idrico-sanitario a servizio dei locali igienici di stazione e ad uso del personale operativo e dei Dirigenti di Movimento. I locali igienici di stazione saranno equipaggiati con sistema di recupero delle acque meteoriche per il riempimento delle cassette di scarico dei wc.
- Impianto di sollevamento delle acque dei sottopassi, per il pompaggio di eventuali sversamenti all'interno delle fosse ascensori.
- Impianti per l'irrigazione del verde pubblico, in conformità con i Criteri Ambientali Minimi (CAM), con rete di gocciolatoi alimentati tramite vasca di recupero delle acque meteoriche.

**PROGETTO DEFINITIVO****RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA****RELAZIONE GENERALE IMPIANTI TECNOLOGICI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 18 RG	MD 00 00 001	A	32 di 32

- Impianti di movimentazione verticale, scale mobili ed ascensori elettrici, consistenti con le specifiche di interfacciamento verso il sistema SEM, edizione 2021.

L'impiantistica di stazione sarà progettata per essere interfacciabile con il sistema SEM e, per la sola Fermata di Alassio, sarà progettata una sala di supervisione locale per il controllo dei sistemi safety, security ed elettromeccanici, interfacciata direttamente con il sistema di supervisione SEM.