

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMA INVESTIMENTI DIRETTRICE SUD

PROGETTAZIONE:



## CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO PER LA REALIZZAZIONE DELLA DIRETTRICE FERROVIARIA NAPOLI-BARI-LECCE-TARANTO

DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA POTENZA – FOGGIA – AMMODERNAMENTO

SOTTOPROGETTO 2 – ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE

LOTTO 1.1 – ELETTRIFICAZIONE CERVARO – ROCCHETTA – S. NICOLA di MELFI

PROGETTO MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione Generale

SCALA:

-

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

I A 4 J 1 1 E 6 9 R G A C 0 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Rocchi	Maggio 2019	D. Putzu	Maggio 2019	G. Lestingi	Maggio 2019	D. Ludovici Feb.2020
B	Emiss. per rev interna	F. Polli	Feb.2020	D. Putzu	Feb.2020	G. Lestingi	Feb.2020	



File: IA4J11E69RGCA000001B

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
1.2	ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	6
1.3	STRUTTURA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	8
1.4	OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI MATTM .....	8
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>10</b>
2.1	PREMESSA .....	10
2.2	LINE DI CONTATTO .....	12
2.2.1	<i>Inquadramento geografico, individuazione degli impianti e delle lavorazioni</i> .....	12
2.2.2	<i>Architettura alimentazione elettrica di tratta</i> .....	14
2.2.3	<i>Scelte progettuali</i> .....	15
2.2.4	<i>Caratteristiche tecniche costruttive</i> .....	16
2.2.5	<i>Riepilogo tipologie e tratte da elettrificare</i> .....	35
2.3	SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE E CABINE TE .....	35
2.3.1	<i>Architettura alimentazione elettrica di tratta</i> .....	35
2.3.2	<i>Costituzione delle Sottostazioni elettriche di conversione</i> .....	37
2.3.3	<i>Costituzione della Cabina di Trazione Elettrica di PM Cervaro</i> .....	46
2.3.4	<i>Impianto di telecomando</i> .....	49
2.4	FONDAZIONI PER PALI “LSU” .....	49
2.4.1	<i>Parametri meccanici caratteristici dei terreni</i> .....	50
2.4.2	<i>Blocchi di fondazione standard per sostegni tipo “LSU”</i> .....	50
2.4.3	<i>Analisi soluzione e nuovo tipologico</i> .....	55
2.4.4	<i>Autorizzazione di RFI all'utilizzo di fondazioni dei sostegni TE fuori standard</i> .....	59
2.4.5	<i>Verifica della compatibilità idraulica delle canalette esistenti</i> .....	59
2.5	ANCORAGGIO PORTALI E PALI T.E. SU PONTI FERROVIARI ESISTENTI .....	60
2.5.1	<i>Soluzione con portale incernierato su ponti in muratura</i> .....	61
2.6	OPERE CIVILI .....	64
2.6.1	<i>Abbassamento del piano del ferro</i> .....	64
2.6.2	<i>Nuovo canale idraulico di S. Nicola di Melfi</i> .....	64
2.6.3	<i>Opera di protezione del ponte tubo esistente al km 6+306</i> .....	69
2.6.4	<i>Adeguamento della pensilina di stazione di S. Nicola di Melfi</i> .....	71
2.7	TELECOMUNICAZIONI .....	74
2.7.1	<i>Cavi</i> .....	74
2.8	IMPIANTI DI SICUREZZA E SEGNALAMENTO .....	77

2.8.1	<i>Interventi relativi a spostamento segnali</i>	77
2.8.2	<i>Risoluzione interferenze blocchi di fondazione</i>	78
2.8.3	<i>Messa a terra</i>	79
2.8.4	<i>Lavorazioni "IS" nella tratta oggetto di abbassamento del p.f.</i>	79
2.9	<b>IMPIANTI LFM</b>	79
2.9.1	<i>Descrizione interventi</i>	79
2.9.2	<i>Nuovi impianti di illuminazione di stazione</i>	81
2.9.3	<i>Descrizione dell'impianto di terra delle stazioni</i>	83
2.9.4	<i>Protezione dai contatti indiretti</i>	84
2.9.5	<i>Rimozione degli impianti esistenti</i>	85
<b>3</b>	<b>LA FASE DI CANTIERE</b>	<b>86</b>
<b>4</b>	<b>COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI INDAGINE E CRITERI GENERALI</b>	<b>88</b>
4.1	NORMATIVA GENERALE	88
4.2	COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE	88
4.3	LOCALIZZAZIONE E DENOMINAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	88
4.4	CRITERI DI ACQUISIZIONE, ARCHIVIAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO	89
<b>5</b>	<b>RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI</b>	<b>91</b>
5.1	COMPONENTE AMBIENTE IDRICO	91
5.1.1	<i>Ambiente idrico superficiale</i>	92
5.1.2	<i>Ambiente idrico sotterraneo</i>	103
5.2	COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	108
5.2.1	<i>Modalità di monitoraggio per la componente pedologica</i>	109
5.2.2	<i>Aree sensibili ed individuazione dei punti da monitorare</i>	110
5.3	COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI	119
5.3.1	<i>Modalità di monitoraggio della componente rumore</i>	119
5.3.2	<i>Modalità di monitoraggio della componente vibrazioni</i>	120
5.3.3	<i>Aree sensibili e individuazione dei punti da monitorare al loro interno</i>	120

## 1 Premessa

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al Progetto Esecutivo dell'intervento di potenziamento della linea **Potenza – Foggia**, che consiste nell'elettirificazione della linea, la rettifica del tracciato, la soppressione dei PL, il consolidamento della sede, la messa a sagoma di opere d'arte e gallerie e, nel complesso, nella velocizzazione dell'itinerario del solo **lotto 1.1**. Il documento tratta in merito al progetto di monitoraggio ambientale della tratta.

Non si tratta, pertanto, della progettazione di una nuova linea ferroviaria bensì della realizzazione di nuove opere insistenti sull'attuale linea Potenza-Foggia e opere di adeguamento infrastrutturale della tratta Rocchetta Sant'Antonio-San Nicola di Melfi.

Il progetto, nel suo complesso, attraverso i seguenti interventi:

- Ammodernamento tecnologico;
- Razionalizzazione degli impianti;
- Elettrificazione della linea;
- Rettifiche di tracciato;
- Soppressione di alcuni passaggi a livello;

si pone i seguenti obiettivi:

- Riduzione dei tempi di percorrenza;
- Garantire la regolare marcia dei treni;
- Miglioramento della circolazione;
- Miglioramento della fruibilità degli impianti da parte dei viaggiatori;

tenuto conto della differente natura degli interventi previsti, si è ritenuto opportuno ripartire l'intero progetto nei due sotto-progetti di seguito riportati:

- Sottoprogetto 1 - Interventi di adeguamento a standard e razionalizzazione impianti.  
Si tratta di interventi prevalentemente di tipo tecnologico, da realizzarsi su aree di proprietà Ferroviaria, che non richiedono l'indizione di conferenze di Servizi per l'ottenimento del benessere.
- Sottoprogetto 2 - Elettrificazione, rettifiche di tracciato, soppressione PL e consolidamento sede;

L'intervento del Sottoprogetto 2 comprende tutte le opere civili, di armamento, impiantistiche ed accessorie necessarie a rendere l'intera tratta fruibile dai mezzi a trazione elettrica 3kVcc di ultima generazione ed è suddiviso nel lotto 1.1 che si estende dal PPM di Cervaro alla Stazione di Rocchetta e da questa fino alla stazione di S. Nicola di Melfi e nel lotto 1.2 che prende avvio dalla stazione di Rocchetta (esclusa) per giungere fino alla stazione di Potenza.

La presente relazione che si riferisce al solo Lotto 1.1, cioè alla elettrificazione del tracciato esistente, dal PPM di Cervaro alla Stazione di Rocchetta e da questa fino alla stazione di S. Nicola di Melfi, focalizza l'obiettivo sull'impiantistica elettrica con particolare riferimento agli impianti di Trazione Elettrica.

Ciò premesso, il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163" (norme tecniche di attuazione

dell'allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007" predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015".

Il progetto acquisisce le indicazioni della progettazione definitiva dell'intero lotto già approvata in sede di CdS, le prescrizioni del MATTM e le applica alle opere relative allo stralcio del lotto 1.1. Le restanti indicazioni sono acquisite nei restanti lotti.

Il presente documento sarà, condiviso con gli enti regionali come da comma 5 del DM 299 del 28.10.2016 e poi trasmesso al MATTM prima dell'avvio dei lavori.

### **1.1 Obiettivi del monitoraggio ambientale**

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause.

Esso è orientato a determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o già realizzata, e a ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il PMA persegue i seguenti obiettivi:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione ed esercizio delle opere.
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale.

- Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre e attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive.
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.
- Fornire alla Commissione Speciale VIA gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.
- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il MA, il PMA dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- a) Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali e ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- b) Essere coerente con il SIA relativo all'opera interessata dal MA. Eventuali modifiche e la non considerazione di alcune componenti devono essere evidenziate e sinteticamente motivate.
- c) Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti.
- d) Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente.
- e) Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie.
- f) Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico.
- g) Individuare parametri e indicatori facilmente misurabili e affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.
- h) Definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato.
- i) Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare.
- j) Prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti.
- k) Prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo e aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA.
- l) Pervenire a un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto delle opere. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente. Priorità sarà attribuita all'integrazione quali/quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un'azione di controllo duratura nel tempo.
- m) Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA
- n) Identificare e dettagliare il costo del monitoraggio - da inserire nel quadro economico del progetto definitivo - tenendo conto anche degli imprevisti.

## 1.2 Articolazione del monitoraggio ambientale

Il Monitoraggio si articola in tre fasi, in funzione delle fasi evolutive dell'iter di realizzazione dell'opera:

- Monitoraggio Ante Operam (AO), che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale. In tale fase il Proponente recepisce e verifica tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione del SIA.
- Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;
- Monitoraggio Post Operam (PO), comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di opere.

Il compito del Monitoraggio Ante Operam (AO) è quello di:

- rilevare un adeguato scenario di indicatori ambientali cui riferire l'esito dei rilevamenti in corso d'opera e ad opera finita;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l'esercizio, proponendo le eventuali contromisure.

Il compito del Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) è quello di:

- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera.

Il compito del Monitoraggio Post Operam (PO) è quello di:

- verificare gli impatti ambientali intervenuti per effetto della realizzazione dell'opera;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente naturale ed antropico;
- indicare eventuali necessità di ulteriori misure per il contenimento degli effetti non previsti.

La scelta relativa alle componenti ambientali da monitorare, in quanto significative per caratterizzare la qualità dell'ambiente in cui l'opera si colloca, è stata effettuata tenendo conto sia del contesto ambientale, sia delle caratteristiche dell'opera stessa.

Il PMA dovrà essere considerato, in questa fase, come uno strumento "*flessibile*", ovvero soggetto a possibili modifiche in relazione:

- al processo di condivisione da parte delle Autorità Competenti;
- ai risultati delle prime indagini di monitoraggio.

Nello sviluppo concettuale e nella redazione del presente PMA sono state tenute in considerazione anche le indicazioni presenti nelle linee guida citate.

### 1.3 Struttura del progetto di monitoraggio ambientale

Il presente Progetto di Monitoraggio Ambientale è costituito dalla seguente documentazione:

- Relazione contenente la descrizione delle attività di monitoraggio da svolgersi nelle varie fasi (AO, CO e PO) e l'illustrazione delle specifiche per l'esecuzione del monitoraggio delle diverse;
- Carta con la rappresentazione del progetto di monitoraggio ambientale: "Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" in scala 1:5000 (IA4J11E69PXAC0000001-6A).

### 1.4 Ottemperanza alle prescrizioni MATTM

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare, di concerto con il ministro dei beni e delle attività culturali del turismo, con decreto 299 del 28/10/2016, ha ratificato la compatibilità ambientale del progetto "Linea ferroviaria Foggia-Potenza – Sottoprogetto 2 – Elettrificazione, rettifiche del tracciato, soppressione passaggi a livello e consolidamento sede" subordinando la condivisione del presente documento con le ARPA regionali. Pertanto, verranno concordate con le Autorità competenti le modalità di trasmissione delle risultanze delle attività di monitoraggio.

Il PMA permetterà inoltre nel caso in cui si verificano problemi o anomalie l'eventualità di realizzare accertamenti straordinari per determinare le cause, l'entità e definire le possibili soluzioni alle criticità insorte.

Si riscontra di seguito in modo puntuale al Quadro delle Prescrizioni presentato nel Decreto 299 del 28/10/2016:

Il Proponente provvederà ad aggiornare e ad estendere il piano di monitoraggio presentato nel SIA, concordandolo con le ARPA regionali, e stabilendo con loro – sia a livello procedurale che esecutivo – le modalità operative con le quali condurre i monitoraggi, i punti di campionamento, le strumentazioni da adottare, le modalità di misura, le frequenze, le durate, i parametri da rilevare e le modalità di restituzione dei dati, incluse le responsabilità annesse e connesse. Tale piano dovrà essere distinto nelle diverse fasi ante operam, in corso d'opera (cantiere) e post operam (esercizio). In questo piano dovrà essere data

- Il Piano di Monitoraggio è opportunamente distinto in fasi di ante, corso e post operam. Prima dell'avvio dei lavori ed in coerenza con le tempistiche dell'ante operam saranno opportunamente concordati con ARPE le modalità espletative del PMA.

(cantiere) e post operam (esercizio). In questo piano dovrà essere data particolare attenzione a:

a) il progetto di monitoraggio dell'ambiente idrico per la componente "acque superficiali", con i parametri relativi alla qualità biologica, come previsti dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., definendo anche le opportune misure di mitigazione qualora vengano raggiunte e superate determinate soglie di significatività degli impatti ;

- Il Piano di Monitoraggio per quanto attiene la componente acque superficiali è stato opportunamente aggiornato inserendo i parametri relativi alla qualità biologica, quali STAR.ICMI, Indice ISECI ed IFF.

(cantiere) e post operam (esercizio). In questo piano dovrà essere data particolare attenzione a:

b) il progetto di monitoraggio ambientale per la componente “acque sotterranee”, soprattutto per quei settori del tracciato in cui le indagini disponibili in fase di progetto definitivo non hanno finora consentito di ottenere un modello geologico ed idrogeologico di dettaglio;

- Il Piano di Monitoraggio per quanto attiene la componente acque sotterranee è stato opportunamente aggiornato inserendo ulteriori punti di monitoraggio ad integrazione dalla documentazione precedente.

(cantiere) e post operam (esercizio). In questo piano dovrà essere data particolare attenzione a:

d) il progetto di monitoraggio ambientale per la componente “rumore” e “vibrazioni”, per il quale dovranno essere definiti tipologia e numero di centraline fisse e/o mobili, da installare sia per le fasi di cantiere che per le fasi post-operam di esercizio, al fine di convalidare le ipotesi di non criticità presentate nel SIA e di verificare strumentalmente il non superamento dei limiti di legge per tutti i ricettori censiti nel SIA e potenzialmente impattati.

- Il Piano di Monitoraggio per quanto attiene la componente è stato opportunamente aggiornato inserendo ulteriori punti di monitoraggio ad integrazione dalla documentazione precedente.

## 2 Descrizione del progetto

### 2.1 Premessa

La costruzione della linea ferroviaria Foggia – Potenza risale alla seconda metà dell’Ottocento. Tale realizzazione fu, all’epoca, notevolmente condizionata dalla presenza della catena appenninica. La linea, di conseguenza, attualmente a semplice binario e non elettrificata, si sviluppa con tracciati tortuosi caratterizzati da elevate pendenze (fino al 30‰) e curve di raggio stretto (anche di 250 m). Inoltre, lo stato di attrezzaggio tecnologico della linea risultava non adeguato agli ultimi standard ferroviari.

Il Progetto di “Ammodernamento della linea ferroviaria Potenza – Foggia” si è pertanto prefisso lo scopo di adeguare la linea, per quanto possibile, agli ultimi standard in vigore. L’intervento di ammodernamento risulta compreso nell’ambito del Contratto Istituzionale di Sviluppo per la realizzazione della direttrice ferroviaria Napoli-Bari-Lecce-Taranto (nel seguito per brevità C.I.S.), sottoscritto il 02 agosto 2012 dal Ministero per la Coesione Territoriale, dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dalle Regioni Campania, Puglia e Basilicata e da Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. e Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.

Il Progetto risulta articolato in due distinti Sottoprogetti:

- Sottoprogetto 1 – Adeguamenti a standard e razionalizzazione degli impianti esistenti (rinnovo, ove necessario, dell’armamento, adeguamento degli impianti di Informazione al Pubblico e degli impianti di Telecomunicazione di tipo VOIP, razionalizzazione di alcuni impianti mediante trasformazione delle stazioni in fermate, realizzazione di ingressi contemporanei, di sottopassaggi, di marciapiedi e tronchini di sicurezza, nonché velocizzazione degli itinerari in deviate);
- Sottoprogetto 2 – Elettrificazione, rettifiche di tracciato, soppressione PL e consolidamento sede (elettrificazione della linea, rettifiche di tracciato, soppressione PL mediante realizzazione di Opere sostitutive, consolidamento della sede e delle opere d’arte in punti singolari ove necessario ai fini della velocizzazione, impianto di sicurezza e segnalamento di tipo SCMT con encoder da cabina).

Il **Sottoprogetto 2**, in particolare, ricomprende l’intervento di elettrificazione a 3kVcc di ultima generazione della attuale linea ferroviaria. Sulla base del Piano di Committenza, detto intervento è stato, a sua volta, articolato in due distinti lotti, come di seguito dettagliato:

- Lotto 1.1 – Elettrificazione della tratta Cervaro-Rocchetta, nell’ambito della linea ferroviaria Foggia-Potenza, e della tratta Rocchetta-S. Nicola di Melfi, nell’ambito della linea ferroviaria Rocchetta-Gioia del Colle.
- Lotto 1.2 – Elettrificazione della tratta Rocchetta(e)-Potenza, nell’ambito della linea ferroviaria Foggia-Potenza.

**Nel presente capitolo verranno descritti gli interventi relativi al Lotto 1.1. “Elettrificazione Foggia – Rocchetta - S. Nicola di Melfi” ricadente nell’ambito del sottoprogetto 2 di ammodernamento della Linea Potenza-Foggia.**

Il progetto del presente Lotto 1.1, su richiesta della Committenza, prevede l'adeguamento a STI del Sottosistema "Energia" di cui al Reg. UE 1301/2014; inoltre, non essendo presenti nella tratta oggetto del presente Lotto 1.1 gallerie superiori a 1.000 m, non si rendono necessari impianti per la sicurezza in galleria relativi al sottosistema Energia di cui al Reg. UE 1303/2014.

Più specificatamente, per quanto attiene all'intervento di elettrificazione, il progetto è stato sviluppato, per quanto applicabile, riferendosi al Capitolato TE 2014 che, contenendo elementi e criteri impiantistici innovativi, ha, talvolta, comportato un'applicazione alquanto difficoltosa sulla linea storica oggetto di intervento.

La linea, infatti, presenta alcune criticità individuabili soprattutto nella presenza di:

- una sezione tipo ridotta rispetto agli attuali standard che, per non essere alterata, ha richiesto una specifica configurazione non standard dei blocchi di fondazione;
- due gallerie di ridotta dimensione, che hanno reso necessario operare interventi localizzati di snicchiatura (ad opera di altro intervento a carico di RFI – DTP BA) al fine di ricavare gli spazi minimi per l'attrezzaggio TE;
- ponti e viadotti in muratura sui quali risulta necessario aggrappare i sostegni della TE;
- numerosi cavalca ferrovia con intradosso, rispetto al piano ferro, non sempre tale da consentire il rispetto dei franchi elettrici minimi senza l'adozione di provvedimenti particolari;
- canalizzazioni per cavi, nonché di canalette idrauliche interferenti con i blocchi di fondazione dei sostegni;
- caratteristiche meccaniche di resistenza dei terreni di imposta non particolarmente performanti, che comportano la necessità di ricorrere a una soluzione per le fondazioni dei pali TE con plinti su micropali.

Considerata la vetustà delle planimetrie della linea in progetto, nella definizione progettuale degli impianti di elettrificazione si è fatto riferimento ai dati dei rilievi effettuati sull'intera tratta.

A tale scopo si precisa quanto segue:

- I Portali Esterni ed Interni, le Punte scambi, i Segnali di Protezione, gli assi dei Fabbricati Viaggiatori e le interferenze con la linea ferroviaria (linee elettriche, telefoniche ecc.) sono rappresentati utilizzando le progressive storiche. Invece le progressive riportate in corrispondenza di ciascuna opera (ponti, viadotti, gallerie, P.L.) sono quelle "di calcolo" e sono state determinate, secondo una metodologia definita dalla U.O. PROGETTAZIONE LINEE NODI E ARMAMENTO, sommando, alla pk storica di un dato "punto fisso", l'effettiva distanza, calcolata sullo sviluppo della linea, tra detta opera e il suddetto punto fisso.
- Più dettagliatamente, ciascuna opera è stata riferita al punto fisso, tra quelli di seguito dettagliati, risultante ad essa più vicino, precedendola nel senso delle pk crescenti da Foggia a Potenza e da Rocchetta a S. Nicola di Melfi. Detti punti fissi sono stati assunti in corrispondenza degli assi dei fabbricati viaggiatori di:
  1. Stazione (PM) CERVARO al km 8+646.60 della linea storica Fg-Pz
  2. Stazione ROCCHETTA al km 0+000 della linea storica Rocchetta-S. Nicola di Melfi
  3. Stazione ROCCHETTA al km 49+294.30 della linea storica Fg-Pz

Si osserva che il suddetto criterio di individuazione delle pk di “calcolo” di ciascuna opera potrebbe determinare lievi discordanze con le pk “storiche” con le quali vengono rappresentate le opere d’arte, fermo restando la validità della reciproca ubicazione negli elaborati grafici di progetto.

Nei casi in cui in prossimità degli enti siano indicate due progressive, quella fra parentesi quadra si riferisce alla progressiva storica.

Si precisa che i limiti di intervento del presente Lotto si estendono:

- sulla linea Foggia-Rocchetta
  - dalla pK 7+073 alla pK 50+211 per realizzazione di canalizzazioni
  - dalla pK 7+338 alla pK 50+346,60 per elettrificazione della linea ferroviaria esistente
- sulla linea Foggia-Napoli
  - dalla pK 7+554 alla pK 8+014 per realizzazione di canalizzazioni
- sulla linea Rocchetta-Gioia del Colle
  - dalla pK 0+000 alla pK 13+180 per elettrificazione della linea ferroviaria esistente
  - dalla pK 0+000 alla pK 14+390 per realizzazione di canalizzazioni

Per maggiori dettagli su quanto in progetto si rimanda alle relazioni specialistiche.

## **2.2 Line di contatto**

### **2.2.1 Inquadramento geografico, individuazione degli impianti e delle lavorazioni**

La linea Foggia–Potenza, esclusa la tratta a doppio binario Foggia-Cervaro (in comune alla linea Foggia – Napoli), presenta un’estesa complessiva di 118 km, a binario unico ed è attualmente esercita con trazione diesel.

Partendo da Foggia, la linea si sviluppa, per circa 40 km, con tracciato pianeggiante e curve di ampio raggio fino a Candela, cui segue l’ansa di Rocchetta, che presenta la velocità di tracciato più bassa, per proseguire con andamento tortuoso ed acclive lungo le pendici dell’Appennino Lucano caratterizzato da una morfologia estremamente variabile.

L’intervento di elettrificazione è stato suddiviso in due lotti:

- il Lotto 1.1, **di interesse ai fini di questo documento**, riguardante la tratta Cervaro – Rocchetta S.A.L. – S. Nicola, che si estende per circa 54 km, in cui sono presenti due gallerie di cui una per due binari;
- il lotto 1.2, riguardante la tratta da Rocchetta S.A.L. a Potenza Centrale, che si sviluppa per circa 69 km, dei quali ben 17 Km sono distribuiti in 38 gallerie.

Si riporta di seguito lo schema su cui è evidenziata la tratta oggetto di questo intervento, che si sviluppa da Cervaro a Rocchetta e da Rocchetta a S. Nicola di Melfi.

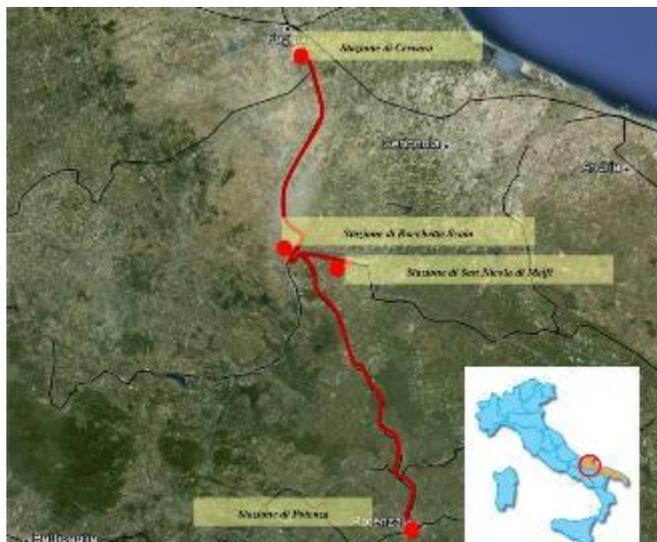


Figura 1 – linea oggetto dell'intervento

Con la conferma del mantenimento degli impianti di Ortona e Candela nella configurazione di stazione, le stazioni e le fermate presenti sulla linea, nell'assetto futuro, saranno le seguenti (progressive storiche):

<b>TRATTA CERVARO – ROCCHETTA S.A.L</b>		
<b>STAZIONE/PM</b>	<b>FERMATA</b>	<b>ASSE F.V.</b>
<i>PM Cervaro</i>	-	<i>Km 7+923</i>
<i>Ortona</i>	-	<i>Km 18+177</i>
<i>Ascoli Satriano</i>	-	<i>Km 30+487</i>
<i>Candela</i>	-	<i>Km 38+349.85</i>
<i>Rocchetta S.A.L.</i>	-	<i>Km 49+294</i>

<b>TRATTA ROCCHETTA S.A.L – SPINAZZOLA – GIOIA DEL COLLE</b>		
<b>STAZIONE/PM</b>	<b>FERMATA</b>	<b>ASSE F.V.</b>
<i>S. Nicola di M.</i>	-	<i>Km 12+216</i>

Il progetto di elettrificazione delle stazioni di Ortona, Ascoli Satriano e Rocchetta S.A.L. è stato sviluppato sulla base del progetto esecutivo di rinnovo dell'armamento e dei piazzali fornito da RFI, del quale attualmente sono in corso le lavorazioni. Pertanto, nella fase progettuale successiva occorrerà verificare i piani di elettrificazione delle stazioni menzionate sulla base degli elaborati as-built. Parimenti nella fase successiva, quando cioè saranno disponibili i piani di isolamento finali, occorrerà allineare i circuiti di ritorno delle stazioni in funzione delle modifiche ai circuiti

di binario di stazione derivanti dall'adozione del sistema INFILL, da realizzarsi contestualmente all'elettrificazione nell'ambito dell'appalto SCMT Lotto 5.

Come precedentemente descritto, l'intervento prevede l'elettrificazione della linea che si dirama dal PM di Cervaro (e in particolare dall'ex Bivio Cervaro) fino alla stazione di Rocchetta), compresi gli impianti intermedi, e da questa fino alla stazione di S. Nicola di Melfi (della linea per Gioia del Colle). Nell'ex Bivio Cervaro sarà riconfigurato lo schema di alimentazione delle linee di contatto afferenti, per la presenza della Nuova Cabina TE.

Tutte le caratteristiche degli impianti di elettrificazione e protezione TE sono desumibili dagli specifici elaborati di progetto citati al precedente punto. In particolare, per tutto quanto non espressamente specificato nella presente relazione si fa riferimento al "Nuovo Capitolato Tecnico 2014 per l'esecuzione di lavori di rinnovo e adeguamento TE" e ai disegni in esso richiamati.

L'esecuzione delle opere necessarie si svolgerà sotto esercizio, pertanto sarà necessario eseguire le lavorazioni in intervallo di circolazione in modo da rendere meno onerose possibili le inevitabili interferenze con la circolazione ferroviaria. Tale scenario troverà eccezione - come risulta dall'elaborato "IA4J11E53RGCA0000001 - Relazione di Cantierizzazione" e negli elaborati ad essa correlati - per quanto attiene alla formazione in opera dei blocchi di fondazione TE posizionati lungo tratti di linea raggiungibili dall'esterno, impiegando strade poderali esistenti, eventualmente da adeguare, e/o piste da realizzare (si vedano planimetrie di cantierizzazione). In questi casi, le lavorazioni suddette potranno essere eseguite in regime normale di lavoro, sempre nel rispetto dell'istruzione RFI per la protezione dei cantieri.

### 2.2.2 Architettura alimentazione elettrica di tratta

Con riferimento all'intero intervento di elettrificazione della linea PM Cervaro – Rocchetta – San Nicola di Melfi (lotto 1.1) e Rocchetta (e) – Potenza (lotto 1.2), considerato che il PM Cervaro risulta alimentato dalle SSE di Foggia e dalla SSE di Ponte Albanito e che la stazione di Potenza è alimentata dalle SSE di Vaglio e di Picerno, sulla base dei risultati delle simulazioni effettuate, tenendo conto delle ipotesi di traffico previsto sulla tratta, è stata modulata l'architettura del sistema di alimentazione elettrica ottimizzandone la configurazione.

L'architettura finale prevede la realizzazione di due SSE ricadenti nel lotto 1.1, rispettivamente a Ascoli Satriano e a S. Nicola di Melfi, sede di importanti insediamenti industriali, e di due SSE ricadenti nel lotto 1.2, rispettivamente, Rionero e Pietragalla. Il passo medio è di circa 30 km.

Le Sottostazioni elettriche saranno dotate di due gruppi da 3.600 KW (per un totale di 7.200 KW per ciascuna SSE) e saranno alimentate in antenna MT dal distributore di energia locale.

Sono inoltre previste tre cabine TE, una ubicata nel PM Cervaro, da realizzarsi nell'ambito del lotto 1.1, una nella stazione di Potenza Centrale, prevista nell'ambito del lotto 1.2. Inoltre, è prevista - a cura di altro intervento, quando non nell'ambito del presente lotto, in ragione dell'eventuale esercizio di apposita opzione contrattuale - un'ulteriore cabina TE nella stazione di Rocchetta. Quest'ultima consentirà di gestire le due linee che da Rocchetta si diramano, rispettivamente, verso San Nicola di Melfi e verso Potenza, garantendo l'equipotenzializzazione del nodo, un'equa distribuzione delle correnti e il non trascurabile aumento dell'energia disponibile, potendo contare così sul contributo delle SSE di Ascoli Satriano, S. Nicola di Melfi e di Rionero.

Come risulta dagli elaborati oggetto del presente intervento, nell'ambito del Lotto 1.1 è fin d'ora previsto quanto necessario per la messa in servizio della Cabina di Rocchetta (quando sarà realizzata); in particolare sono già previsti i sostegni delle linee di alimentazione, le canalizzazioni e i cavi per il comando e controllo dei sezionatori (sia di quelli posti in servizio nell'ambito del Lotto 1.1, sia di quelli necessari allorché sarà disponibile la cabina TE di Rocchetta).

Lo studio sul dimensionamento elettrico del sistema è riportato nell'elaborato IA4J 11 E67 SD LC0000 001 Relazione tecnica di dimensionamento del sistema di Trazione elettrica

L'architettura del sistema di alimentazione prevista in progetto del lotto 1.1, con il dettaglio della disposizione e la dislocazione delle SSE, delle cabine e dei sezionamenti di stazione è riportata nel documento IA4J 11 E 67 DX LC00000 001 -Schema elettrico di alimentazione TE.

### 2.2.3 Scelte progettuali

Sulla base della succitata configurazione dell'architettura del sistema di alimentazione, al fine di garantire i prescritti valori per le tensioni al pantografo (in condizione di normale funzionamento di tutte le SSE), la sezione prevista per le condutture di contatto, per gli impianti del lotto 1.1, sarà di:

- 440 mm<sup>2</sup> c.p.r. nel raccordo fra il Bivio Cervaro e il PM di Cervaro,
- 540 mm<sup>2</sup> c.p.r. nella tratta Bivio Cervaro - Rocchetta S.A. - S. Nicola di Melfi;
- nella stazione di Rocchetta, per il binario lato Potenza - all'interno della galleria "S. Venere" - è stata prevista una linea da 440 mm<sup>2</sup> c.p.f. e un feeder costituito da due cavi 3 kV, da 500 mm<sup>2</sup> di sezione. Ciò per garantire la sezione delle condutture afferenti alla Cabina TE almeno pari a 540 mm<sup>2</sup>, dovendo necessariamente adottare una linea da 440 mm<sup>2</sup> c.p.f. a causa della ridotta sagoma della galleria a doppio binario (peraltro nei restanti impianti del lotto 1.2 la sezione sarà di 440 mm<sup>2</sup> con corda portante fissa).

Come già accennato in precedenza, nella tratta oggetto del presente Lotto sono presenti due gallerie, una nell'ambito della stazione di Rocchetta e l'altra nella tratta Rocchetta – S. Nicola di Melfi.

Nella tabella seguente sono indicate le progressive di ubicazione delle due gallerie; le progressive di riferimento sono quelle storiche.

Stazione di Rocchetta Sant'Antonio		Progressive/imbocchi		Lunghezza
1	Colle S. Venere	49+980,44	50+156,88	176,44

Tratta Rocchetta SA - S. N. di Melfi		Progressive/imbocchi		Lunghezza
1	Isca della Ricotta	2+390,84 (nuova progressiva dopo intervento di RFI)	2+643,66	252,82

Poiché la costruzione di tali gallerie è risalente alla fine '800 (evidentemente non in regime di circolazione elettrico), nell'ambito di questa fase progettuale, sono state condotte numerose campagne di indagini e rilievi in galleria, che,

unitamente ai dati “storici” messi a disposizione da RFI, già utilizzati anche nelle precedenti fasi di sviluppo progettuale, hanno portato ad un quadro di dettaglio sufficientemente puntuale, per poter definire tutti gli interventi necessari all’installazione della linea di contatto di tipo tradizionale (tipo “a catenaria elastica” alimentata con tensione 3kVc.c.) e comunque in linea con le scelte progettuali impiantistiche concordate con RFI Direzione Tecnica Standard Tecnologici e Sperimentali.

Gli interventi di adeguamento della sagoma delle due gallerie, anche ai fini dell’elettrificazione, sono in corso a cura di RFI, che, in questa stessa fase, ha provveduto, altresì, all’eliminazione della galleria artificiale a ridosso della galleria Isca della Ricotta. Tale variazione dello stato di fatto è già stata tenuta in conto in questa progettazione. **Nella successiva fase realizzativa occorrerà comunque effettuare, sulla base degli elaborati as built, le necessarie verifiche relative al posizionamento delle sospensioni, al franco elettrico minimo in campata e all’adeguamento dei piedritti necessario al passaggio del pantografo sbandato.**

#### 2.2.4 Caratteristiche tecniche costruttive

Le caratteristiche della linea di contatto e di tutte le apparecchiature accessorie di sospensione e di ormeggio saranno rispondenti agli attuali standard RFI o comunque, come detto al punto precedente, in linea con le scelte progettuali impiantistiche concordate con RFI Direzione Tecnica Standard Tecnologici e Sperimentali e connesse in particolare con le tipicità e peculiarità proprie della linea ferroviaria da elettrificare.

Anche l’impiantistica accessoria attinente alla sicurezza ricalca la tradizionale normativa e risulta quindi aderente agli standard vigenti; questo è, ad esempio, il caso del circuito di terra di protezione TE e dello schema di alimentazione delle stazioni.

In relazione alle necessità energetiche e alla geometria della piattaforma ferroviaria e delle gallerie esistenti sono stati utilizzati elementi di impianto che, per quanto possibile, appartengono alla tipologia standard di RFI (quali, ad esempio, pali LSU, Portali di ormeggio, Travi MEC, fili di contatto in rame argento, sospensioni per linea di contatto).

#### Caratteristiche generali della tratta Bivio Cervaro - P.M. Cervaro - Rocchetta S.A.L (e)

Il tracciato lungo circa 42 km (dalla progressiva della PSE “ex Bivio Cervaro” alla progressiva asse F.V. di Rocchetta S.A.L.,) si sviluppa interamente allo scoperto.

#### PMO della linea di contatto allo scoperto

Il Profilo minimo degli Ostacoli adottato è il PMO 2, che prevede l’altezza della linea di contatto alla quota di almeno di 5,00 m. Tuttavia, a causa del notevole numero di Passaggi a Livello, per ridurre al minimo l’utilizzo delle contro sagome, l’altezza della linea di contatto è stata portata generalmente pari a 5,20 m. In corrispondenza dei PL essa sarà di 5,30 m, come indicato nel capitolato tecnico 2014.

Invece, in corrispondenza dei cavalca ferrovia esistenti, essa sarà generalmente minore di 5,00 m, assumendo l’altezza minima di 4,75 m, con un minimo assoluto di 4,72 m (resosi necessario al fine di non posizionare elementi TE al di sotto del cavalca ferrovia al Km 38+030). Ciò è conforme alle indicazioni presenti nel capitolato Tecnico 2014 e nella nota dell’ente Ferrovie dello Stato – Dipartimento Potenziamento e Sviluppo – Direzione Centrale Opere Civili - n. S.O.C. S/003870 del 23/07/1990. Infatti, come indicato nello stesso Capitolato Tecnico 2014, la linea di contatto con sezione da 540 mmq non prevede freccia positiva a centro campata cosicché risulta automaticamente soddisfatta la prescrizione che “in qualsiasi punto della campata, nella peggiore condizione di

carico e di temperatura ambiente” la quota del piano teorico di contatto sul piano ferro non risulta inferiore di 4,65 m (per PMO2).

Caratteristiche della LC nella tratta di raccordo nel Bivio Cervaro-P.M. Cervaro

L’estensione del raccordo si sviluppa per poco meno di 400 m, esso sarà conforme alle caratteristiche della linea presente nel Bivio Cervaro.

La Sezione complessiva della linea sarà di 440 mm<sup>2</sup> con C.P. regolate, le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolate automaticamente al tiro di 2x1125 daN;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x1000 daN;

Le mensole saranno del tipo in acciaio. La distanza normale filo fune è fissata in di 1400 mm. Le sospensioni saranno conformi al disegno E56000 1s/d.

Le lunghezze delle campate in funzione del raggio di curvatura e le poligonazioni sono state scelte utilizzando come riferimento i contenuti del dis. E65061 allegato al Capitolato TE 2014.

Caratteristiche della LC nella tratta P.M. Cervaro-Rocchetta S.A.L. (e)

Binario di corsa

La sezione complessiva della linea sarà di 540 mm<sup>2</sup> con C.P. regolate, le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolate automaticamente al tiro di 2x1500 daN;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x1875 daN;
- Le mensole saranno del tipo in profilo di alluminio.

I tiranti di poligonazione saranno collegati alla mensola da un braccio di poligonazione isolato. La distanza normale filo fune è fissata in di 1250 mm. Le sospensioni sono state scelte in funzione del raggio di curvatura (tipo N o L) o della posizione (tipo FS, adatte per R.A. e T.S.).

Nei casi necessari si utilizzeranno le sospensioni ad ingombro ridotto, che consentono di ridurre la distanza filo – fune a 550 mm riducibile ulteriormente fino a 450mm.

In relazione alla tipologia di carico, le sospensioni saranno del tipo per configurazione tesa (tipo T) o per configurazione compressa (tipo C).

Saranno utilizzati i pendini conduttori mentre il punto fisso sarà con strallo senza interruzione delle corde.

Le lunghezze delle campate in funzione del raggio di curvatura e le poligonazioni sono state scelte utilizzando come riferimento i contenuti del dis. E65061 allegato al Capitolato TE 2014.

Binari di precedenza

Sezione complessiva della linea 270 mm<sup>2</sup> con C.P. regolata le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 1 corda portante in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolato automaticamente al tiro di 1125 daN;
- n. 1 filo di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolato automaticamente al tiro di 1125 daN;
- Le mensole saranno del tipo in profilo di alluminio.

I tiranti di poligonazione saranno collegati alla mensola da un braccio di poligonazione isolato. La distanza normale filo fune è fissata in di 1250 mm. Le sospensioni saranno scelte in funzione del raggio di curvatura (tipo N o L) o della posizione (tipo FS, adatte per R.A. e T.S.).

Nei casi necessari si utilizzeranno le sospensioni ad ingombro ridotto che consentono di ridurre la distanza filo – fune a 550 mm riducibile ulteriormente fino a 450mm.

In relazione alla tipologia di carico, le sospensioni saranno del tipo per configurazione tesa (tipo T) o per configurazione compressa (tipo C).

Saranno utilizzati i pendini conduttori mentre il punto fisso sarà con strallo senza interruzione delle corde.

#### Caratteristiche generali della tratta Rocchetta S.A.L. – S. Nicola di Melfi

Il tracciato Rocchetta S.A.L. – S. Nicola di Melfi, lungo circa 12.215 km (dalla progressiva asse F.V Rocchetta S.A.L. alla progressiva asse F.V. S. Nicola di Melfi), si presenta con andamento planimetrico misto (con curve, alcune delle quali di stretto raggio, e rettilineo); nel tracciato ricadono le gallerie “S. Venere” e “Isca della Ricotta”.

La galleria Colle Santa Venere (progr. Km 49+980 / 50+157; L=177 metri) presenta due binari; a valle dell’intervento a cura di RFI, essa consente il transito del Gabarit G2 (PMO2) sul binario in direzione S. Nicola di Melfi e del Gabarit G1 (PMO1) sul binario in direzione Potenza.

La galleria Isca della Ricotta (nuova progressiva, a valle dell’intervento di adeguamento a cura di RFI, Km 2+390,84 / 2+643,66; L=252,82 metri) è a singolo binario e, a valle dell’intervento a cura di RFI, consente il transito del Gabarit G2 (PMO2).

#### Parte allo scoperto

##### PMO della linea di contatto allo scoperto

Il Profilo minimo degli Ostacoli adottato è il PMO2, che prevede l’altezza della linea di contatto alla quota di almeno di 5,00 m. Tuttavia, a causa del notevole numero di Passaggi a Livello, per ridurre al minimo l’utilizzo delle contro sagome, l’altezza della linea di contatto è stata portata generalmente pari a 5,20 m. In corrispondenza dei PL essa sarà di 5,30 m, come indicato nel capitolato tecnico 2014.

Invece, in corrispondenza dei cavalca ferrovia esistenti, essa sarà generalmente minore di 5,00 m, assumendo l’altezza minima di 4,75 m. Ciò è conforme alle indicazioni presenti nel capitolato Tecnico 2014 e nella nota dell’Ente Ferrovie dello Stato – Dipartimento Potenziamento e Sviluppo – Direzione Centrale Opere Civili - n. S.OC.S/003870 del 23/07/1990. Infatti, come indicato nello stesso Capitolato Tecnico 2014, la linea di contatto con sezione da 540 mmq non prevede freccia positiva a centro campata, cosicché risulta automaticamente soddisfatta la prescrizione che “in qualsiasi punto della campata, nella peggiore condizione di carico e di temperatura ambiente” la quota del piano teorico di contatto sul piano ferro non risulta inferiore di 4,65 m (per PMO2).

Caratteristiche della linea di contatto dei binari di corsa allo scoperto:

Binari di corsa

Sezione complessiva della linea 540 mm<sup>2</sup> con C.P. regolate, le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolate automaticamente al tiro di 2x1500 daN;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x1875 daN;

Le restanti caratteristiche risultano analoghe a quelle della tratta PM Cervaro – Rocchetta S.A.

Si evidenzia che nella stazione di Rocchetta S.A.L. sono stati attrezzati come binari di corsa sia il II binario (della direttrice Cervaro- Potenza) che il III binario (della direttrice Rocchetta- S. Nicola di Melfi).

Binari di precedenza

Sezione complessiva della linea 270 mm<sup>2</sup> con C.P. regolata, le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 1 corda portante in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolato automaticamente al tiro di 1125 daN;
- n. 1 filo di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolato automaticamente al tiro di 1125 daN;
- Le mensole saranno del tipo in profilo di alluminio.

I tiranti di poligonazione saranno collegati alla mensola da un braccio di poligonazione isolato. La distanza normale filo fune è fissata in di 1250 mm. Le sospensioni saranno scelte in funzione del raggio di curvatura (tipo N o L) o della posizione (tipo FS, adatte per R.A. e T.S.).

Nei casi necessari si utilizzeranno le sospensioni ad ingombro ridotto che consentono di ridurre la distanza filo – fune a 550 mm riducibile ulteriormente fino a 450mm.

In relazione alla tipologia di carico, le sospensioni saranno del tipo per configurazione tesa (tipo T) o per configurazione compressa (tipo C).

Saranno utilizzati i pendini conduttori mentre il punto fisso sarà con strallo senza interruzione delle corde.

Binari secondari di stazione:

Secondo le indicazioni ricevute, l'elettrificazione dei binari secondari riguarda solamente quelli della stazione di S. Nicola di Melfi.

Per l'elettrificazione del III binario è stata adottata la conduttura da 270 mm<sup>2</sup> con corda portante regolata, anziché una con sezione complessiva di 220 mm<sup>2</sup> con C.P. fissa; ciò è stato dettato dall'indicazione, presente nel capitolato Tecnico – per le linee da 540 mm<sup>2</sup>, di elettrificare le comunicazioni fra binari di corsa e binari di precedenza con linee da 270 mm<sup>2</sup>. Infatti, per questa stazione la conduttura del binario secondario assolve anche la funzione di conduttura fra binario di precedenza e binario di corsa.

Sempre con riferimento alla conduttura del III binario, a causa delle ridotte intervie, la comunicazione con il binario di corsa è stata elettrificata con l'incrocio delle condutture anziché con l'affiancamento. Come ammesso dal Capitolato TE 2014.

Invece per l'elettrificazione dei binari secondari di stazione quali il primo tronchino e il IV binario tronco, in coerenza con le indicazioni presenti nel Capitolato TE 2014 è stata prevista l'elettrificazione con conduttura da 220 mm<sup>2</sup> con corda portante fissa.

Le caratteristiche principali della linea con sezione complessiva della linea 220 mm<sup>2</sup> con C.P. fissa sono:

- n. 1 corda portante in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> al tiro di 819 daN a +15 °C;
- n. 1 filo di contatto CuAg 100 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-100 secondo CEI EN 50149 - regolato automaticamente al tiro di 750 daN.
- Mensola in alluminio. Si è ritenuto di utilizzare le mensole in alluminio, anziché quelle in acciaio, per l'esiguità della fornitura, l'esemplificazione del magazzino scorte e della manutenzione. Nel successivo approfondimento progettuale dovrà essere prevista apposita pendinatura.

#### Parte in galleria

##### PMO della linea di contatto nella galleria Colle Santa Venere

L'altezza della linea di contatto rispetto al piano ferro, per il PMO1, è di norma pari a di 5,00m sotto sospensione, con riduzione in galleria a 4,55 m e comunque una quota minima dei fili di contatto, da rispettare in qualsiasi punto della campata, nella peggiore condizione di carico e di temperatura ambiente, non inferiore a 4,51 m.

Mentre il Profilo minimo degli Ostacoli il PMO 2, prevede che l'altezza della linea di contatto alla quota sotto sospensione pari a 5,00 m; in galleria sarà assunta un'altezza minima di 4,70 m, previo accertamento che in qualsiasi punto della campata, nella peggiore condizione di carico e di temperatura ambiente la quota del piano teorico di contatto sul piano ferro risulti sempre non minore di 4,65 m. Ciò è conforme alle indicazioni presenti nel capitolato Tecnico 2014 e nella nota dell'ente Ferrovie dello Stato – Dipartimento Potenziamento e Sviluppo – Direzione Centrale Opere Civili - n. S.O.C.S/003870 del 23/07/1990.

Per il binario di corsa verso Potenza è stato garantito il profilo PMO1, mentre per il binario verso San Nicola di Melfi è stato possibile adottare il profilo PMO2.

##### Caratteristiche della linea di contatto nella galleria Colle Santa Venere:

L'elettrificazione del binario per S. Nicola è prevista con una linea da 540 mmq con corde portanti regolate, posta ad un'altezza di 4.70 m, con campate di circa 11 m; poiché, secondo quanto riportato nel Capitolato Tecnico 2014 "la l.d.c. con sezione di 540 mmq non prevede la presenza di freccia positiva a centro campata", l'abbassamento massimo atteso della linea di contatto sarà nullo. Conseguentemente l'altezza minima in ogni condizione rimane a 4.70 m, maggiore del minimo assoluto ammissibile di 4.65m.

Invece l'elettrificazione del binario per Potenza, a causa del ridotto spazio a disposizione per le sospensioni e in accordo con RFI, è prevista con una linea da 440 mmq con corde portanti fisse, posta ad un'altezza di 4.55 m, con campate di circa 11 m; L'impiego di tale quota, è assoggettato a condizioni da rispettare rigidamente in virtù della presenza delle corde portante fisse, al fine di garantire il prima citato vincolo di 4.51 m. Ponendo la temperatura di calcolo pari a 55 °C e quella interna di galleria pari a 40 °C, si è accertato che utilizzando le campate, le sospensioni e le quote della linea di contatto presenti nell'elaborato IA4J 11 E67 P8 LC0900 001 - Stazione di ROCCHETTA S.A.L.- Piano di elettrificazione e circuito di protezione

la linea risulta sempre ad una quota maggiore di 4.51 m.

In tale ottica le tabelle di pendinatura, da produrre nella fase successiva, dovranno essere atte a realizzare l'elettrificazione in linea con i citati vincoli dell'altezza della linea di contatto.

Inoltre, come concordato con RFI, al fine di diminuire il numero di campate necessarie tra la quota del piano teorico di contatto in uscita dalla galleria e la quota della linea allo scoperto, i raccordi risponderanno ai gradienti massimi e alle massime variazioni di gradiente prescritti nella Norma CEI EN 50119 Ed. 05-2010. Inoltre, al fine di ridurre gli interventi sulle strutture murarie della galleria, saranno poligonate a zero, oltre che le sospensioni estreme, anche le sospensioni n. 11,19 e 23, i cui tirantini di poligonazione risultano, per tali poligonazioni, ancora in trazione.

L'adozione della linea con sezione di 440 mmq, seppur per un tratto di circa 180 m, costituisce un restringimento della sezione della linea di contatto che, in stazione all'esterno della galleria è di 540 mmq.

Per sopperire a tale circostanza è stato previsto un Feeder, costituito da due cavi 3kV c.c. con sezione 500 mmq, che consente alla linea di contatto del I binario (linea da 540 mmq, proveniente dal PM di Cervaro), di giungere alla cabina TE di Rocchetta, con una sezione maggiore di quella che sarebbe stata presente se il binario fosse stato elettrificato con una catenaria di 540 mmq.

Per la linea da 540 mm<sup>2</sup> con C.P. regolate le principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolate automaticamente al tiro di 2x1500 daN;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x1875 daN;
- sospensioni da galleria 772/079.

Mentre le caratteristiche principali della linea da 440 mm<sup>2</sup> con C.P. fisse sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> tesate al tiro di 2x1000 daN a +15°C;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x750 daN;
- sospensioni da galleria 772/082; (nella parte all'esterno l'attrezzaggio con tali sospensioni prevede le mensole in acciaio).

#### PMO della linea di contatto nella galleria Isca della Ricotta

In seguito agli interventi eseguiti da RFI all'interno della galleria Isca della Ricotta è possibile adottare il Profilo minimo degli Ostacoli PMO 2, che prevede l'altezza della linea di contatto alla quota sotto sospensione pari a 5,00 m; in questa galleria sarà assunta un'altezza minima di 4,70 m previo accertamento che in qualsiasi punto della campata, nella peggiore condizione di carico e di temperatura ambiente la quota del piano teorico di contatto sul piano ferro risulti sempre non minore di 4,65 m. Ciò è conforme alle indicazioni presenti nel capitolato Tecnico 2014 e nella nota dell'ente Ferrovie dello Stato – Dipartimento Potenziamento e Sviluppo – Direzione Centrale Opere Civili - n. S.O.C.S/003870 del 23/07/1990.

Caratteristiche della linea di contatto nella galleria Isca della Ricotta:

L'elettrificazione del binario per S. Nicola è prevista con una linea da 540 mmq con corde portanti regolate, posta ad un'altezza di 4.60 m, con campate di circa 11 m; poiché, secondo quanto riportato nel Capitolato Tecnico 2014 "la l.d.c. con sezione di 540 mmq non prevede la presenza di freccia positiva a centro campata", l'abbassamento massimo atteso della linea di contatto sarà nullo. Conseguentemente l'altezza minima in ogni condizione rimane a 4.70 m, maggiore del minimo assoluto ammissibile di 4.65m.

Sezione complessiva della linea 540 mm<sup>2</sup> con C.P. regolate le cui principali caratteristiche costruttive sono:

- n. 2 corde portanti in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> regolate automaticamente al tiro di 2x1500 daN;
- n. 2 fili di contatto CuAg 150 mm<sup>2</sup> - Configurazione AC-150 secondo CEI EN 50149 - regolate automaticamente al tiro di 2x1875 daN;

Le sospensioni saranno del tipo ribassate a traversa isolata 779/079 aggrappate al volto. I collegamenti equipotenziali tra fili e funi saranno realizzati ogni 120 m circa.

Blocchi di fondazione e sostegni

Tratti su terreno

Le caratteristiche dimensionali dei blocchi di fondazione e dei sostegni (pali, portali di ormeggio, portali di sospensione, Travi MEC, aggrappature, tirafondi ecc.) sono state scelte in funzione delle diverse esigenze di seguito esplicitate e delle caratteristiche del terreno.

Nell'ambito dell'opera civile, le lavorazioni per la realizzazione dell'elettrificazione della linea esistente non prevedono interventi sul sedime ferroviario ad eccezione degli scavi per la posa dei blocchi dei pali TE e del ripristino dei collegamenti, ove necessario, dei fossi di guardia in modo da garantire la continuità idraulica.

La linea ferroviaria risulta essere stata realizzata secondo un progetto antecedente il 1900; la piattaforma del corpo ferroviario ha standard e caratteristiche geometriche diverse da quelle adottate attualmente da RFI. I rilievi celerimetrici ed i sopralluoghi eseguiti hanno infatti evidenziato una larghezza della piattaforma esistente inferiore allo standard.

Si evidenzia in particolare che nella tratta Candela – Potenza (agli effetti di questo documento, Candela -Rocchetta) la larghezza della piattaforma è pari a 5,00 m, sia in trincea che in rilevato.

Alla luce di ciò per poter realizzare l'elettrificazione della sede, sia per la geometria della piattaforma, sia per la natura non particolarmente performante dei terreni e sia anche per contenere al minimo gli impatti dei lavori sull'esercizio ferroviario, si è dovuto ricorrere all'impiego di un plinto di fondazione non convenzionale realizzato su micropali, ma comunque in grado di garantire tutti i parametri sulla sicurezza ed efficienza.

Inoltre, fatta eccezione per le stazioni – al fine di tenere conto dell'eventuale assetto plano-altimetricoteorico del binario (con una perfetta successione di tratti rettilinei, curve paraboliche a raggio variabile e curve a raggio costante), che RFI potrebbe valutare di realizzare nel futuro – nel presente intervento è stata adottata una Dr (distanza interno rotaia - filo palo TE) maggiore di quella standard (pari a 2,25 m), in modo tale che, nell'ipotetica futura configurazione che il binario potrebbe assumere al fine di trarre un assetto teorico, la Dr fra il sostegno

posto in opera con il presente intervento e il binario, nella nuova posizione (futura ed eventuale), risulti sempre almeno pari a 2.25m.

Allo scopo sono state sviluppate le necessarie relazioni di calcolo di verifica della stabilità meccanica, secondo i contenuti del DM 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008), della Norma CEI EN 50119, della istruzione Tecnica RFI DMAIMTE SP IFS 006 A (per quanto applicabile) e nel disegno RFI E64864c.

Tali relazioni hanno consentito di redigere l'elaborato IA4JE67TTL0000002 - Tabella impiego pali e blocchi di fondazione.

Le tipologie di pali e blocchi di stazione sono state scelte integrando i risultati di apposite relazioni relative ai casi meccanicamente più onerosi per ogni tipologia di impiego, i contenuti dell'elaborato sopra citato e quelli dei disegni di riferimento RFI E64864c, E 65073a e 65005.

Le considerazioni e i calcoli di verifica svolti per la linea da 540 mmq, sono stati ritenuti validi anche per le linee da 440 mmq a cpf e a cpr, per le minori sollecitazioni cui rimangono sottoposti i sostegni, in relazione ai tiri nominali.

In considerazione di quanto sopra riportato in piena linea e per massimizzare il numero dei sostegni allineati sono state adottate le seguenti DR, in Piano/Trincea/Rilevato:

- per Pali LSU 14 ÷ LSU 16 pari a 2,65 m;
- per Pali LSU 18 ÷ LSU 22 pari a 2,60 m
- per Pali LSU 24 pari a 2,70 m;

Agli effetti dei calcoli di verifica, al fine di superare eventuali ostacoli, in particolari situazioni che prevedibilmente si potrebbero presentare nei marciapiedi delle stazioni, è stata adottata una Dr massima di calcolo pari a 3,20m indipendente dalla tipologia del sostegno.

Le varie configurazioni di sede con l'inserimento dell'elettrificazione e i particolari delle fondazioni sono riportate nei seguenti elaborati di progetto IA4J 11 E67 WA LC00000 001 - Sezione tipo a semplice binario all'aperto.

Nei tratti in trincea la fondazione del palo TE e dell'eventuale Tirante a Terra è sagomata in modo da inglobare la canaletta idraulica, il cui fondo è impermeabilizzato con malta bicomponente elastica a base cementizia, sp. min. 2 mm - tipo Mapelastic, e coperta con griglia in CLS. La canaletta idraulica si raccorda al fosso di guardia esistente mediante un manufatto a sezione trapezia in calcestruzzo armato, da realizzarsi nell'ambito della posa del blocco di fondazione.

La canaletta porta-cavi, di larghezza pari a 0,50 m, ubicata sulla piattaforma ferroviaria in corrispondenza del palo T.E. ed è protetta dalla veletta paraballast, con la funzione di contenimento locale del ballast in particolare nei casi di binario in curva.

Tutti i blocchi di fondazione saranno armati e fatte salve le dimensioni e le particolarità costruttive che emergono dagli elaborati del presente progetto, essi saranno conformi al Capitolato Tecnico 2014 e ai disegni e alle specifiche tecniche in esso richiamati.

Lo scavo necessario per la realizzazione di ciascun blocco di fondazione (per palo, portale di ormeggio, portali di sospensione e per tirante a terra) deve essere preceduto dalla ricerca di "ordigni esplosivi" e dalla eventuale

“bonifica”. Inoltre, durante lo scavo deve essere assicurata la presenza della necessaria “assistenza archeologica ai movimenti di terra”. Infine, i materiali provenienti dallo scavo dovranno essere trasportati e conferiti alla discarica. Per i tratti di linea su terreno, come sopra accennato, per il sostegno della linea di contatto saranno utilizzati del tipo LSU Flangiato e portali di ormeggio tipologici e Portali di sospensione (descritti nella al paragrafo “Tratti su Ponti e Viadotti); in stazione (se del caso e in presenza di intervie ridotte), è stato previsto l’uso di sospensioni montate su supporti penduli sostenuti da travi tralicciate tipo “MEC”, anche esse tipologiche.

Si segnala che, in prossimità dell’imbocco della galleria Isca della Ricotta, lato Rocchetta, nell’ambito delle lavorazioni conseguenti alla demolizione della parte di galleria artificiale effettuata da RFI, risulta realizzata una platea in cls con micropali annegati, che non consente la formazione di un blocco di fondazione per il sostegno n. 40 della linea di contatto.

Esso dovrà pertanto essere ancorato con tirafondi nella platea in cls, secondo quanto descritto nel documento IA4J11E67CLLC1000001A - Palo LSU 18 a normale interno curva, flangiato su platea in cls (palo 40).

Parimenti, si segnala che, nella stazione di San Nicola di Melfi, fra le progressive Km 12+589 e Km 12+796 per l’elettrificazione del III binario, a causa della presenza di un muro di recinzione a distanza ravvicinata dal binario, non è stato possibile adottare una soluzione standard per i pali e blocchi (che non consentirebbero di ottenere una Dr compatibile con quanto indicato nel Capitolato Tecnico 2017 e assicurare la necessaria stabilità meccanica ai sostegni), rendendo necessaria la realizzazione di un muro di sostegno descritto nei seguenti elaborati:

- IA4J11E78RHLC0000003 Muro di Sostegno S. N. Melfi - Relazione di calcolo
- IA4J11E78BZLC0000001 Muro di Sostegno S. N. Melfi - Carpenteria ed Armatura
- IA4J11E78RHLC0000004 Paratia provvisoria S. N. Melfi - Relazione di calcolo.

Inoltre, sempre nella stazione di S. Nicola di Melfi, si segnala che il nuovo canale idraulico (da realizzarsi nell’ambito del presente appalto al fine di garantire la sicurezza idraulica della SSE in progetto), classificato di 3<sup>a</sup> categoria, imponendo (in base alla norma CEI 11-4, valida per gli aspetti meccanici anche per le linee in corrente continua) il rispetto di una distanza minima di 5m fra il piede del proprio argine e il blocco di fondazione dei più vicini sostegni TE, comporta la necessaria eliminazione del III tronchino.

Per tutti i blocchi dei sostegni TE, nella contabilità della specialistica “Linea di contatto” sarà presente:

- la formazione in opera del blocco di fondazione;
- l’impermeabilizzazione;
- l’assistenza archeologica (esclusi i micropali);
- il conferimento a discarica dei materiali di risulta degli scavi (da computare a Misura), esclusi i micropali;

rimanendo a cura della specialistica “Opere Civili” la contabilizzazione relativa a:

- bonifica dagli ordigni esplosivi (per il blocco completo di micropali);
- la realizzazione dei micropali;
- la fornitura e posa dell’eventuale griglia in CLS;

- la realizzazione dei necessari raccordi fra la canaletta idraulica e il fosso di guardia;
- la deviazione della cunetta/fossa idraulica in corrispondenza dei blocchi di portale;
- la realizzazione delle velette paraballast;
- il conferimento a scarica dei materiali di risulta degli scavi (escluso quanto conteggiato per i blocchi).

#### Tratti su ponti e viadotti

Per l'elettrificazione della linea posta sui ponti/viadotti non è stato sempre possibile il loro scavalco ottenuto modulando opportunamente la lunghezza delle campate. Si tratta di quei casi in l'opera presenta un'estensione maggiore della campata che compete alla linea di contatto, in relazione al raggio di curvatura del binario e alla campata massima ammessa.

In considerazione delle caratteristiche strutturali dei viadotti (ad arco), e della ridotta sezione trasversale della sede, al fine di ridurre al minimo le sollecitazioni meccaniche trasmesse dai sostegni TE all'opera d'arte, è stata prevista la soluzione che prevede l'utilizzo di portali di sospensione incernierati su piastre dedicate da aggrappare sulle pareti esterne in corrispondenza delle pile dei ponti.

Detti portali di sospensione sono descritti dettagliatamente negli elaborati delle opere civili:

- IA4J 11 D78 BZ LC0000 013A                      Carpenteria Pilone
- IA4J 11 D78 BZ LC0000 014A                      Carpenteria Trave per "PS1c" (L=6,00 m)
- IA4J 11 D78 BZ LC0000 015A                      Carpenteria Trave per "PS2" (L=9,50 m)
- IA4J 11 D78 BZ LC0000 016A                      Carpenteria accessori: Basamento

Per detti ponti, contabilmente nel CME della linea di contatto sarà compensata la fornitura e posa dei portalini (attrezzati con le sospensioni TE) e del materiale isolante (piastre, boccole e rondelle). Invece la fornitura e la posa del supporto metallico di base, necessario per il collegamento fra il portalino e il ponte, completo di tirafondi e dell'asta filettata di collegamento fra il supporto e il portalino, rimangono a cura della specialistica "Opere Civili".

I dettagli realizzativi delle soluzioni da adottare per l'ancoraggio dei pali/portali di sospensione sono rappresentati negli elaborati di U.O. Strutture:

- IA4J 11 E09 BZ VI0000 001                      Ancoraggi pali T.E. Su ponti ferroviari esistenti – Carpenteria e particolari costruttivi TAV 1/2
- IA4J 11 E09 BZ VI0000 002 Ancoraggi pali T.E. Su ponti ferroviari esistenti – Carpenteria e particolari costruttivi TAV 2/2

Le soluzioni impiantistiche sono presenti anche nell'elaborato IA4J 11 E68 WA LC00000 001 - LINEA DI CONTATTO - Sezione tipo a semplice binario all'aperto

#### Posti di sezionamento e di regolazione automatica

I tronchi di sezionamento estremi saranno del tipo "a spazio d'aria". Essi, unitamente ai posti di regolazione automatica, saranno realizzati secondo i disegni tipologici contenuti nel Capitolato Tecnico 2014.

Per la linea Rocchetta-Potenza equipaggiata con una condotta di sezione complessiva 440 mmq, con corde portanti fisse, il tronco di sezionamento allo scoperto sarà realizzato secondo i disegni tipologici per la linea da 440 mmq con corde portanti regolate, in previsione di un eventuale cambio di modalità di regolazione delle corde portanti.

Il posto di transizione tra linea con corde portanti fisse e linea con corde portanti regolate da realizzarsi sul III binario della stazione di Rocchetta, risponde anche al disegno E 61506b.

Tutti i Portali Interni delle stazioni saranno ubicati ad una distanza minima di 150 m dalla punta scambi estrema.

L'isolamento fra il III e il IV binario della stazione di Rocchetta sarà realizzato mediante l'inserimento di isolatori di sezione di tipo "percorribile" adatto a velocità comprese tra 30 km/h e 100 km/h. Analogamente per il III binario della stazione di S. Nicola di Melfi.

Per le condutture a corda regolata i Punti Fissi (PF) di ciascuna pezzatura saranno realizzati secondo la più recente tipologia, cioè mediante strallatura della mensola del palo di PF ai pali adiacenti e senza taglio delle corde portanti.

Nella stazione di S. Nicola di Melfi, per la particolare configurazione e per i ridotti spazi di interbinario, alcuni pali di ormeggi di punto fisso della condotta sono stati sostituiti con portali. Per le condutture a corda fissa, ove necessario, essi saranno invece ottenuti mediante appositi collegamenti corda-filo al centro della campata di PF.

Nel caso di pezzature di lunghezza non superiore a 700m, le condutture saranno regolate solo ad un estremo, mentre l'altro estremo sarà ormeggiato senza regolazione del tiro, in modo da costituire un PF.

Tutti gli ormeggi, sia fissi che regolati, saranno dotati di dispositivi di ripresa del tiro dei conduttori.

#### Circuito di terra di protezione e messa a terra

Saranno impiegati singoli dispersori a picchetto per ciascun palo/portale e tutti i sostegni metallici saranno poi collegati tra loro mediante doppia corda equipotenziale.

Il circuito di terra di protezione interpali sarà costituito da due corde in TACSR della sezione di 170 mm<sup>2</sup>; mentre i collegamenti con il circuito di ritorno saranno realizzati con due cavi TACSR di uguale sezione. Ogni circuito di protezione, che presenterà un'estensione di circa 3km, verrà collegato al circuito di ritorno tramite dispositivi limitatori di tensione bidirezionali cat./prog. 779/0070 collegati a loro volta alla rotaia mediante due cavi isolati di alluminio/acciaio TACSR.

Per circuiti di estensione maggiore di circa 1500 m, il collegamento del circuito interpali alla rotaia, mediante limitatore bidirezionale, sarà realizzato oltre che alle estremità di ogni circuito anche in corrispondenza del centro della maglia. Quest'ultimo provvedimento consente di pervenire ad un doppio vantaggio: quello assicurare un'uniforme distribuzione del potenziale di rotaia e quello della riduzione del valore dello stesso.

Inoltre, per i sostegni dove sono applicati i limitatori di tensione è previsto l'impiego di dispersori profondi,  $R_{max}=2\Omega$ , come indicato nel disegno tipologico E56000/12s.

In galleria tutte le sospensioni saranno collegate alla dorsale del circuito di protezione che proviene dallo scoperto. Allo scopo saranno realizzati dei collegamenti con due corde TACSR fra la traversa isolata e la citata dorsale. Le sospensioni (a traversa isolata) saranno installate tramite grappe isolate elettricamente dalla galleria mediante

l'impiego di appositi ancoranti chimici ed anelli di centraggio isolanti conformi alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673 A.

Allo scopo si può far riferimento all'elaborato IA4J 11 D67 AX LC0000 002 - Linea di Contatto Circuito di terra in galleria - Disposizione e costituzione dei collegamenti.

Per l'esigua sezione trasversale delle gallerie, che non consente l'allineamento tra le corde della dorsale allo scoperto con quelle della dorsale interna, le prime saranno ormeggiate sul frontale delle gallerie, mentre le seconde saranno ormeggiate all'interno, e posate ad una quota che non causa interferenze con la sagoma; la continuità elettrica sarà assicurata con due cavi TACSR di 170 mm<sup>2</sup>.

In piena linea allo scoperto la quota di sospensione della corda di terra bassa sarà pari alla quota del piano di contatto meno 0,20 m; la corda di terra alta sarà posizionata a 2,40 m sopra la prima.

In stazione il circuito di protezione sarà realizzato con le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea, ma la quota di posa del trefolo alto sarà pari a quella del trefolo basso più 0,20 m.

Per il collegamento elettrico fra due dorsali opposte saranno utilizzati collegamenti aerei in doppia corda di rame da 120mmq.

Nella presente progettazione, particolare attenzione è stata posta nell'evitare che si vengano a formare tratti di circuito interpali in "antenna", cioè collegati al resto del circuito ad un solo estremo. Ciò garantisce che, in caso di guasto elettrico su un qualsiasi palo, la corrente di guasto possa fluire verso il circuito di ritorno TE sempre attraverso due vie distinte.

Come prescritto dalla norma CEI EN 50122-1 e secondo i contenuti della specifica tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A del 14/12/2018 "Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc" per la protezione dai contatti indiretti sono stati adottati i seguenti provvedimenti:

- ❖ per le pensiline metalliche ubicate in zona di rispetto TE, presenti nella stazione o fermate (per nessuna di queste è prevista la presenza di paline della linea di contatto) sono state attuate particolari precauzioni di sicurezza a tutela degli utenti e del personale di servizio; in particolare è stato previsto un impianto di messa a terra proprio, costituito da:
  - Dispensore di terra a picchetto (L=3m) infisso nel terreno in corrispondenza di ciascun sostegno verticale della pensilina (al quale dovrà essere applicata mediante saldatura continua un'apposita piastrina metallica con foro), dotato di pozzetto di ispezione e collegamento alla colonna costituito da doppia corda nuda TACSR  $\Phi$ 15,82mm protetta da tubo flessibile in PVC  $\Phi$ 50mm;
  - Collegamento mediante dispositivo unidirezionale (diodo 779/0010) tra la struttura metallica ed il circuito interpali, in corrispondenza di entrambe le estremità di ciascuna pensilina; come da rapporto di riunione RFI/Italferr allegato alla nota DI.ITI.EITE.0016882.15.U- Scenario: CRV 2015 del 26/02/2015.
- ❖ per le pensiline metalliche ubicate fuori dalla zona di rispetto TE, ma vicine a sostegni della linea di contatto, a vantaggio della sicurezza, è prevista l'incamiciatura dei sostegni TE con pannelli isolanti in EP GC 203 - vetronite G11, dello spessore di 4 mm.

- ❖ le masse metalliche ricadenti all'interno della zona di rispetto TE, non estese e non contenenti/portanti apparecchiature con basso livello di isolamento, saranno collegate al circuito di protezione mediante due cavi Tacsr.
- ❖ le masse metalliche ricadenti all'interno della zona di rispetto TE, estese o contenenti/portanti apparecchiature con basso livello di isolamento, saranno collegate al circuito di protezione per il tramite di dispositivi limitatori di tensione quali i diodi 779/0010, come da rapporto di riunione RFI/Italferr allegato alla nota DI.ITI.EITE.0016882.15.U- Scenario:CRV 2015 del 26/02/2015.

In particolare, il collegamento al circuito di protezione dei lunghi parapetti metallici sui ponti (tutti in muratura) sarà realizzato rendendo equipotenziali i diversi elementi (di ciascun lato di binario) per mezzo di un doppio tondo di ferro  $\Phi 12$  mm, continuo. I parapetti metallici dei due lati saranno collegati in serie con doppio cavo Tacsr, mentre ciascun estremo libero sarà collegato al circuito di protezione mediante un apposito diodo 779/0010. Nei casi in cui risulta possibile il contatto contemporaneo fra i parapetti e i portalini di sospensione TE sono state previste apposite specchiature a maglia interposte (collegate elettricamente con i parapetti), che impediscono tale possibilità. Mentre il collegamento al circuito di protezione dei parapetti metallici sui ponti - di estensione contenuta - sarà realizzato rendendo equipotenziali i diversi elementi (di ciascun lato di binario) per mezzo di un doppio tondo di ferro  $\Phi 12$  mm, continuo. I parapetti metallici dei due lati saranno collegati al circuito di protezione con doppio cavo Tacsr.

- ❖ le masse simultaneamente accessibili, cioè a distanza minore di 2,5 m, saranno rese equipotenziali mediante due cavi tacsr (salvo i casi in cui è prevista una protezione che impedisce il contatto simultaneo).
- ❖ Le reti e le specchiature metalliche dei cavalcavia e dei frontali delle gallerie, che interferiscono con la zona di rispetto TE, saranno collegate al circuito di terra di protezione mediante dispositivo unidirezionale (diodo).

I particolari generali di posa delle specchiature metalliche sono rappresentati nell'elaborato IA4J 11E67AXLC000005A - Specchiature metalliche di protezione ai cavalca ferrovia, con messa a terra.

Le soluzioni impiantistiche specifiche adottate sono desumibili dagli elaborati "Piani schematici del circuito di protezione e del circuito di ritorno".

Sempre come prescritto dalla norma CEI EN 50122-1, sono state però escluse dai provvedimenti di protezione "le strutture conduttrici di piccole dimensioni, che non sostengono o non contengono apparecchiature elettriche". Tali strutture comprendono, ad esempio, le coperture di fognature, cartelli monitori, recipienti per rifiuti, recinzioni metalliche anche grigliate ecc. che, se totalmente conduttrici, non superino 3m di lunghezza, misurati parallelamente alla zona della linea aerea di contatto, e che non si estendano, al di fuori del limite della zona della linea aerea di contatto, per più di 2 m". Per le strutture parzialmente conduttrici, invece, la lunghezza limite è fissata in 15 m.

Nel caso di elementi metallici (parapetti e recinzioni) parzialmente all'interno della zona di rispetto TE, si è ritenuto di collegare al circuito di protezione solo la parte strettamente interessata, provvedendo all'isolamento della parte che non ricade nella zona di rispetto TE mediante la realizzazione di un tratto tampone ottenuto mediante tagli (tali da non compromettere la stabilità meccanica del parapetto/recinzione) realizzati a distanza tale che non sia possibile entrare in contatto con le recinzioni/parapetti contigui a detto tratto tampone.

Inoltre, è stato previsto il taglio dei rami della vegetazione presente lungo linea, al fine di assicurare che “la distanza minima dei rami delle piante dal piano verticale passante per il conduttore più sporgente non dovrà essere inferiore a metri 2”, come prescritto dal Capitolato Tecnico TE 2014.

Ai fini della Sicurezza Elettrica, per le pensiline metalliche, per le strutture della linea di contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, d’intesa con il Gestore dell’Impianto, andrà verificata l’opportunità di eseguire apposite misurazioni delle “Tensioni Effettive di Passo e di Contatto”, per constatare il soddisfacimento dei requisiti di cui alla tabella 6 della norma CEI EN 50122-1, sia in condizioni di normale esercizio (al passaggio del convoglio ferroviario), sia in condizioni di guasto. Gli oneri per le suddette attività di taglio dei rami della vegetazione interferente, nonché per le misure delle tensioni di cui sopra, sono stati previsti nel CME a “Misura”.

### Circuito di ritorno

Il circuito di ritorno di piena linea è di tipo 3 (binario con entrambe le rotaie non isolate), mentre in stazione è di tipo 2 (binario con una rotaia isolata ed una non isolata, con la sola eccezione della stazione di Ascoli Satriano, in cui nel primo binario il circuito è di tipo 1. Per assicurare la continuità elettrica del circuito di ritorno saranno realizzati i necessari collegamenti longitudinali e a “Z”, anche in corrispondenza dei deviatori.

Per assicurare l’equipotenzialità fra le rotaie in piena linea è previsto il collegamento trasversale delle stesse ogni 700 m circa, per il caso di lunghe rotaie saldate, e ogni 180 m nell’altro caso, mentre in stazione saranno collegate fra loro da collegamenti trasversali le rotaie non isolate. In piena linea e in stazione i collegamenti longitudinali e trasversali e a “Z” e quelli sugli scambi, saranno realizzati con due cavi TACSR della sezione di 170 mm<sup>2</sup>. I cavi saranno collegati alle rotaie mediante boccole AR60.

Per la determinazione dell’ubicazione e del numero di collegamenti longitudinali e trasversali, da realizzarsi per ciascuna rotaia di piena linea, si è fatto riferimento ai dati forniti da RFI riguardanti la presenza di lunghe rotaie saldate o di rotaie giuntate, riportati nella tabella sottostante. Il numero di collegamenti è stato determinato assumendo la lunghezza di ciascuna campata di rotaia pari a 36 m. Considerato il fatto che la linea ferroviaria è attualmente interessata da interventi a diretta cura di RFI, il circuito di ritorno è stato conteggiato nella modalità “a Misura”. Allo scopo si è fatto riferimento alla seguente tabella.

TRATTA/NOTE	TIPO ROTAIA		Km. Inizio	Km. Fine
	LUNGA ROTAIA SALDATA	ROTAIA GIUNTATA		
CERVARO - ROCCHETTA	X		7.338	49.2
ROCCHETTA S.A.L. – S. NICOLA DI MELFI		X	0.199	1.19
	X		1.19	2.01
		X	2.01	2.38
	X		2.38	2.645
		X	2.645	2.78
	X		2.78	11.9

### Linee di alimentazione

Le linee di alimentazione che si dipartiranno dalle Cabine TE/SSE saranno sorrette da apposite palificate, come richiesto nel capitolato tecnico TE 2014, per motivi antinfortunistici.

La condotta aerea della linea (da 540 mm<sup>2</sup>) sarà formata da quattro corde nude di rame da 155 mm<sup>2</sup>, in modo tale da realizzare una sezione complessiva, pari a 620 mm<sup>2</sup>, coerente con quella della LdC alimentata.

Le alimentazioni in cavo saranno realizzate con n°3 cavi unipolari del tipo FG7H1M2 12/20kV da 500 mmq con schermo da 120 mmq (cat. prog.803/9670), marcatura CE secondo regolamento (UE) 305/2011 con classe di reazione al fuoco Eca, rimanendo posato in canalizzazioni incombustibili dei piazzali esterni degli impianti.

Il feeder previsto nella stazione di Rocchetta sarà realizzato con n. 2 cavi FG7H1M2 12/20kV da 500 mmq con schermo da 120 mmq (cat. Prog. 803/9690), marcatura CE secondo regolamento (UE) 305/2011 con classe di reazione al fuoco Eca, rimanendo posato in canalizzazioni incombustibili del piazzale esterno della stazione e in canalizzazione metallica, non forata, all'interno della galleria S. Venera, di lunghezza minore di 1000 m.

Tutti i cavi sono protetti a monte e a valle con dispositivi scaricatori di tensione.

Come richiesto da RFI, per gli alimentatori in cavo è stato previsto uno specifico sezionatore TE sul tratto terminale di collegamento dell'alimentatore alla linea di contatto, avente lo scopo di eseguire il sezionamento dell'alimentatore in caso di anomalie e/o prolungati interventi di esercizio sull'alimentatore stesso o sul sezionatore di 1<sup>a</sup> fila della SSE/Cabina TE. Analogo provvedimento è stato adottato nei casi degli alimentatori aerei la cui estensione è risultata superiore a 700m.

Ciò è rilevabile, oltre che dai piani di elettrificazione, anche dal documento IARJ11E67DXLC0000001 - Schema elettrico di alimentazione TE.

### Sezionatori

Il comando e controllo dei sezionatori TE delle stazioni avverrà per mezzo di appositi quadri ubicati come segue:

- PM di Cervaro, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella Cabina TE omonima;
- Stazione Ortona, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale DM del Fabbricato Viaggiatori;
- Stazione di Ascoli Satriano, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella SSE omonima;
- Stazione di Candela, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale DM del Fabbricato Viaggiatori;
- Stazione di Rocchetta, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale DM del Fabbricato Viaggiatori;
- Stazione di S. Nicola di Melfi, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella SSE omonima.

Le canalizzazioni relative al comando e controllo dei sezionatori e degli altri impianti saranno predisposte dalla U.O. TLC, e consisteranno:

- nelle dorsali: in almeno un tubo Ø 100 mm (o una canaletta 100\*100 mm) a servizio esclusivo TE;
- negli attraversamenti: in almeno due tubi Ø 100 mm a servizio esclusivo TE;

Inoltre, nei pozzetti comuni sarà presente un setto di separazione dagli altri cavi (di qualsiasi specializzazione);

Invece la canalizzazione degli alimentatori in cavo 3kV, rimarrà in carico alla specialistica "linea di contatto".

Come accennato precedentemente, nell'ambito del presente intervento saranno posate anche le canalizzazioni e i cavi necessari alla futura Cabina TE della stazione di Rocchetta. La posa dei suddetti cavi sarà contabilizzata a misura.

I quadri di comando e controllo ubicati nelle DM/PM saranno alimentati mediante apposito alimentatore (integrato nello stesso quadro) munito di convertitore AC/DC e trasformatore di isolamento come da spec. RFI DTCDNSSTB SF IS 06 365, Potenza nominale 1600VA, grado di isolamento tra primario e secondario non inferiore a 15 kV e di tutte le caratteristiche indicate nella voce della Tariffa EC.AL.C.3100.E.

I cavi necessari per l'alimentazione, il comando ed il controllo di stato dei sezionatori, nelle formazioni e sezioni previste dalla circolare sono quelli indicati nel documento F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605; gli schemi rispondono alla medesima circolare, come modificata in base alla nota RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000108 del 5/6/2017 "Modifica 01.06.2017: INSERZIONE RESISTENZA 33 OHM, 10 W".

Sia i cavi necessari per il comando e controllo, sia quello per l'alimentazione del convertitore AC/DC saranno del Tipo CPR, rispondenti al Decreto Legislativo 16/6/17 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale del Regolamento Prodotti da Costruzione UE305/2011".

Per la sola stazione di Rocchetta i cavi e le canalizzazioni a cura TE (cavi per sezionatori, cavi 3 kV), unitamente all'armadio di comando e controllo dei sezionatori, saranno contabilizzati a misura, in dipendenza della eventualità correlata alla presenza della Cabina TE di Rocchetta all'attivazione del lotto.

Per quanto attiene ai cavi e alle rispettive canalizzazioni si rimanda agli specifici elaborati di progetto "Piani cavi e canalizzazioni".

Per le stazioni/PM non sede di Cabina TE o SSE, sono stati predisposti elaborati che individuano la posizione dei quadri di comando e controllo all'interno dei locali. Resta a cura di RFI la fornitura dell'energia nel FV.

#### Segnaletica

In tutti gli impianti sono state adottate le indicazioni contenute nella specifica tecnica RFI DMA LG IFS 8 B, Ed. 09/2008 "Segnaletica per linee di Trazione Elettrica", sia per la numerazione dei sezionatori, sia per la colorazione delle zone elettriche.

#### Cavalca ferrovia e Passaggi a livello

Il capitolato tecnico 2014 prescrive che, in presenza di cavalca ferrovia superati in campata libera, occorre garantire il franco elettrico minimo di 300 mm fra l'intradosso dell'opera d'arte e la superficie esterna dei conduttori più vicini all'opera. Allo scopo di verificare la suddetta prescrizione per ciascuna opera interferente è stato prodotto un elaborato plano altimetrico con sezione trasversale e scheda di verifica dei franchi.

Limitatamente ad alcuni cavalca ferrovia non è stato possibile il soddisfacimento di tale prescrizione, nonostante l'adozione di sospensioni con distanza filo-fune ridotta. In linea con le scelte progettuali impiantistiche concordate con RFI Direzione Tecnica Standard Tecnologici e Sperimentali, in tali casi si utilizzeranno pannelli isolanti in EP GC 203 - vetronite G11, dello spessore di 5 mm da ubicare al di sotto delle solette dei cavalca ferrovia e nei frontali, anche utilizzando apposite strutture atte a fissare i pannelli all'opera d'arte per ottenere una superficie isolante piana.

Di seguito sono indicati i cavalca ferrovia interessati dall'isolamento in VTR, la rispettiva distanza minima fra le corde portanti e la struttura – rilevata nella sezione longitudinale, considerata nel suo massimo ingombro - e l'altezza della linea di contatto:

- Km 39+593.50 → franco elettrico di 14 cm → hlc= 480 cm;
- Km 42+573 → franco elettrico di 23 cm → hlc= 475 cm;

Per il cavalca ferrovia al Km 20+475 è stato previsto l'abbassamento del piano ferro che consente l'ottenimento di un franco pari a 35 cm.

I particolari generali di posa dei pannelli isolanti sono rappresentati nell'elaborato IA0X12D67AXLC0000004A - Sottopassaggio cavalca ferrovia con l'utilizzo pannellatura isolante.

Le nuove opere sostitutive dei Passaggi a Livello da sopprimere (la cui realizzazione è prevista nell'ambito del Lotto 2), sono indicate nei piani di elettrificazione con le seguenti progressive di riferimento della linea storica:

- PL [Km 11+764] opera di scavalco NV01 al [Km 11+783]
- PL [Km 14+942] opera di scavalco NV02 al [Km 14+942] (nella stessa sede)
- PL [Km 17+550] opera di scavalco NV03 al [Km 17+662]
- PL [Km 30+356] opera di scavalco NV05 al [Km 30+394]
- PL [Km 36+782] opera di scavalco NV10 al [Km 36+834]
- PL [Km 38+203] opera di scavalco NV06 al [Km 38+087]
- PL [Km 39+552] opera di scavalco NV11 al [Km 39+272]

Esse garantiscono un franco minimo, tra intradosso dell'impalcato e piano del ferro, pari a metri 6,90 e, pertanto, consentono di realizzare l'elettrificazione secondo standard, assicurando il transito della maggiore sagoma tra le varie disponibili.

In questa fase progettuale si è proceduto a posizionare la palificata TE in modo tale da non interferire con questa opera d'arte, la cui costruzione è differita rispetto la realizzazione dell'intervento di elettrificazione. Le specchiature metalliche di tali nuove opere d'arte e i loro collegamenti al circuito di ritorno TE, unitamente alla rimozione dei pali di protezione dei PL che saranno stati soppressi, saranno previsti nell'ambito dei medesimi lotti afferenti alla realizzazione delle opere sostitutive dei PL.

Con riferimento, invece, ai passaggi a livello, che rimangono in essere, è stata prevista la realizzazione delle rispettive protezioni con trefoli di guardia e cartelli monitori, come da dis. E 55685. I blocchi di fondazione dei sostegni saranno del tipo indicato nell'elaborato tipologico RFI "E64865 e", che è riportato nell'elaborato di progetto "IA4J11E67TTL0000001 - "Tabella Blocchi".

**Nei casi in cui non è risultato possibile garantire l'altezza della linea di contatto di 5,30 m dal piano stradale, è stata prevista la realizzazione delle contro sagome stradali, citate nel capitolato TE 2014.** L'onere di tali installazioni, risultando strettamente dipendente dalle convenzioni stipulate tra RFI e l'Ente proprietario/gestore della strada, è previsto "A Misura".

Descrizione sintetica degli interventi previsti nelle gallerie

Per le Gallerie “S. Vernere” e “Isca della Ricotta”, a cura di RFI, sono attualmente in corso i necessari adeguamenti al fine di consentire l’alloggiamento delle sospensioni, secondo quanto previsto negli elaborati progettuali.

E’ comunque prevista nel CME “a Misura” di questa specialistica l’attività di scalpellatura “minimale” per necessità che dovessero emergere nella fase costruttiva, per il posizionamento delle sospensioni e delle corde TACSR, che collegano la dorsale alle sospensioni e derivante dagli interventi sopra descritti.

Per la protezione dai contatti indiretti su ogni frontale di gallerie è stata prevista una specchiatura metallica avente le caratteristiche e i collegamenti al circuito di protezione pari a quelle dei cavalca ferrovia, ma con lunghezza pari a 9 m, come da disegno tipologico RFI E32681, che risulta in ogni caso compatibile con le indicazioni di cui alla Norma CEI 50122-1, relativamente alla protezione dai contatti diretti e indiretti.

Interferenze interrate ed aeree

**Interferenze con sottoservizi**

Sull’intera tratta sono presenti numerose interferenze interrate ed aeree.

Si segnala che dette interferenze sono state riportate nei piani di elettrificazione con i riferimenti delle progressive storiche risultanti dai documenti a disposizione. In considerazione di quanto evidenziato circa il criterio di individuazione delle pk di “calcolo”, potrebbero determinarsi lievi discordanze con le pk “storiche”. Nella fase costruttiva dovrà in ogni caso essere verificata l’esatta ubicazione dell’interferenza apportando, se del caso, i necessari correttivi minimali al posizionamento dei blocchi TE.

Per le interferenze interrate si è provveduto a posizionare i sostegni a distanza adeguata, prendendo a riferimento il DM 4/04/2014 del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti “Norme Tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto” (assumendo come piano di fondazione la parte sottostante del blocco in contatto con il terreno mediante magrone e non tenendo conto dei micropali di fondazione, in cui sono infissi gli stessi blocchi). In ogni caso per le condotte di gas, di seguito dettagliate, sono state prese a riferimento distanze maggiori e cioè quelle indicate nella nota INT/FG/78 Prot. 250 del 02/10/2014 della società SNAM RETE GAS di seguito dettagliate:

- 11 m per condotte fino a DIN 400.
- 20 m per condotte di sezione maggiore al DIN 400.

Prima dell’inizio dei lavori l’Appaltatore dovrà, tuttavia, verificare a propria cura e spese, con indagini dirette, d’intesa con gli Enti proprietari e/o gestori, l’esatta posizione dei sottoservizi interferenti con le infrastrutture ferroviarie o posti in vicinanza delle opere da eseguire.

Nel caso di tubazioni e condotte metalliche, se non già protetti, dovranno essere attuati i necessari provvedimenti atti a prevenire e proteggere dalla corrosione elettrolitica le strutture che possono essere interessate dal passaggio di correnti vaganti nel terreno. Allo scopo, in fase realizzativa, la Committenza (RFI), a valle degli accordi con gli Enti proprietari e/o gestori delle condotte metalliche, segnalerà quali di queste dovranno essere dotate dell’impianto di drenaggio.

Tali impianti di drenaggio dovranno esser realizzati secondo la specifica RFI TC PS IFS 621 A “Collegamenti elettrici per drenaggi unidirezionali tra strutture metalliche interrato e circuito di ritorno TE di linee ferroviarie elettrificate”. Gli oneri economici sono stati già previsti nella contabilità a misura.

Per le interferenze aeree (costituite sostanzialmente da attraversamenti elettrici e telefonici) l’eventuale adeguamento dei franchi elettrici e meccanici rispetto agli impianti di elettrificazione in progetto sarà da attuare nel rispetto delle normative di legge in materia e secondo le modalità in essere contenute nei singoli atti che regolamentano gli attraversamenti medesimi.

Allo scopo sono state redatti appositi elaborati riguardanti le distanze di sicurezza rispetto agli impianti di elettrificazione:

- IA4J11E67WBLC0000001 Sezione tipologica di piena linea con indicazione dei franchi elettrici di rispetto e progressive di applicazione - caso pali di sospensione
- IA4J11E67WBLC0000002 Sezione tipologica di piena linea con indicazione dei franchi elettrici di rispetto e progressive di applicazione - caso pali di ormeggio
- IA4J11E67WBLC0000003 Sezione tipologica di piena linea con indicazione dei franchi elettrici di rispetto e progressive di applicazione - caso portali di ormeggio
- IA4J11E67WBLC0000004 Sezione tipologica con indicazione dei franchi elettrici di rispetto e progressive di applicazione - caso pali con alimentatori

Inoltre, per ciascuna interferenza aerea è stato prodotto un elaborato plano altimetrico con sezione trasversale e scheda di verifica dei franchi. L’adeguamento dei franchi elettrici delle interferenze aeree, nel rispetto delle normative vigenti, non è oggetto della presente progettazione.

#### **Interferenze con impianti di illuminazione Ferroviaria**

L’interferenza dalle travi metalliche, con corpi illuminanti, che attraversano superiormente i binari di stazione è oggetto di apposito studio da parte della specialistica LFM. Mentre lo spostamento della Torre portafari esistente presso l’impianto di S. Nicola di Melfi è curato dalla specialistica SSE.

#### **Interferenze con pensiline**

Utilizzando i rilievi celerimetrici appositamente effettuati ai fini dello sviluppo della progettazione, è stato accertato il rispetto dei franchi elettrici statici e dinamici, sia della conduttura, sia del pantografo sbandato rispetto alle pensiline metalliche presenti nelle stazioni.

Nella sola stazione di S. Nicola di Melfi si è evidenziata un’interferenza fra il pantografo sbandato e la pensilina in cls esistente; tale criticità sarà risolta nell’ambito delle attività della disciplina specialistica di opere civili.

Si ritiene comunque opportuno che nella fase costruttiva, in relazione agli interventi attualmente in corso al dispositivo di armamento (a cura di RFI), sia esclusa ogni interferenza mediante misure puntuali, in quota.

#### **Ordigni esplosivi**

A cura di altra specialistica è stata prevista la bonifica dagli ordigni esplosivi in corrispondenza dei terreni di sedime ove è prevista la realizzazione dei blocchi di fondazione e delle canalizzazioni.

### Assistenza archeologica

A cura di altra U.O. è stata prevista l'assistenza di archeologo in corrispondenza degli scavi per i blocchi di fondazione e delle canalizzazioni.

### Ostacoli alla navigazione aerea

Ai fini dell'accertamento di eventuali interferenze fra i sostegni TE previsti in progetto e la navigazione aerea, si è fatto riferimento alle disposizioni contenute nella circolare dello Stato Maggiore della Difesa n.146/394/4422 del 2000 - "Opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea, segnaletica e rappresentazione cartografica" (e ss.mm.ii.), la quale, ai fini della sicurezza di voli a bassa quota, impone obblighi già con riferimento ad opere:

- di tipo verticale con altezza dal piano di campagna uguale o superiore a 15 metri (60 metri nei centri abitati);
- di tipo lineare con altezza dal piano di campagna uguale o superiore a 15 metri; di tipo lineare costituite da elettrodotti a partire da 60 kV.

Nell'ambito del presente progetto esecutivo, la verifica non ha evidenziato ostacoli ai sensi di quanto sopra indicato. Tuttavia, ad ogni buon conto, nella successiva fase realizzativa l'appaltatore dovrà riverificare e confermare tale esito, segnalando eventuali difformità puntuali.

#### 2.2.5 Riepilogo tipologie e tratte da elettrificare

Gli interventi riguarderanno l'elettrificazione completa del binario di piena linea e dei binari di corsa e secondari delle Stazioni e PPM. Si riportano di seguito le estese dei binari elettrificati suddivise per tipologie di catenaria e per sede:

- |   |  |
|---|--|
| ▪ Elettrificazione semplice binario allo scoperto | S = 440 mm <sup>2</sup> c.p.r. → L = 0,3 km  |
| ▪ Elettrificazione semplice binario allo scoperto | S = 540 mm <sup>2</sup> c.p.r. → L = 55,7 km |
| ▪ Elettrificazione semplice binario allo scoperto | S = 440 mm <sup>2</sup> c.p.f. → L = 0,19 km |
| ▪ Elettrificazione semplice binario in galleria   | S = 540 mm <sup>2</sup> c.p.r. → L = 0,27 km |
| ▪ Elettrificazione semplice binario in galleria   | S = 440 mm <sup>2</sup> c.p.r. → L = 0,18 km |
| ▪ Elettrificazione semplice binario in stazione   | S = 270 mm <sup>2</sup> c.p.r. → L = 5,98 km |
| ▪ Elettrificazione semplice binario in stazione   | S = 220 mm <sup>2</sup> c.p.f. → L = 0.86 km |

## 2.3 Sottostazioni elettriche e cabine TE

### 2.3.1 Architettura alimentazione elettrica di tratta

Si illustrano nel seguito le principali scelte tecniche effettuate nello sviluppo della Progettazione degli impianti di alimentazione del sistema di trazione elettrica ferroviaria relativi agli impianti del Sotto progetto 2 della linea Foggia – Potenza.

Lo studio di dimensionamento condotto in fase di progetto preliminare, sulla base del carico elettrico ipotizzato, ha individuato, complessivamente, la seguente architettura del sistema elettrico di alimentazione:

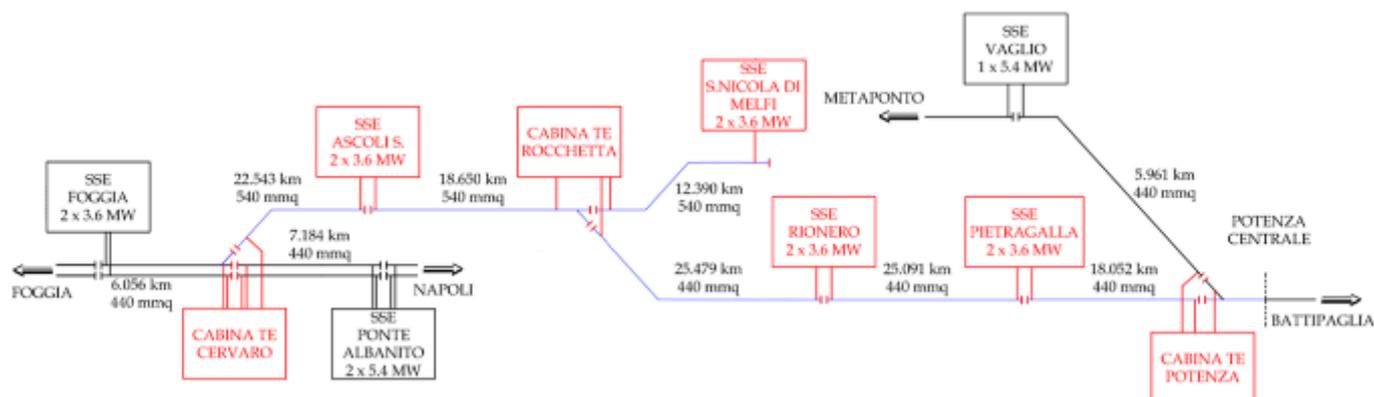


Figura 2 – schema di alimentazione - semplificato

Pertanto, sulla base delle simulazioni condotte, l'architettura individuata prevede i seguenti nuovi impianti di conversione:

- Sottostazione elettrica (SSE) di Ascoli Satriano;
- Sottostazione elettrica (SSE) di Rionero;
- Sottostazione elettrica (SSE) di S. Nicola di Melfi;
- Sottostazione elettrica (SSE) di Pietragalla;

inoltre, al fine di consentire una corretta gestione degli impianti e contestualmente garantirne la protezione, sono state previste le seguenti cabine TE:

- Cabina TE di PM Cervaro;
- Cabina TE di Rocchetta;
- Cabina TE di Potenza;

Ogni SSE sarà dotata di due gruppi da 3600 kW ed alimentata in antenna MT dal distributore locale di energia e sarà realizzata con strutture portanti gettate in opera, da realizzare all'interno dei piazzali esistenti individuati in prossimità delle stazioni.

Nell'ambito della presente relazione si descrivono i parametri, i criteri e le scelte progettuali utilizzate per la progettazione delle SSE e Cabine TE del lotto 1.1 e precisamente:

- SSE Ascoli Satriano
- SSE San Nicola di Melfi
- Cabina TE PM Cervaro

Le caratteristiche di dettaglio e la descrizione dei singoli sottosistemi sono desumibili dagli specifici elaborati grafici e descrizioni tecniche del progetto, quali il lay-out d'impianto, le viste planimetriche ed in sezione, il disegno della rete di terra, ecc. Pertanto, sia per gli eventuali approfondimenti dei dettagli tecnici che per i riferimenti progettuali, si rimanda ai suddetti elaborati.

### 2.3.2 Costituzione delle Sottostazioni elettriche di conversione

La descrizione seguente riguarderà gli equipaggiamenti delle SSE di Ascoli Satriano e San Nicola di Melfi.

#### Opere Elettromeccaniche

Trattandosi di tipici impianti di conversione e distribuzione dell'energia per uso di Trazione Elettrica, l'equipaggiamento della SSE sarà rappresentato essenzialmente dai quadri per l'alimentazione MT, suddivisi in Quadro Consegna Energia e Quadro Alimentazione Gruppi, dai gruppi di trasformazione e conversione, costituiti principalmente da trasformatori di potenza e celle raddrizzatori, e dalle apparecchiature di protezione e distribuzione a 3kV c.c., rappresentate tipicamente da interruttori auto richiudenti extrarapidi e dai sezionatori aerei a 3kV da palo e relativi cablaggi (rispondenti al regolamento cavi CPR e di tipologia in base alla destinazione d'uso).

Sarà inoltre presente un'impiantistica accessoria e la quadristica di comando e controllo di tutte le apparecchiature ed impianti presenti in SSE descritte negli elaborati di progetto specialistici.

Le due SSE (asse fabbricato) saranno dislocate lungo la linea PM Cervaro - Rocchetta S.A.L. - San Nicola di Melfi come indicato in tabella:

SSE	ASSE Fabbricato SSE
Ascoli Satriano	<i>km 30+553<sup>1</sup></i>
San Nicola di Melfi	<i>km 12+308<sup>2</sup></i>

#### Opere Civili

Per la realizzazione delle due nuove SSE, le opere civili da realizzare sono costituite dal Fabbricato di Conversione, per il contenimento delle apparecchiature principali, da un fabbricato ENEL, dai basamenti delle apparecchiature e carpenterie metalliche di piazzale e dal piazzale medesimo di SSE, con le sue dipendenze e pertinenze.

Su tutti i piazzali saranno pertanto ubicati i seguenti fabbricati:

- Fabbricato di SSE di circa 318 m<sup>2</sup>, dimensioni esterne 25,40 x 12,5 m e con elementi strutturali e pareti perimetrali gettati in opera;
- Fabbricato Misure e consegna di circa 42 m<sup>2</sup>, di dimensioni esterne 11,10 x 3,80 m e con elementi strutturali e pareti perimetrali gettati in opera.

Il nuovo fabbricato di Conversione previsto per le SSE è destinato ad accogliere gli impianti tecnologici ed elettromeccanici da interno (gruppi trasformatori, gruppi di conversione, celle filtro, celle dei SA, quadro celle extrarapidi, quadri di comando e controllo, quadro batteria ecc.).

Esso è previsto con una pianta rettangolare e sarà realizzato con strutture portanti e tamponature perimetrali gettate in opera; la ripartizione interna prevede gli ambienti di seguito elencati:

<sup>1</sup> Linea ferroviaria Foggia - Potenza

<sup>2</sup> Linea ferroviaria Rocchetta S.A.L. – Gioia del Colle

- Sala quadri
- Sala Alimentatori;
- Cella raddrizzatore gruppo A
- Cella raddrizzatore gruppo B
- Locale trasformatore di gruppo A
- Locale trasformatore di gruppo B
- Sala quadri MT;
- locale servizi igienici

A servizio del fabbricato saranno realizzati gli impianti di alimentazione idrica e di smaltimento delle acque chiare e nere. L'edificio inoltre verrà circondato, al proprio esterno, da un marciapiede di servizio, al di là del quale si estenderà il piazzale all'aperto vero e proprio.

Oltre al fabbricato principale di Conversione, sarà realizzato un ulteriore fabbricato, con le medesime caratteristiche costruttive del fabbricato di Conversione, destinato al contenimento delle apparecchiature dell'Ente Fornitore dell'energia elettrica e le apparecchiature per la contabilizzazione dell'energia fornita.

L'intera area delle SSE, con tutti gli impianti, strutture ed apparecchiature in essa contenuti, sarà protetta dai guasti elettrici mediante un apposito impianto di messa a terra, essenzialmente costituito da un dispersore orizzontale a rete magliata, collocato al di sotto del piano di calpestio integrato con opportuni dispersori verticali.

Per maggiori dettagli circa l'impianto di terra si rimanda agli specifici elaborati grafici ed alle relazioni di calcolo dell'impianto di terra.

Le aree interessate dai lavori saranno consegnate all'Appaltatore parzialmente predisposte ad accogliere le SSE, ma da rifinire e prive di recinzione esterna. L'impresa appaltatrice dei lavori dovrà quindi realizzare, insieme alle altre opere, le varie tipologie di pavimentazione previste per il piazzale, alcuni interventi relativi alla viabilità esterna, piccole opere accessorie e la recinzione perimetrale suddetta. Quest'ultima sarà formata con elementi prefabbricati in cemento del tipo a spadoni.

L'accesso al piazzale di SSE sia da parte degli agenti addetti alla manutenzione che dai veicoli di servizio sarà reso possibile attraverso cancelli metallici da integrare nella recinzione a spadoni posta a delimitazione del piazzale.

In definitiva, per la costruzione delle nuove SSE, si dovranno eseguire le essenzialmente le opere civili di seguito elencate:

- scavi e movimenti di terra per la sistemazione dell'area, ed interventi di raccordo e rifinitura della viabilità d'accesso al piazzale;
- costruzione del fabbricato di Conversione;
- costruzione del fabbricato misure;
- realizzazione del dispersore di terra magliato;

- costruzione dei basamenti per il sostegno e fondazione dei pali dei sezionatori aerei di 1a fila e dei sostegni per le apparecchiature d'illuminazione;
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi MT e bt interni ed esterni ai fabbricati, destinati all'alimentazione dei circuiti elettrici nonché al comando e controllo dei sezionatori 3kV c.c., telefonia di servizio, telecomando ecc.;
- costruzione delle canalizzazioni per i cavi del negativo;
- realizzazione degli impianti di scarico delle acque bianche e dei chiusini e caditoie per lo smaltimento delle acque piovane;
- realizzazione della fossa settica;
- realizzazione degli impianti di alimentazione idrica;
- realizzazione della recinzione a spadoni e dei cancelli d'accesso;
- sistemazione e pavimentazione del piazzale (zone pedonali, zone carrabili);
- effettuazione delle prove, verifiche e collaudi, previsti sia dagli elaborati di progetto che dalla legislazione in vigore per le opere civili.

Saranno infine da realizzare, nell'allestimento dell'intero impianto, i normali arredi di SSE nonché gli impianti ed attrezzature varie per la manutenzione e per l'estinzione manuale degli incendi.

Le caratteristiche geometriche del fabbricato di SSE sono desumibili dagli specifici elaborati di progetto; si riportano di seguito, a titolo indicativo, la tipologia di piante e prospetti.

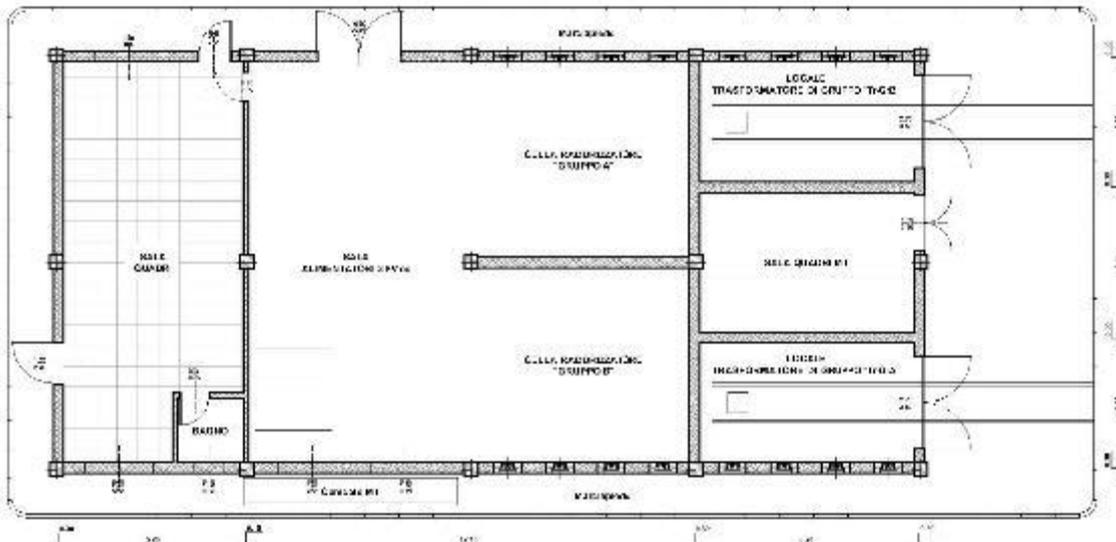


Figura 3 – pianta piano terra fabbricato SSE

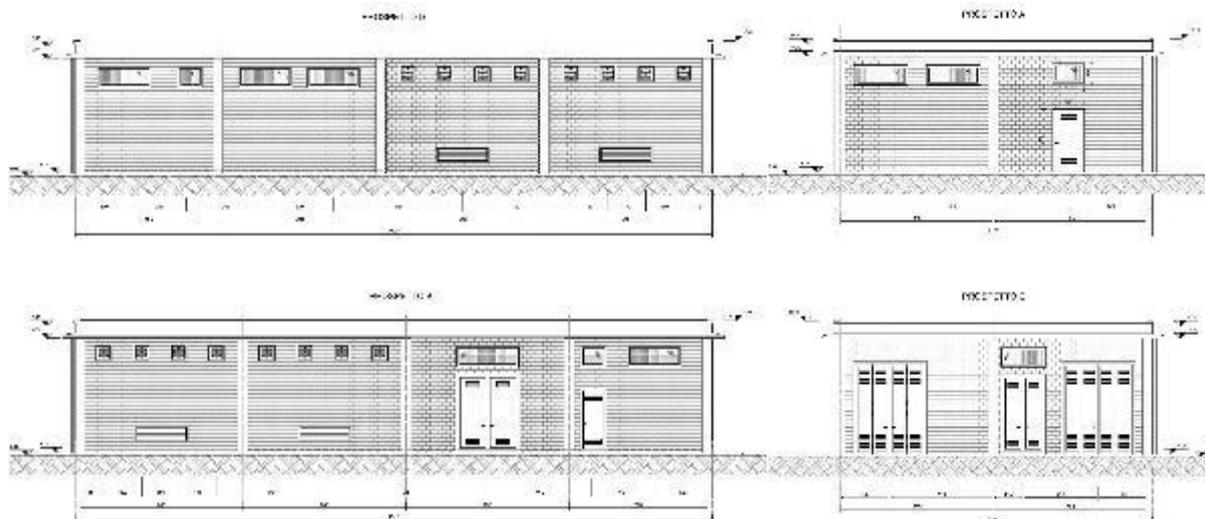


Figura 4 – prospetti fabbricato SSE

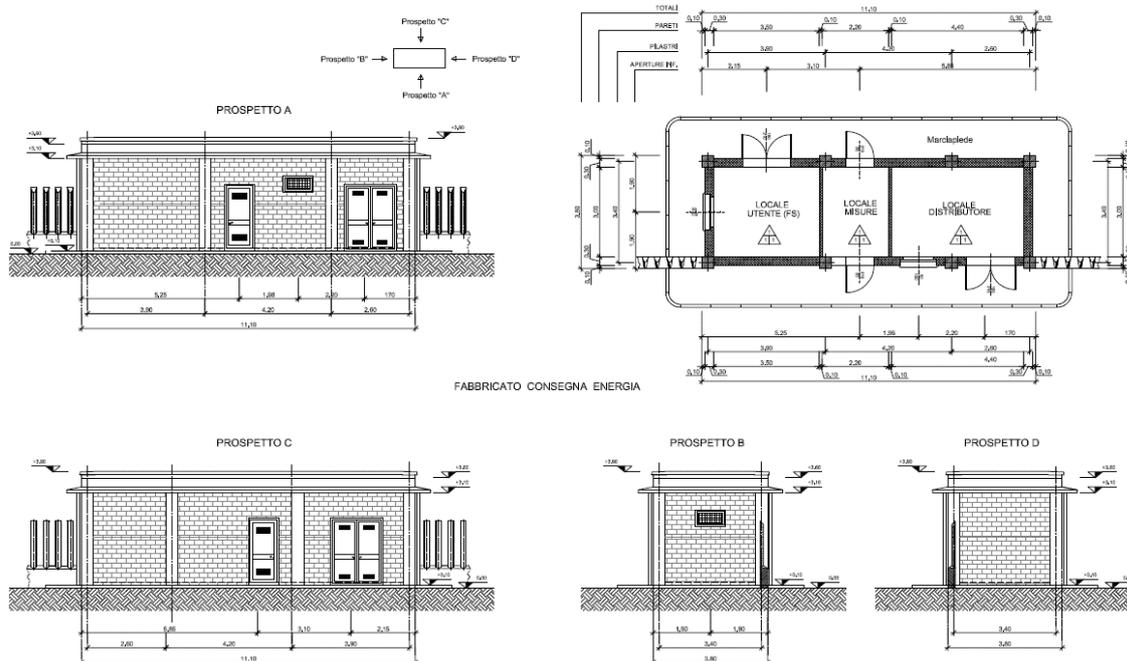


Figura 5 – fabbricato ENEL

SSE di Ascoli Satriano

L'intervento comprende la realizzazione della nuova SSE di Ascoli Satriano. Esso sarà realizzato su un'area di estensione di circa 1270 m2 e quota circa +197 m s.l.m.

L'accesso all'area di SSE avverrà dall'esistente piazzale di stazione. Essa sarà raggiungibile dalla Strada Provinciale SP99, in prossimità dell'incrocio con la Strada Provinciale SP105. Dalla strada provinciale SP105, tramite il raccordo stradale esistente, è possibile raggiungere la Strada Statale SS655 in corrispondenza dell'uscita "Ascoli S. Nord".

Più dettagliatamente, il piazzale risulta ubicato a quota +197.28m slm e ha una forma rettangolare con una risega lato ferrovia, per un ingombro complessivo pari a 57.76x22.04m (compresi i muri di recinzione) come mostrato nell'elaborato IA4J11E78PAFA0100001A.

L'area tecnica è chiusa e recintata attraverso muri di recinzione. Il muro di recinzione cinge l'area sui due lati lunghi per uno sviluppo complessivo di 116.99 m e lungo i lati corti per uno sviluppo rispettivamente pari a 22.04m lato Est e pari a 23.32m lato Ovest, con cancello di ingresso della larghezza di 5.60m. Il muro di recinzione ha una fondazione continua lungo il perimetro del muro, di spessore 0.60m ed altezza 0.70m. In elevazione il muro si sviluppa 1.30 metri sopra il finito piazzale con uno spessore di 0.30 metri per i primi 0.60 metri e poi si rastrema a 0.28 metri per i prossimi 0.70 metri. Sopra il muro è posizionata una recinzione in barre d'acciaio zincato di altezza rispetto all'estradosso paramento pari a 1.65m posti ad un interasse di 25.5cm. All'area tecnica si accede attraverso un cancello metallico avente le seguenti caratteristiche: larghezza pari a 5.60m e altezza pari a 2.70m.

Tutto il piazzale a quota +197.28m slm è pavimentato con pavimentazione stradale s=0.30m.

L'area tecnica è raggiungibile a partire dalla strada provinciale SP99, a cui si collegherà attraverso un tratto di viabilità da realizzare.

Per tutto ciò che concerne lo smaltimento delle acque meteoriche, si rimanda a quanto indicato nella "Planimetria idraulica" IA4J11E78PZID0102001A.

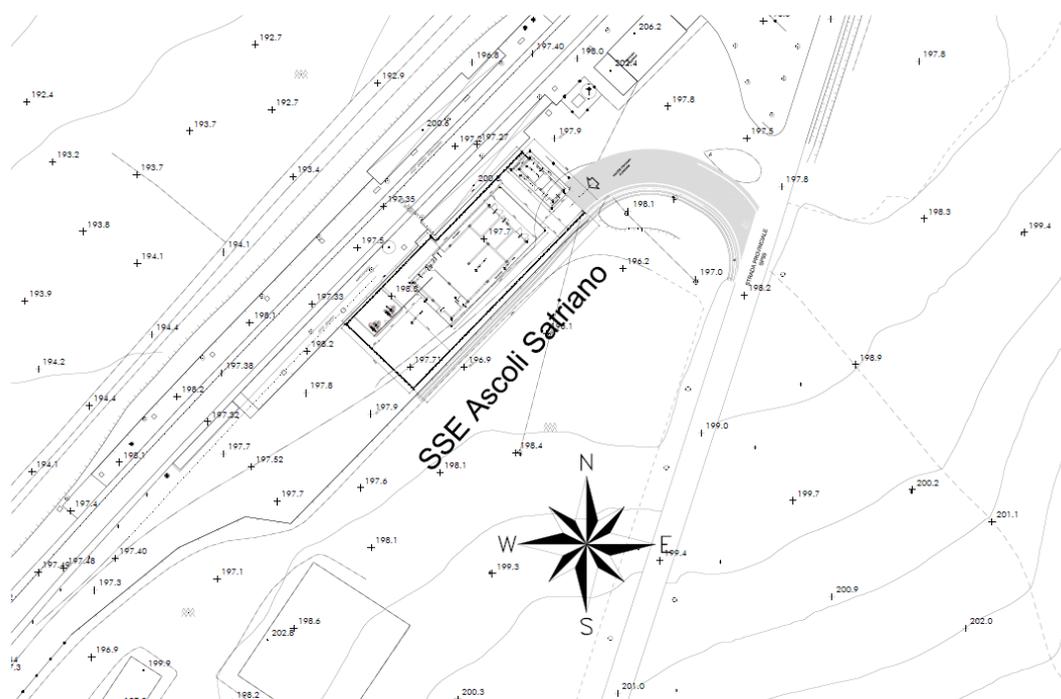


Figura 6 – SSE di Ascoli Satriano

La figura seguente mostra uno stralcio dello schema TE da cui è possibile desumere l’inserimento della SSE nell’architettura di alimentazione.

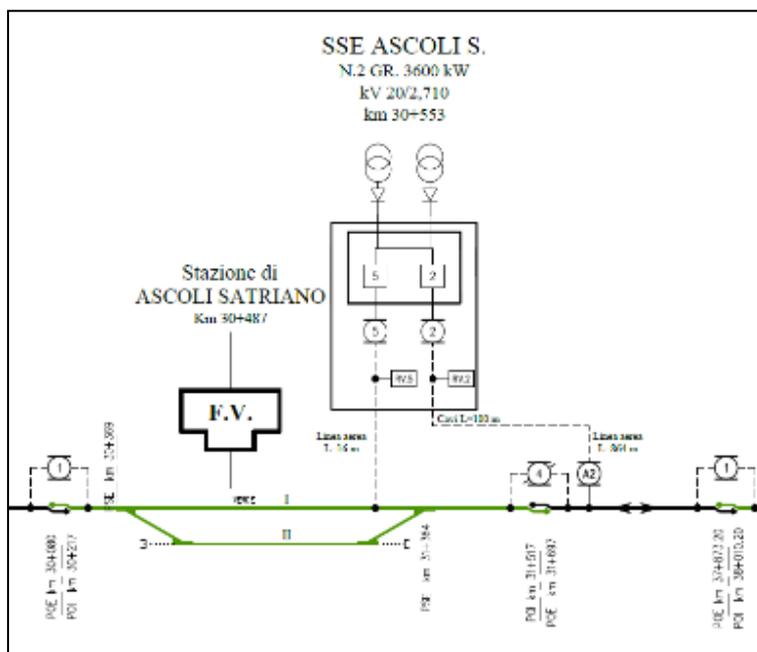


Figura 7 – stralcio schema TE – SSE Ascoli Satriano

Il fabbricato di SSE, ubicato nel comune di Ascoli Satriano (FG), alla latitudine 41,22° Longitudine: 15,54° (le coordinate si riferiscono al piazzale di Ascoli Satriano, che ospiterà questo fabbricato), è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 25.50 x 12.50 m, è costituita da un telaio spaziale mono livello con copertura piana costituita da due campate in direzione longitudinale di luce pari a 5.50 m e quattro campate in direzione trasversale.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a. In particolare, i pilastri hanno dimensioni in pianta 0.50m x 0.40m, le travi perimetrali e del telaio di spina hanno dimensioni 0.40m x 0.50m, invece le travi interne trasversali sono a spessore di solaio con dimensioni 0.60m x 0.26m.

Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione trasversale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 26 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 18 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto, costituite da un reticolo di travi a T rovesce di altezza 1.20m con suola di base 1.10m e spessore 0.35m.

Il fabbricato Enel è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 11.00 x 3.70 m, un telaio spaziale mono livello con copertura piana costituita da una campata in direzione longitudinale di luce pari a 2.90 m e tre campate in direzione trasversale di luce rispettivamente 3.60 m, 3.90 m e 2.30 m.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a. In particolare, i pilastri di vertice hanno dimensioni in pianta 0.30m x 0.40m, mentre i restanti hanno dimensioni in pianta 0.30m x 0.30m. Le travi in elevazione hanno dimensioni 0.30m x 0.30m.

Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione trasversale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 20 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 12 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto: le travi perimetrali presentano una sezione a T rovescia di altezza 0.60 m con suola di base 0.80 m e spessore 0.30 m. Le travi trasversali interne hanno sezione 0.60 m x 0.55 m.

#### SSE di San Nicola di Melfi

L'intervento comprende tutte le attività di realizzazione della nuova SSE di S. Nicola di Melfi. Esso sarà realizzato su un'area di estensione di circa 1400 m<sup>2</sup> e quota +203 m s.l.m.

L'accesso all'area di SSE avverrà dalla Strada Provinciale SP111 "Madama Laura", in prossimità dell'esistente piazzale di stazione. Dalla strada provinciale SP111, tramite il raccordo stradale esistente, è possibile raggiungere la Strada Statale SS655 in corrispondenza dell'uscita "Melfi, Potenza, Zona industriale nord".

Il piazzale risulta ubicato a quota +203.00m s.l.m ed ha una forma rettangolare con una risega lato ferrovia, per un ingombro complessivo pari a 81.74x20.82m (compresi i muri di recinzione) come mostrato nell'elaborato IA4J11E78PAFA0200001A.

L'area tecnica è chiusa e recintata attraverso muri di recinzione. Il muro di recinzione cinge l'area sui due lati lunghi per uno sviluppo rispettivamente pari a 81.74m lato Nord e pari a 67.02m lato Sud, con cancello di ingresso della larghezza di 5.60m e lungo i lati corti per uno sviluppo complessivo di 26.60m. Il muro di recinzione ha una fondazione continua lungo il perimetro del muro, di spessore 0.60m ed altezza 0.70m. In elevazione il muro si sviluppa 1.30 metri sopra il finito piazzale con uno spessore di 0.30 metri per i primi 0.60 metri e poi si rastrema a 0.28 metri per i prossimi 0.70 metri. Sopra il muro è posizionata una recinzione in barre d'acciaio zincato di altezza rispetto all'estradosso paramento pari a 1.65m posti ad un interasse di 25.5cm. All'area tecnica si accede attraverso un cancello metallico avente le seguenti caratteristiche: larghezza pari a 5.60m e altezza pari a 2.70m.

Tutto il piazzale a quota +203.00m s.l.m è pavimentato con pavimentazione stradale s=0.30m.

L'area tecnica è raggiungibile a partire da una strada secondaria e un allargamento che si fa alla strada al lato ovest del cancello metallico.

Per tutto ciò che concerne lo smaltimento delle acque meteoriche, si rimanda a quanto indicato nella "Planimetria idraulica" IA4J11E78PZID0202001A.

Il fabbricato di SSE, ubicato a San Nicola di Melfi, frazione del Comune di Melfi (PZ), alla latitudine 41,07° Longitudine: 15,68° (le coordinate si riferiscono al piazzale San Nicola Melfi, che ospiterà questo fabbricato), è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 25.50 x 12.50 m, è un telaio spaziale monolivello con copertura piana costituita da due campate in direzione longitudinale di luce pari a 5.50 m e quattro campate in direzione trasversale, rispettivamente 5.70m, 6.50m, 6.50m, 6.70 m.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a.

In particolare, i pilastri hanno dimensioni in pianta 0.50m x 0.40m, le travi perimetrali e del telaio di spina hanno dimensioni 0.40m x 0.50m, invece le travi interne trasversali sono a spessore di solaio con dimensioni 0.60m x 0.26m.

Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione trasversale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 26 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 18 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto, costituite da un reticolo di travi a T rovesce di altezza 1.20m con suola di base 1.10m e spessore 0.35 m.

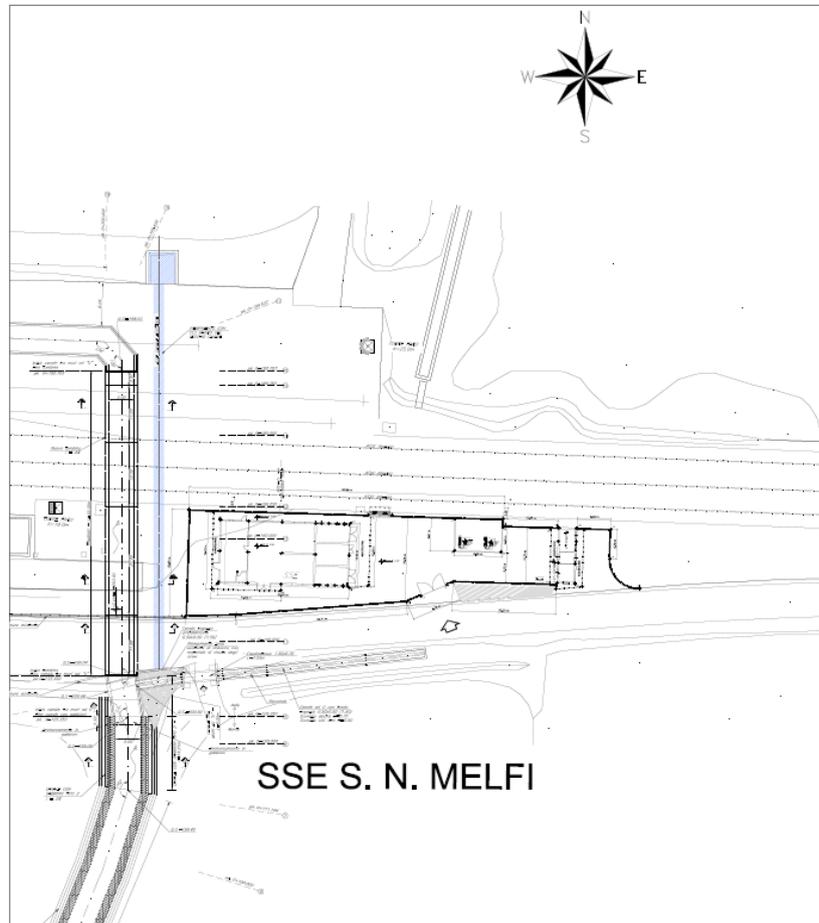
Il fabbricato ENEL è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 11.00 x 3.70 m, è un telaio spaziale monolivello con copertura piana costituita da una campata in direzione longitudinale di luce pari a 2.90 m e tre campate in direzione trasversale, rispettivamente 3.60m, 3.90m, 2.30m.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a. In particolare, i pilastri di vertice hanno dimensioni in pianta 0.30m x 0.40m, mentre i restanti hanno dimensioni in pianta 0.30m x 0.30m. Le travi in elevazione hanno dimensioni 0.30m x 0.30m.

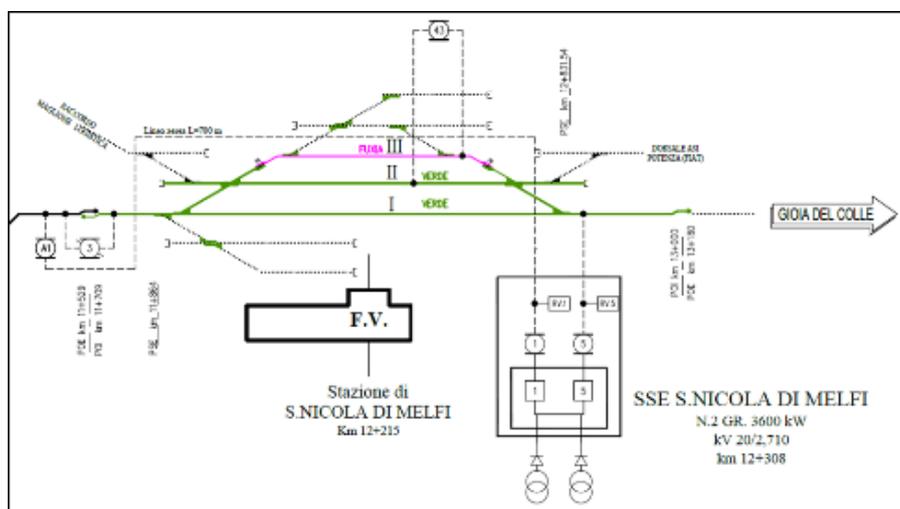
Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione trasversale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 20 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 12 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto: le travi perimetrali presentano una sezione a T rovescia di altezza 0.60 m con suola di base 0.80 m e spessore 0.30 m. Le travi trasversali interne hanno sezione 0.60 m x 0.55 m.



*Figura 8 – SSE di San Nicola di Melfi*

La figura seguente mostra uno stralcio dello schema TE da cui è possibile desumere l’inserimento della SSE nell’architettura di alimentazione



*Figura 9 – stralcio schema TE – SSE di San Nicola di Melfi*

### 2.3.3 Costituzione della Cabina di Trazione Elettrica di PM Cervaro

#### Opere Elettromeccaniche

La Cabina TE (asse fabbricato) sarà dislocata lungo la linea Foggia Potenza come indicato in tabella:

Cabine TE	ASSE Fabbricato CAB TE
Cabina TE PM Cervaro	<i>km 8+014</i>

Trattandosi di un impianto di protezione amperometrica delle LdC, l'equipaggiamento elettrico della Cabina sarà costituito essenzialmente da apparecchiature a 3kV c.c.

In particolare, gli impianti saranno provvisti di un sistema di sbarre a 3kV c.c., dal quale sono derivati gli interruttori automatici extrarapidi (installati all'interno delle UFA), nonché dai sezionatori aerei a 3kV da palo, collegati ai suddetti interruttori mediante cavi ed alle LdC mediante condutture aeree.

In particolare, l'attrezzaggio tecnologico sarà costituito essenzialmente da:

- Quadro 3 kVcc di distribuzione e protezione della linea di contatto 3kVcc (costituito dalle seguenti Unità Funzionali: Alimentatore, Quadro del negativo);
- Parco 3 kVcc all'aperto (costituito dai sezionatori a corna a 3kVcc installati su palo);
- Quadro di gestione degli impianti elettromeccanici di Cabina TE.

In ogni caso, gli impianti in progetto saranno provvisti dei seguenti impianti accessori:

- impianti di allacciamento telefonico e di alimentazione elettrica;
- un trasformatore d'isolamento che garantisce la separazione galvanica della rete elettrica esterna bt, dai circuiti a 3kVcc;
- un sistema di apertura generale;
- un impianto di illuminazione del piazzale;
- un impianto d'illuminazione del fabbricato;
- un impianto citofonico ed apri porta, a servizio dei cancelli d'accesso;
- un impianto anti-intrusione nel fabbricato di Cabina TE;
- un impianto, all'interno del fabbricato/box metallico, di rilevazione incendio;
- un insieme di cartelli, targhe di riferimento e monitorie.

#### Cabina TE di PM Cervaro

L'intervento comprende tutte le attività di realizzazione della nuova Cabina TE di PM Cervaro. Esso sarà realizzato su un'area di estensione di circa 1520 mq e quota +77 m s.l.m.

L'accesso all'area di cabina avverrà attraverso una nuova viabilità di raccordo – già realizzata a cura di altro appalto - che si ricollega alla piazzetta di Borgo Cervaro. Da tale piazzetta, percorrendo la viabilità locale per circa 4,5 km,

sarà possibile raggiungere la Strada Provinciale SP105. Dalla strada provinciale SP105, è possibile raggiungere la Strada Statale Adriatica SS16 in prossimità dello svincolo in direzione Autostrada “Napoli-Canosa”.

Il piazzale risulta ubicato a quota +76.31m slm ed ha una forma trapezoidale con una risega lato ferrovia, per un ingombro complessivo pari a 50.72x27.20m (compresi i muri di recinzione) come mostrato nell’elaborato IA4J11E78PAFA0300001A.

L’area tecnica è chiusa e recintata attraverso muri di recinzione. Il muro di recinzione cinge l’area sui due lati lunghi per uno sviluppo complessivo di 98.72 m e lungo i lati corti per uno sviluppo rispettivamente pari a 17.26m lato Nord e pari a 27.20m lato Sud, con cancello di ingresso della larghezza di 6.45m. Ci sono due diverse tipologie di muri di recinzione: muro tipo 1 (lato Nord, Sud, Est) e muro tipo 2 (lato Ovest).

Il muro tipo 1 ha una fondazione continua lungo il perimetro del muro, di spessore 0.60m ed altezza 0.70m. In elevazione il muro si sviluppa 1.30 metri sopra il finito piazzale con uno spessore di 0.30 metri per i primi 0.60 metri e poi si rastrema a 0.28 metri per i prossimi 0.70 metri. Sopra il muro è posizionata una recinzione in barre d’acciaio zincato di altezza rispetto all’ estradosso paramento pari a 1.65m posti ad un interasse di 25.5cm. All’area tecnica si accede attraverso un cancello metallico scorrevole avente le seguenti caratteristiche: larghezza pari a 6.45m e altezza pari a 2.90m.

Il muro tipo 2 ha una fondazione a L e continua lungo il perimetro del muro con platea di fondazione larga 1.7 m e spessore 0.40m e altezza 1.58m spessore 0.4m. Il tratto fuori terra è pari 0.6m. al di sopra del muro gettato in opera è collocato un pannello prefabbricato di dimensioni 0.70m\*0.28m su cui è posizionata la medesima recinzione del muro tipo1. Tale geometria del muro è necessaria al fine di sostenere il rilevato del piazzale di Cervaro.

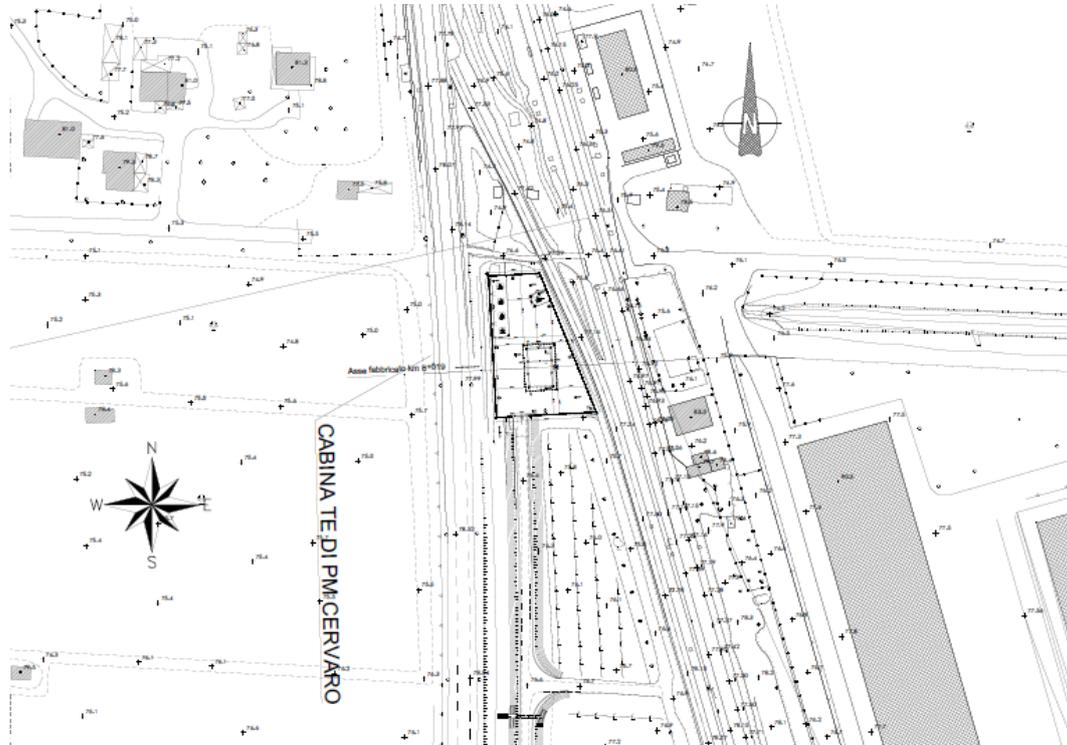
Tutto il piazzale a quota +76.31m slm è pavimentato con pavimentazione stradale s=0.30m. Per tutto ciò che concerne lo smaltimento delle acque meteoriche, si rimanda a quanto indicato nella “Planimetria idraulica” IA4J11E78PZID0302001A.

Il fabbricato di Cabina TE, ubicato in località Borgo Cervaro a Foggia, alla latitudine 41,24° Longitudine: 15,35°, è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce. La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 13.25 x 8.20 m, è un telaio spaziale monolivello con copertura piana costituito da una campata in direzione longitudinale di luce pari a 7.40 m e tre campate in direzione trasversale rispettivamente 4.50m, 4.25m, 4.50m.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a. In particolare, i pilastri hanno dimensioni in pianta 0.50m x 0.40m, le travi perimetrali (trasversali e longitudinali) e interne hanno dimensioni 0.40m x 0.50m.

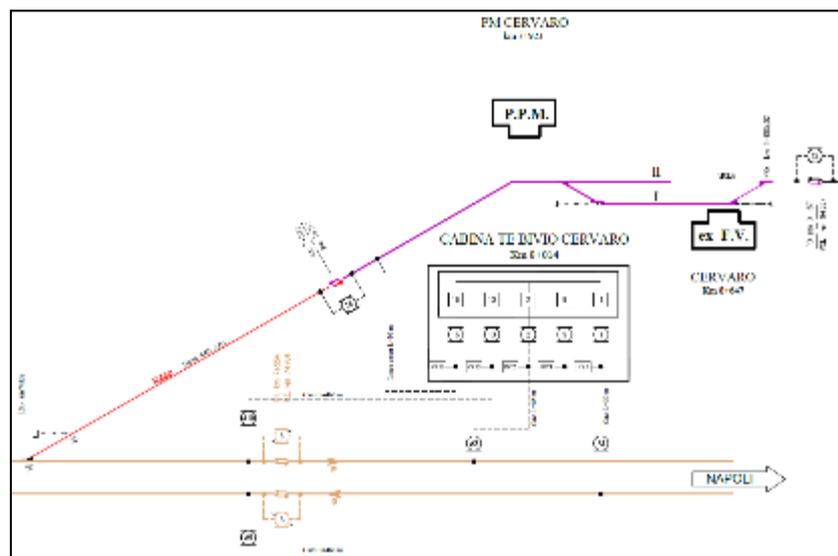
Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione longitudinale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 20 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 12 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto, costituite da un reticolo di travi a T rovesce di altezza 1.20m con suola di base 1.00m e spessore 0.35m



*Figura 10 – Cabina TE di PM Cervaro*

La figura seguente mostra uno stralcio dello schema TE da cui è possibile desumere l’inserimento della SSE nell’architettura di alimentazione.



*Figura 11 – stralcio schema TE – cabina TE di PM cervaro*

### 2.3.4 Impianto di telecomando

Gli impianti della Trazione Elettrica dell'intera tratta da elettrificare Foggia – Potenza e Rocchetta S.A.L.-S. Nicola di Melfi, saranno gestiti in telecomando dal Posto Centrale DOTE di Bari in analogia con tutti gli altri impianti TE del Compartimento di Bari.

Sulle tratte in questione saranno presenti complessivamente i seguenti impianti TE:

- N° 9 stazioni piccole;
- N° 2 stazioni medie - Rocchetta e Potenza C.le (già elettrificata);

ed inoltre

- N° 3 Cabine TE;
- N° 4 Sottostazioni Elettriche.

Si precisa inoltre che gli interventi di adeguamento del Posto Centrale DOTE di Bari Lamasinata sono a previsti a cura di RFI e pertanto esulano dal presente intervento. Rimangono inoltre a cura di RFI tutti gli interventi di fornitura, posa e configurazione degli apparati periferici per il telecomando e dei Nodi Locali TLC (NLT).

### 2.4 **Fondazioni per pali “LSU”**

Nella presente sezione si focalizza, in estrema sintesi (rinviando per i dovuti dettagli agli elaborati specialistici), l'analisi che ha condotto alla definizione delle carpenterie di fondazione dei blocchi palo per i sostegni “LSU” di piena linea e di stazione, da adottare nell'ambito dell'intervento di elettrificazione della tratta Cervaro-Rocchetta-S. Nicola di Melfi.

Il progetto dei blocchi di fondazione è stato sviluppato in accordo al Capitolato Tecnico TE RFI ed. 2014, verificando l'impiego dei blocchi standard nelle effettive condizioni di utilizzo.

Dallo studio della linea oggetto dell'intervento, in considerazione del fatto che la sua costruzione è risalente alla fine '800, è emerso però che l'applicazione dei blocchi Tipologici standard presenta diverse criticità, di seguito rappresentate:

- i rilevati ferroviari esistenti mostrano parametri meccanici di resistenza inferiori alle prescrizioni presenti nel Capitolato Tecnico RFI;
- la piattaforma del corpo ferroviario ha standard e caratteristiche geometriche diverse da quelle adottate attualmente da RFI, che prevedono la larghezza della piattaforma per singolo binario pari a 8.40 m;
- la presenza di canalizzazioni per cavi e canalizzazioni idrauliche, che interferiscono con i blocchi di fondazione dei sostegni.

Pertanto, in ragione di quanto sopra esposto è stato necessario fare ricorso all'utilizzo di blocchi differenti dai tipologici RFI.

In particolare, è risultato necessario definire un nuovo blocco standard, attraverso:

- lo studio del contesto geotecnico della linea, con riferimento sia al corpo del rilevato ferroviario, sia ai primi 10 m del terreno dal piano campagna;

- l'analisi delle Specifiche Tecniche RFI, con particolare riferimento ai criteri generali di verifica delle fondazioni dei sostegni per blocchi palo LSU;
- l'analisi delle verifiche geotecniche sui blocchi standard con riferimento alle tipologie più ricorrenti nella linea in oggetto;
- la verifica dell'impiego del blocco Tipologico standard sulla base del contesto geometrico, in funzione delle sue dimensioni e delle dimensioni della piattaforma ferroviaria esistente;
- la valutazione degli aspetti di inapplicabilità del blocco Tipologico standard e la definizione di una nuova tipologia di blocco.

#### 2.4.1 Parametri meccanici caratteristici dei terreni

Sulla base della campagna di indagini geognostiche effettuate, si è potuto caratterizzare la linea, sia in riferimento al corpo del rilevato ferroviario, che ai primi metri da piano campagna, con un'unica terna di valori dei parametri meccanici caratteristici (Angolo di attrito interno, Coesione efficace e Peso dell'unità di volume), in considerazione dei seguenti fattori:

- la campagna di sondaggi geognostici effettuati, sia verticali che orizzontali nel corpo del rilevato, mostra valori medi sostanzialmente uniformi;
- essendo una linea storica (la sua costruzione risale all'inizio del '900), è presumibile che i terreni con cui sono stati realizzati i rilevati derivino dagli scavi effettuati nelle immediate vicinanze;

Nella tabella di seguito riportata sono indicati i valori medi dei parametri caratteristici di calcolo dei terreni desunti dalla campagna di indagini:

<b>LOTTO 1.2 FG-PZ</b>	
<b>PARAMETRI CARATTERISTICI DI CALCOLO DEI TERRENI</b>	
Angolo di attrito interno	$\phi' = 22^\circ$
Coesione efficace	$c' = 10\text{kPa}$
Peso dell'unità di volume	$\gamma' = 19\text{ kN/m}^3$

Dall'analisi dei suddetti valori caratteristici, si evince che essi risultano inferiori a quelli prescritti dal succitato capitolato RFI.

#### 2.4.2 Blocchi di fondazione standard per sostegni tipo "LSU"

Le specifiche RFI definiscono i criteri di calcolo e verifica dei blocchi di fondazione per pali LSU di piena linea Dis. RFI E64864c Per l'impiego dei blocchi di fondazione e delle relative armature si rimanda al documento RFI Dis. RFI E64864c.

In considerazione del fatto che le caratteristiche meccaniche dei terreni inerenti al corpo del rilevato ferroviario risultano essere difformi dalle indicazioni contenute nelle specifiche citate, si è proceduto pertanto ad effettuare nuove verifiche geotecniche per i blocchi secondo i criteri definiti nel Capitolato TE RFI.

Verifica del blocco standard nel contesto geotecnico

Aspetti di inapplicabilità del blocco Tipologico standard

Dalle analisi condotte sui due blocchi standard, che dal piano di elettrificazione risultano essere di maggior impiego (blocco B3 e blocco B3a) ed effettuate con i criteri di calcolo indicati nella Specifica RFI con l'attribuzione dei parametri meccanici dei terreni risultati dalla più recente campagna di indagine, è emerso che, per le verifiche a scorrimento ed a carico limite, i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti non soddisfano i valori minimi richiesti dalla normativa.

Tale criticità è da ricercare nelle scarse caratteristiche geomeccaniche dei terreni lungo linea. Infatti, come già descritto in precedenza, i valori caratteristici dei parametri di resistenza del rilevato ferroviario esistente risultano essere inferiori a quelli prescritti dal capitolato RFI.

Si vuole inoltre osservare che, anche modificando la carpenteria del blocco di fondazione standard aumentandone le dimensioni del lato parallelo ai binari (anche fino a 10 m), le verifiche non risultano soddisfatte. Infatti, aumentando tale dimensione aumenta anche la spinta destabilizzante del ballast.

Si evidenzia, altresì, che aumentare la dimensione del blocco di fondazione nel lato parallelo al binario non risulta comunque conveniente, in quanto, ai fini dell'esercizio ferroviario, non si ritiene accettabile aprire uno scavo di dimensioni così rilevanti in prossimità del binario, senza, peraltro, prevedere opere di sostegno o addirittura monitorarne eventuali cedimenti.

D'altra parte, non si ritiene neppure conveniente aumentare la dimensione del blocco nel lato ortogonale al binario, in quanto il plinto, nel caso di rilevato, "uscirebbe" al di fuori del corpo dello stesso, mentre, nel caso in trincea, per poter essere realizzato necessiterebbe di scavi più ampi, con la conseguenza di dover prevedere onerose opere di sostegno.

Verifica del blocco standard nel contesto geometrico della linea esistente

Piattaforma ferroviaria esistente – aspetti di inapplicabilità del blocco standard

Le lavorazioni per la realizzazione dell'elettrificazione della linea esistente non prevedono interventi sul sedime ferroviario ad eccezione degli scavi per la posa dei blocchi dei pali TE e del ripristino dei collegamenti, ove necessario, dei fossi di guardia in modo da garantire la continuità idraulica.

La linea ferroviaria risulta essere stata realizzata secondo un progetto antecedente il 1900; la piattaforma del corpo ferroviario presenta, pertanto, caratteristiche geometriche diverse dagli standard adottati attualmente da RFI, che prevedono una larghezza della piattaforma di 8.40m. Si veda in proposito la figura seguente.

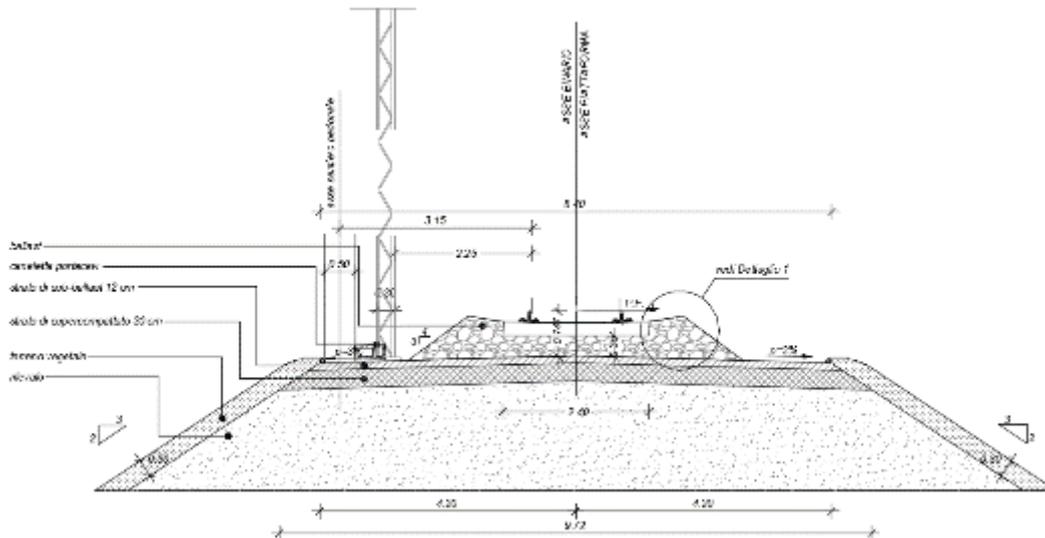


Figura 12 - RFI Manuale di Progettazione – Sezione tipo in rilevato per singolo binario

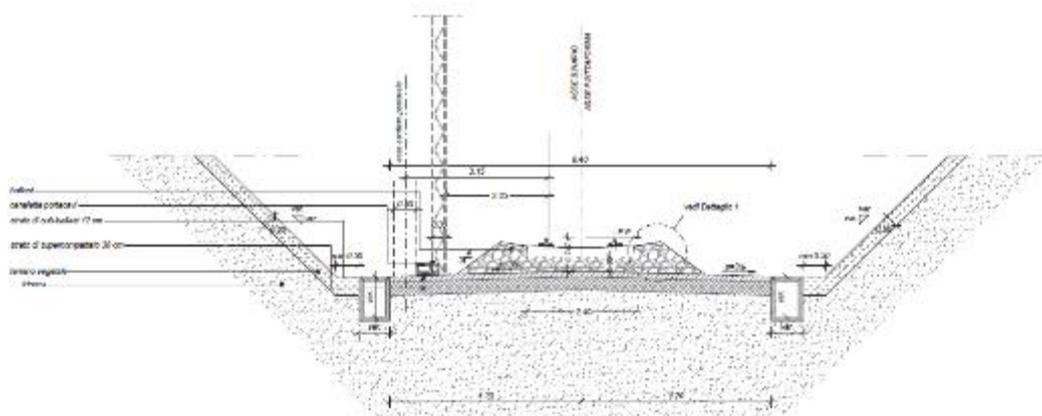


Figura 13 - RFI Manuale di Progettazione – Sezione tipo in trincea per singolo binario

I rilievi effettuati ai fini della redazione del Progetto Esecutivo e i sopralluoghi effettuati lungo linea hanno evidenziato, invece, una larghezza della piattaforma esistente inferiore allo standard RFI; in particolare nella tratta Cervaro-Candela la larghezza della piattaforma è all'incirca pari a 5,50 m, sia in trincea che in rilevato, mentre nella tratta Candela-Rocchetta la larghezza della piattaforma è all'incirca pari a 5,00 m, sia in trincea che in rilevato; si vedano in proposito le seguenti figure.

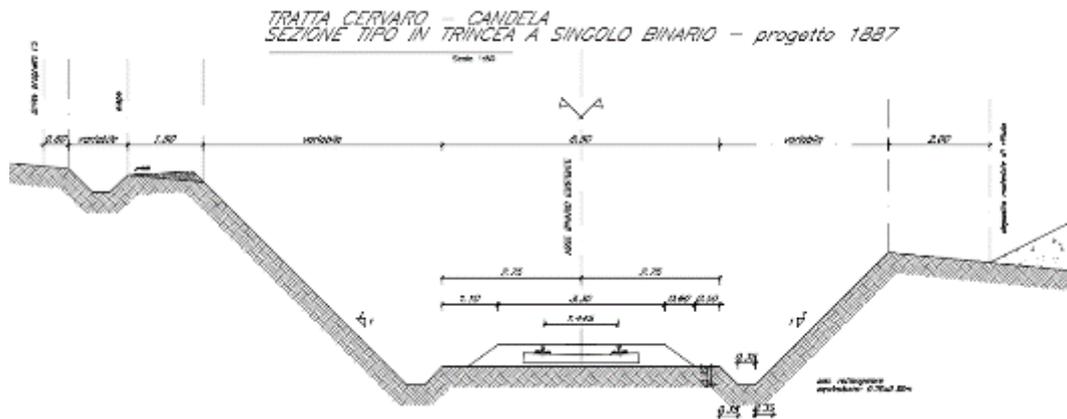


Figura 14 - Tratta Cervaro-Candela – Sezione tipo esistente in trincea singolo binario

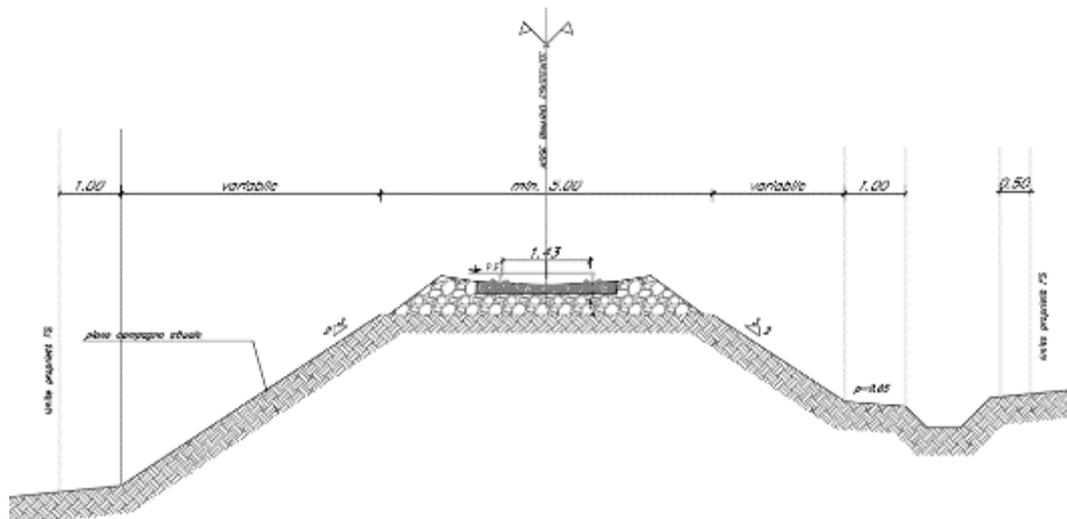


Figura 15 - Tratta Candela-Rochetta – Sezione tipo esistente in rilevato singolo binario

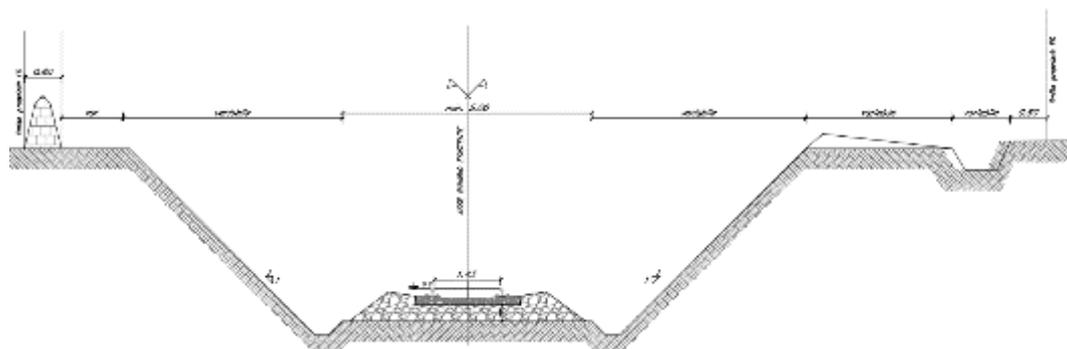


Figura 16 - Tratta Candela-Rochetta – Sezione tipo esistente in rilevato singolo binario

In una siffatta configurazione può risultare che i blocchi standard, per via delle loro dimensioni, possano non essere contenuti nel corpo del rilevato ferroviario, come mostra la figura seguente:

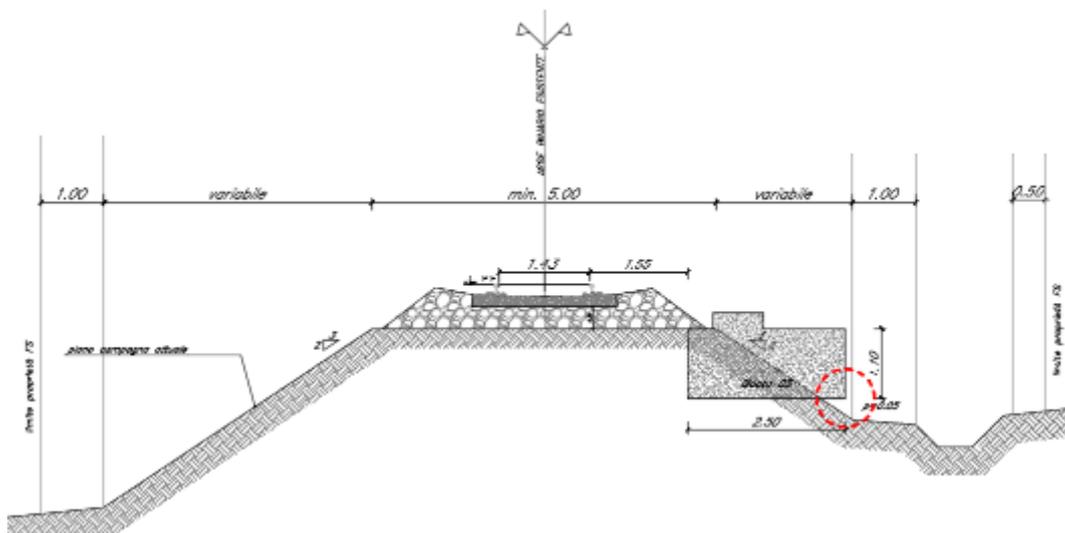


Figura 17 - Sezione tipologica esistente in rilevato – Impiego del blocco tipologico RFI B3

Diversamente, nelle sezioni in trincea, con l'impiego di blocchi standard si dovrebbe, per via delle loro dimensioni, realizzare un ampio scavo nella scarpata esistente; diversamente sarebbe necessario prevedere opere provvisorie quali palancole o paratie di micropali.

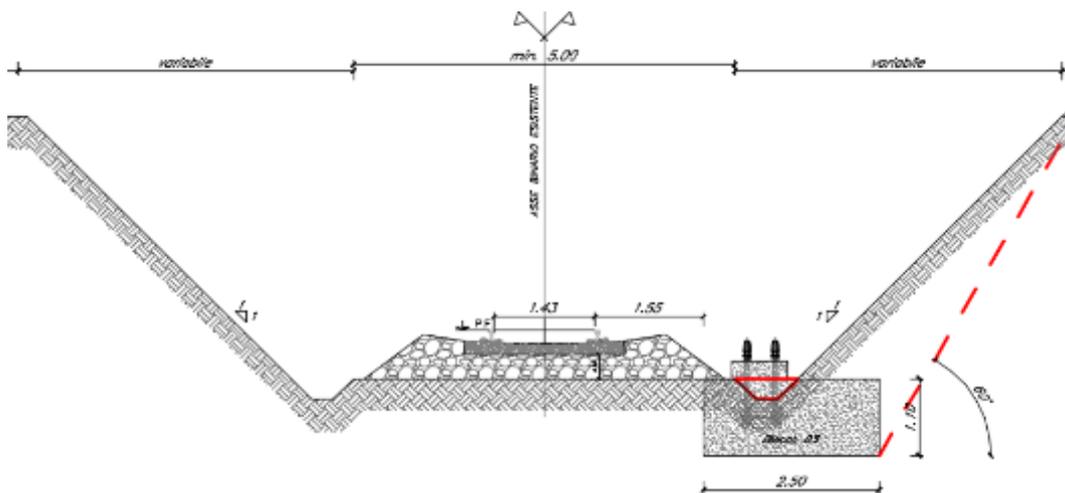


Figura 18 - Sezione tipologica esistente in trincea – Impiego del blocco tipologico RFI B3

### Interferenze esistenti – aspetti di inapplicabilità del blocco standard

Nei tratti in trincea le canalizzazioni idrauliche risultano essere interferenti con i blocchi di fondazione dei sostegni, come già mostrato nelle figure sopra riportate. Tale interferenza, vanifica l'impiego del blocco standard "tal quale" a meno di prevederne una modifica della carpenteria, approfondendo la profondità del blocco e spostando il colonnino verso l'esterno della piattaforma. Tali modifiche comporterebbero comunque l'adozione di un blocco diverso dallo standard.

Si osserva, inoltre, che anche l'impiego di un Blocco standard di tipo P (fondazioni ad ingombro ridotto) non garantirebbe comunque risultati soddisfacenti, in quanto:

- per via della loro minore base, rispetto al blocco standard, le verifiche a scorrimento non risulterebbero comunque soddisfatte;
- a causa della loro maggiore altezza, rispetto al blocco standard, oltre che aumentare la spinta destabilizzante del ballast, si avrebbe anche l'inconveniente, per alcuni versi maggiore, di approfondire lo scavo a ridosso del binario esistente.

#### 2.4.3 Analisi soluzione e nuovo tipologico

Sulla base delle problematiche relative all'utilizzo dei blocchi standard illustrate nei precedenti paragrafi, si è pertanto reso necessario adottare un nuovo tipologico di plinto di fondazione per pali LSU, da realizzarsi con fondazioni profonde attraverso l'impiego di micropali di diametro  $\varnothing 250\text{mm}$ .

La scelta dei micropali in luogo dei pali di medio diametro è stata effettuata in considerazione di un duplice aspetto:

- a) metodologia realizzativa;
- b) criteri di calcolo.

In riferimento alla metodologia realizzativa i micropali hanno il vantaggio, rispetto ai pali di medio o grande diametro, dall'essere caratterizzati da lavorazioni più "flessibili", infatti:

- sono realizzati con macchinari di dimensione ridotta, il che implica un più facile trasporto, anche lungo linea, della macchina perforatrice e una migliore manovrabilità in spazi ridotti (aspetto da apprezzare in considerazione delle caratteristiche geometriche della piattaforma esistente);
- per le ridotte dimensioni del micropalo è possibile trovare più facilmente spazi di deposito o di stoccaggio, nonché effettuare più agevolmente il trasporto lungo linea per mezzo di carri e la relativa movimentazione.

In riferimento ai criteri di calcolo (metodo di Bustamante e Doix (1985)) i micropali hanno inoltre il vantaggio:

- di non essere influenzati dalla presenza della falda;
- di adattarsi maggiormente ad una caratterizzazione della linea così estesa (circa 60km).

#### Nuovo tipologico di fondazione per pali "LSU"

Il nuovo tipologico prevede che il plinto di fondazione per pali LSU sia realizzato su tre micropali  $\varnothing 250$  armati con tubi  $\varnothing 168.3$  sp=10mm valvolati con lunghezza complessiva pari a 7.50m disposti con gli assi coincidenti con i vertici di un triangolo equilatero.

Tale tipologia di plinto presenta il vantaggio di soddisfare tutte le verifiche richieste dalla Normativa Tecnica RFI, nonché di presentare una carpenteria molto contenuta se confrontata con quella di un blocco palo standard; ciò comporta il vantaggio di comportare minori impatti sull'entità degli scavi, da realizzare, peraltro, in prossimità del binario esistente.

Per i blocchi palo LSU sono state sviluppate due distinte tipologie di plinto: una per il rilevato ed una per la trincea. Nei tratti in trincea la fondazione del palo TE e dell'eventuale Tirante a Terra è sagomata in modo da inglobare la canaletta idraulica, il cui fondo è impermeabilizzato con malta bicomponente elastica a base cementizia, spessore min. 2 mm - tipo Mapelastic, e coperta con beola in calcestruzzo. La canaletta idraulica si raccorda al fosso di guardia esistente mediante un manufatto a sezione trapezia in calcestruzzo armato, da realizzarsi nell'ambito della posa del blocco di fondazione.

È altresì possibile alloggiare, in corrispondenza del palo T.E., la canaletta porta-cavi di larghezza pari a 0,50 m e protetta da una veletta parabalast, di altezza non inferiore a 0,70 m min. e di spessore pari a 0,15 m (con la funzione di contenimento locale del ballast, in particolare nei casi di binario in curva).

L'inserimento dei blocchi di fondazione sulla sede ferroviaria esistente ha comportato anche:

- la previsione dei necessari raccordi fra la canaletta idraulica e il fosso di guardia;
- la deviazione della cunetta/fossa idraulica in corrispondenza dei blocchi di portale;
- l'eventuale realizzazione delle velette parabalast o delle velette di contenimento della scarpata sui blocchi di fondazione dei portali;
- la posa di 4 m di canaletta portacavi con fondo rialzato per l'intera estensione longitudinale dei blocchi di fondazione oltre a 4,00 m necessari raccordi alla dorsale in corrispondenza di ogni blocco di fondazione di tratta

Nelle seguenti figure viene riportato il tipologico di fondazione per la sezione in rilevato per pali da LSU 14 a LSU 22 e il tipologico di fondazione per la sezione in trincea per pali da LSU 14 a LSU 22. Per i pali LSU 24 è stata sviluppata una carpenteria del tutto simile alle precedenti ma di dimensioni maggiori.

Per essa, nonché per le carpenterie delle fondazioni dei blocchi palo speciali (Tirante a terra, Trave MEC e Portale di Ormeggio) si rimanda agli elaborati specialistici.

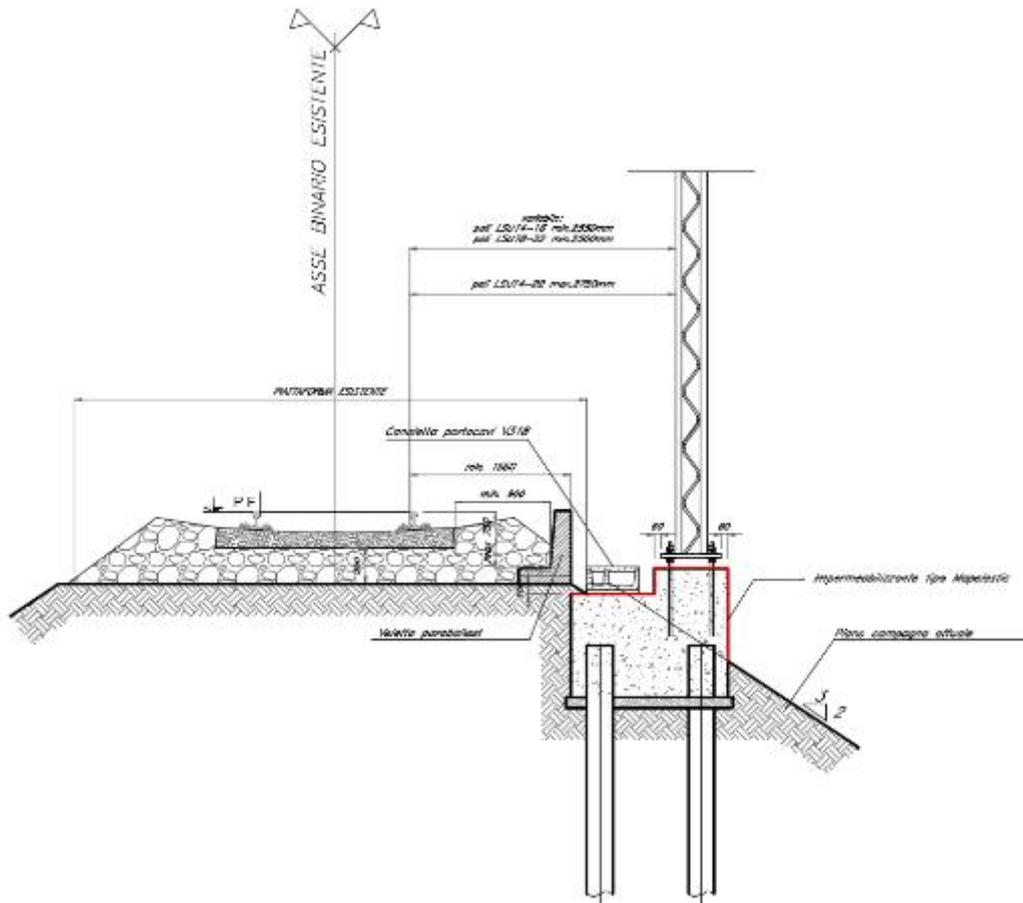


Figura 19 - Fondazioni per pali LSU – Sezione tipologica in rilevato singolo binario

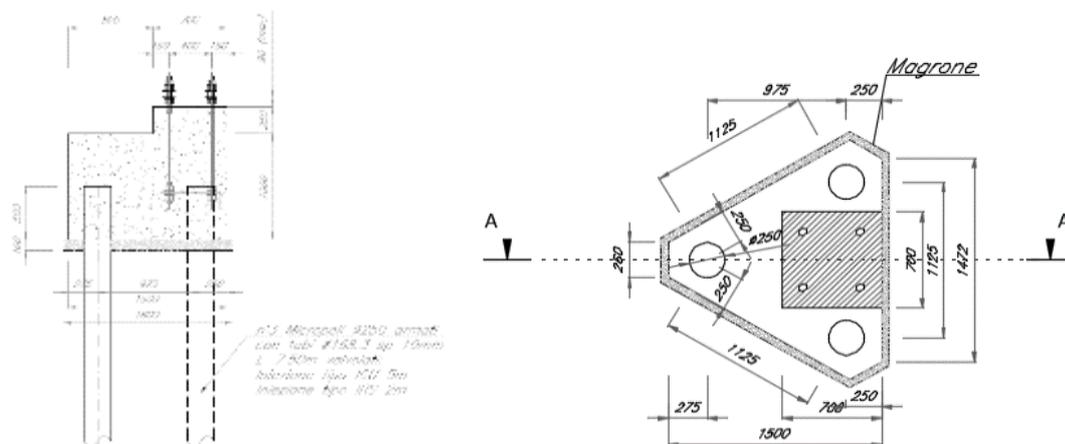


Figura 20 - Fondazioni per pali LSU – Sezione tipologica in rilevato singolo binario – Carpenteria blocco

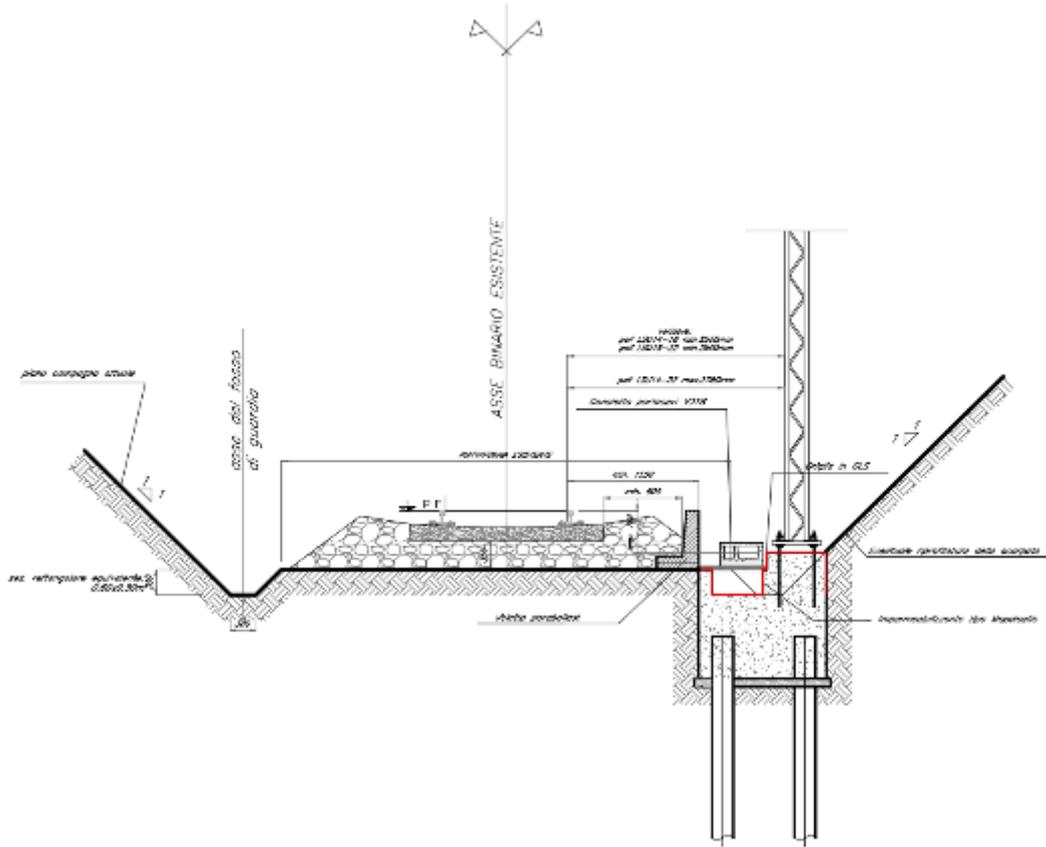


Figura 21 - Fondazioni per pali LSU – Sezione tipologica in trincea singolo binario

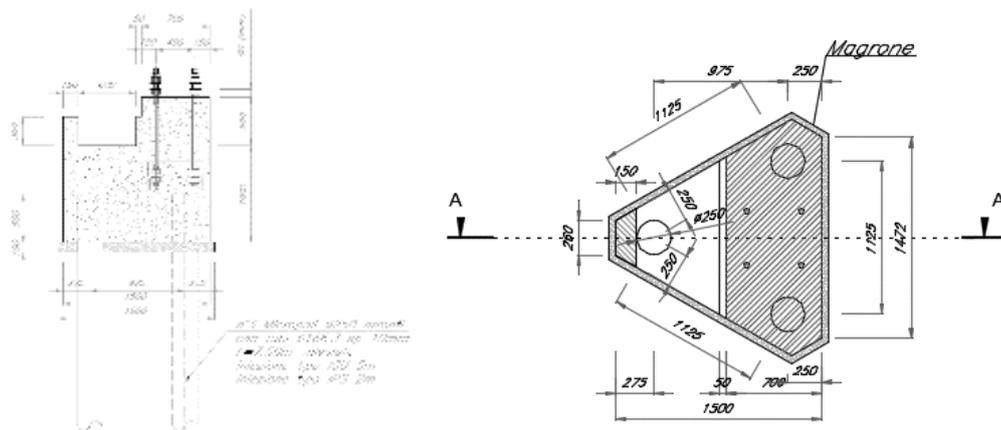


Figura 22 - Fondazioni per pali LSU – Sezione tipologica in trincea singolo binario – Carpenteria blocco

#### 2.4.4 Autorizzazione di RFI all'utilizzo di fondazioni dei sostegni TE fuori standard

Le soluzioni fuori standard di cui ai precedenti paragrafi 4.3 e 4.4 sono state autorizzate dalla Direzione Tecnica di RFI – Standard Tecnologie – S.O. Energia, salvo ulteriori prescrizioni da parte della S.O. Standard Infrastruttura, con nota prot. RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2018\0000239 del 6.12.2018.

#### 2.4.5 Verifica della compatibilità idraulica delle canalette esistenti

Nei tratti in trincea la fondazione del palo T.E. è sagomata in modo da inglobare la canaletta idraulica, il cui fondo è impermeabilizzato con malta bicomponente elastica a base cementizia, sp. min. 2 mm - tipo Mapelastic, ed è coperta con una beola in calcestruzzo. La canaletta idraulica si raccorda al fosso di guardia esistente mediante un manufatto a sezione trapezia in calcestruzzo armato.

Le dimensioni del fosso trapezio esistente al piede della trincea e la dimensione minima della canaletta da prevedere all'interno della carpenteria di fondazione del blocco palo sono state desunte dalle sezioni tipo del profilo storico fornito da RFI. In particolare:

- per la tratta Cervaro-Candela risulta quanto segue:
  - fosso trapezio presente al piede della scarpata della trincea di dimensioni 0.35m base minore, 0.35m altezza e pendenza delle scarpate 1 su 1 (sezione rettangolare equivalente del fosso trapezio con dimensioni 0.70m di base e 0.35m di altezza).
- per la tratta Candela-Rocchetta risulta quanto segue:
  - fosso trapezio presente al piede della scarpata della trincea di dimensioni 0.30m base minore, 0.30m altezza e pendenza delle scarpate 1 su 1 (sezione rettangolare equivalente del fosso trapezio con dimensioni 0.60m di base e 0.30m di altezza).

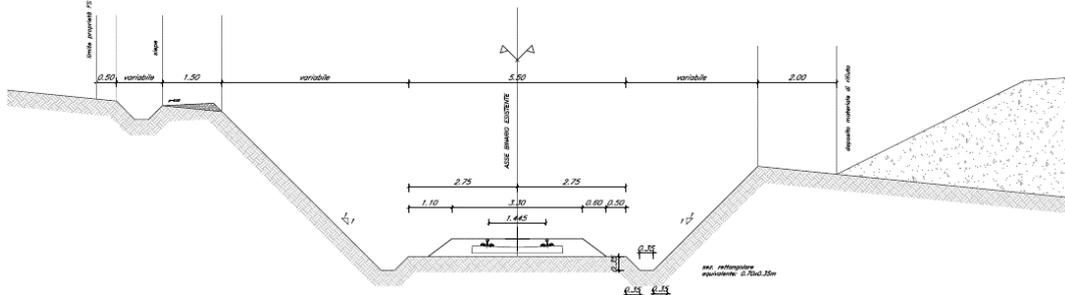


Figura 23 - Tratta Cervaro-Candela – Sezione tipologica in trincea a singolo binario

È stata pertanto assunta la sezione idraulica equivalente di dimensioni 0.70m di base e 0.35m di altezza

### Opere per eventuali sistemazioni idrauliche

Nell'eventualità che lungo la linea si possano incontrare fossi di dimensioni maggiori di quelle costituenti il fosso trapezoidale della sezione tipo, al fine di garantire comunque la continuità idraulica, è stato previsto un tipo di intervento costituito da un canale idraulico ad U in calcestruzzo, in grado di consentire l'aggiramento del blocco palo TE, a cui a tergo è presente una opera di sostegno definitiva costituita da micropali Ø168.7 sp. 10mm lunghi 8.00m.

Tale tipo di intervento è di seguito rappresentato.

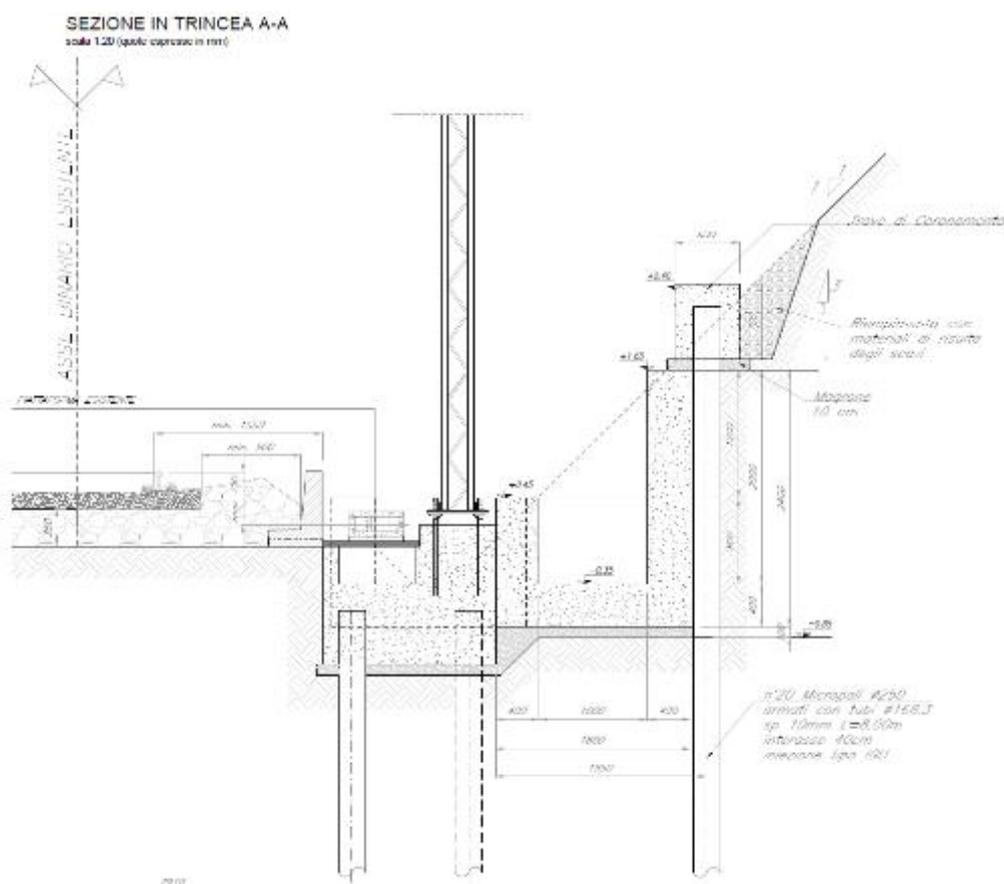


Figura 24 - Sezione tipologica per eventuali sistemazioni idrauliche

## 2.5 Ancoraggio portali e pali t.e. su ponti ferroviari esistenti

In considerazione delle caratteristiche strutturali dei viadotti (ad arco in muratura) presenti su questa tratta e della ridotta sezione trasversale della sede con minimi di m 4.55 circa, al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dai sostegni TE all'opera d'arte, è stata prevista la soluzione che prevede l'utilizzo di portali di sospensione incernierati su piastre dedicate, da aggirare sui timpani in corrispondenza delle pile dei ponti.

Per quanto attiene alle caratteristiche dei materiali e alle modalità di calcolo, nonché per i maggiori dettagli progettuali si rinvia ai rispettivi elaborati specialistici.

Si riporta di seguito l'elenco dei ponti sui quali è necessario ancorare i sostegni della TE con l'indicazione della soluzione tipologica individuata, meglio descritta nei paragrafi successivi.

<i>pK</i>	<i>Tipologia ponte</i>	<i>Pila</i>	<i>Tipologia intervento</i>	<i>tipologia portale</i>
46+471 <sup>3</sup>	Muratura	1	PS1c	portale singolo binario
46+471	Muratura	4	PS1c	portale singolo binario
46+471	Muratura	7	PS1c	portale singolo binario
47+796	Muratura	2	PS1c	portale singolo binario
47+796	Muratura	5	PS1c	portale singolo binario
0+389 <sup>4</sup>	Muratura	1	PS2	portale doppio binario
0+389	Muratura	3	PS2	portale doppio binario
0+389	Muratura	5	PS2	portale doppio binario
2+334 <sup>5</sup>	Muratura	2	PS1c	portale singolo binario

### 2.5.1 Soluzione con portale incernierato su ponti in muratura

La soluzione prevede l'utilizzo di un portale di sospensione incernierato alla base su due mensole laterali in carpenteria metallica collegate ai timpani dei ponti in muratura in corrispondenza delle pile. Il collegamento ai timpani viene realizzato con una piastra di attacco, tasselli chimici e due chiavi di taglio.

Ai tasselli viene affidato solo il compito di lavorare a trazione mentre le forze di taglio vengono affidate alle due chiavi di taglio.

Per i 3 ponti a singolo binario, Olivastro, Noce e Ricotta viene previsto il portale PS1c, mentre per l'unico ponte a doppio binario Ofanto è previsto il portale PS2. Le principali caratteristiche sono:

		PS1c	PS2
Numero portali	-	6	3
Luce in asse piedritti portale	m	6.50	10.00
Luce netta portale	m	6.00	9.50
Larghezza minima ponte a livello timpano ( $\geq$ )	m	4.90	8.81
Larghezza massima ponte a livello parapetto ( $\leq$ )	m	5.83	9.36

<sup>3</sup> Linea ferroviaria Cervaro-Rocchetta

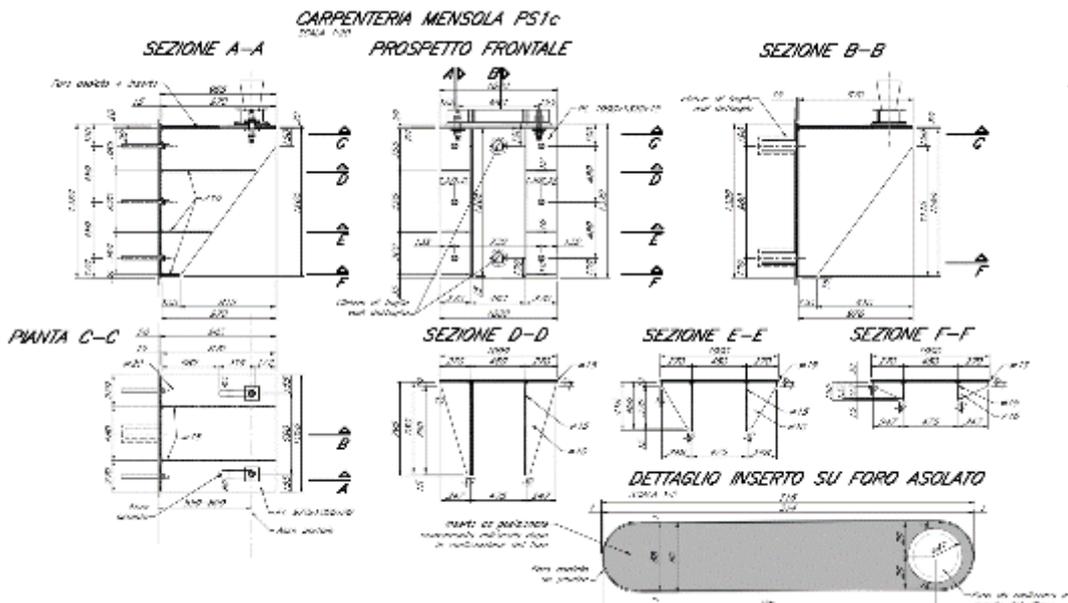
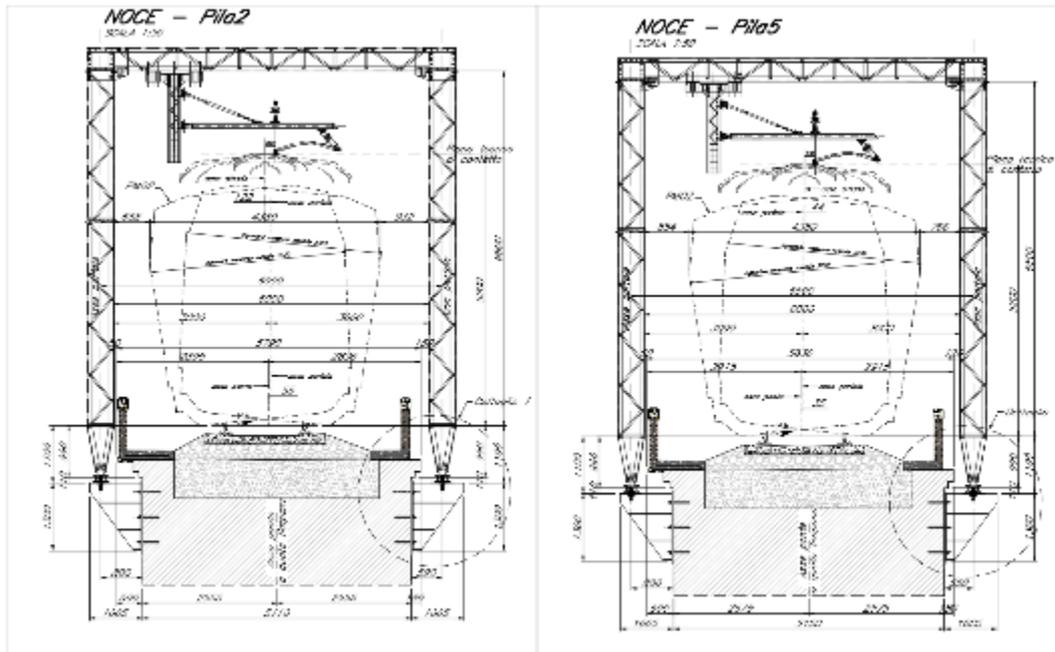
<sup>4</sup> Linea ferroviaria Rocchetta-Gioia del Colle

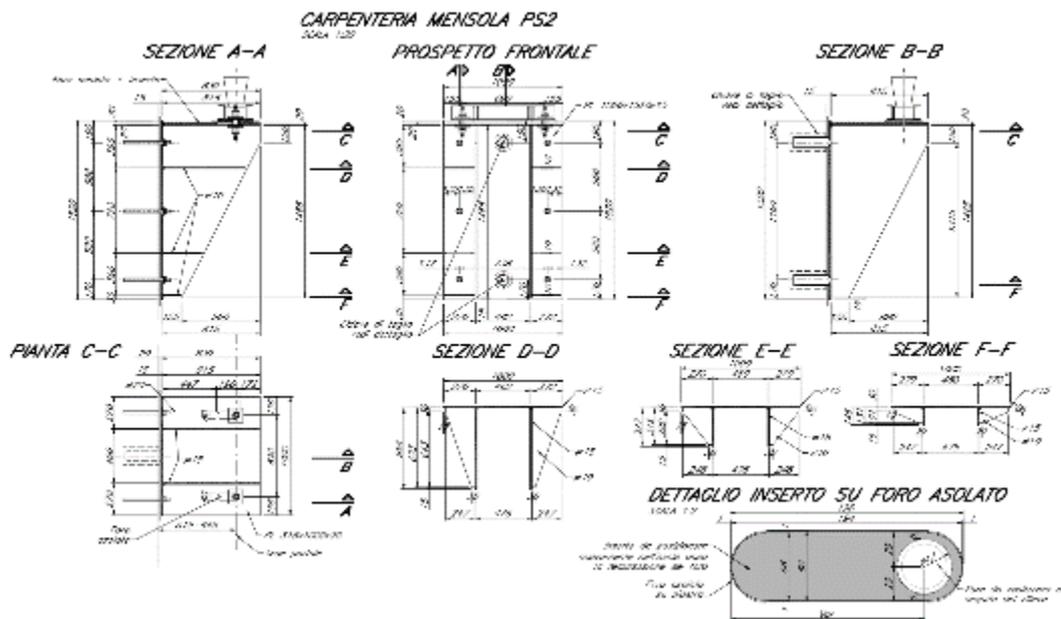
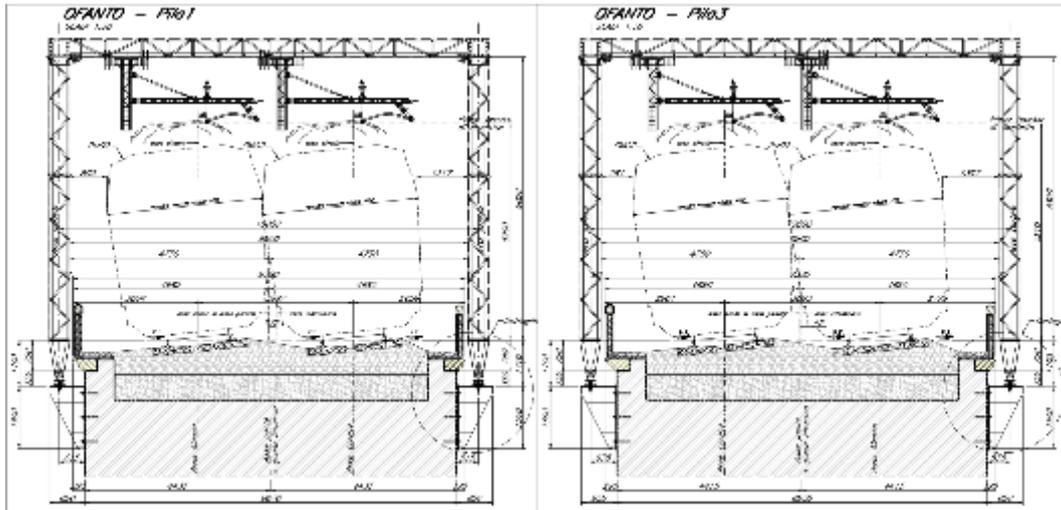
<sup>5</sup> Linea ferroviaria Rocchetta-Gioia del Colle

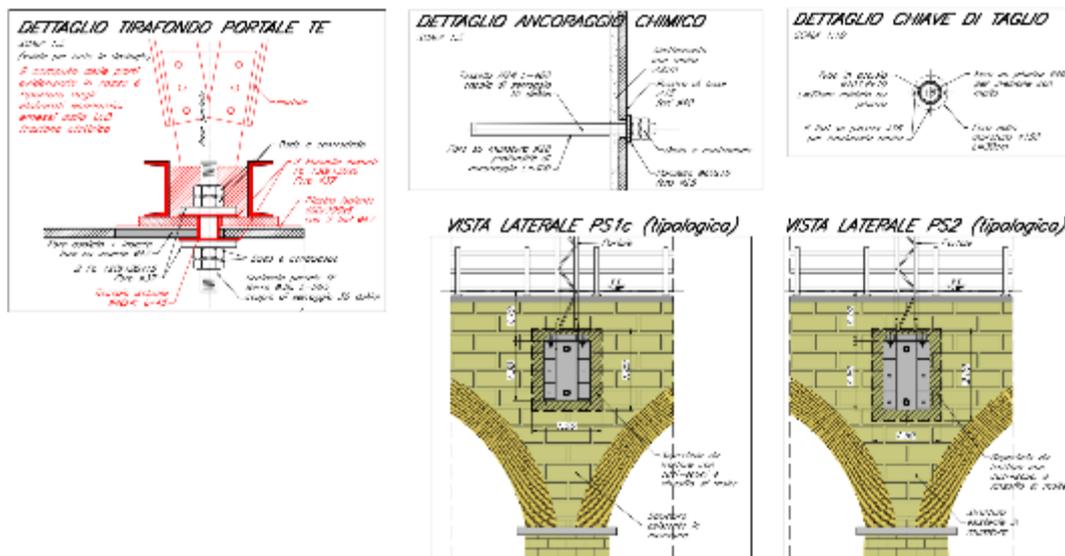
Nota: il calcolo della piastra di ciascun portale viene effettuato con l'eccentricità massima tra l'asse del portale e la piastra di attacco, quindi nell'ipotesi del ponte più stretto.

Il calcolo della pressione massima sulla muratura e del tiro sui tasselli viene effettuato con un calcolo tipo a c.a., nell'ipotesi quindi di piastra infinitamente rigida.

Nel seguito si riportano alcune immagini della soluzione prevista.







## 2.6 Opere Civili

### 2.6.1 Abbassamento del piano del ferro

L'intervento si rende necessario al fine di assicurare un Profilo Minimo degli Ostacoli di tipo PMO2 in corrispondenza di un cavalcavia ferroviaria esistente. Esso è limitato all'adeguamento dell'andamento altimetrico tra le progressive 12+901,144 e 13+386,384 della linea storica Foggia-Potenza, per uno sviluppo complessivo di circa 485 ml; l'intervento comprende anche il completo rinnovamento della sovrastruttura ferroviaria, mentre il drenaggio della piattaforma verrà garantito attraverso l'inserimento di canalette idrauliche in calcestruzzo.

A livello progettuale le modifiche riguardano unicamente l'andamento altimetrico della linea, lasciando invariata la configurazione planimetrica. Le variazioni altimetriche sono state definite tenendo conto anche dei risultati conseguiti dall'indagine con il sistema Georadar per la misurazione dell'attuale spessore del ballast.

Conseguentemente al rifacimento della sovrastruttura ferroviaria, si è deciso di intervenire sul corpo del solido ferroviario rifacendo lo strato del supercompattato (spessore 30cm) e ripristinando il drenaggio di piattaforma.

Nel tratto di linea in cui è previsto l'abbassamento del piano ferro la sede ferroviaria è in trincea. Sebbene le altezze non siano elevate, si è proceduto ad effettuare comunque una verifica di stabilità delle scarpate nella condizione post-intervento per dimostrare che gli interventi eseguiti non comportano una riduzione della capacità nei confronti della stabilità delle stesse.

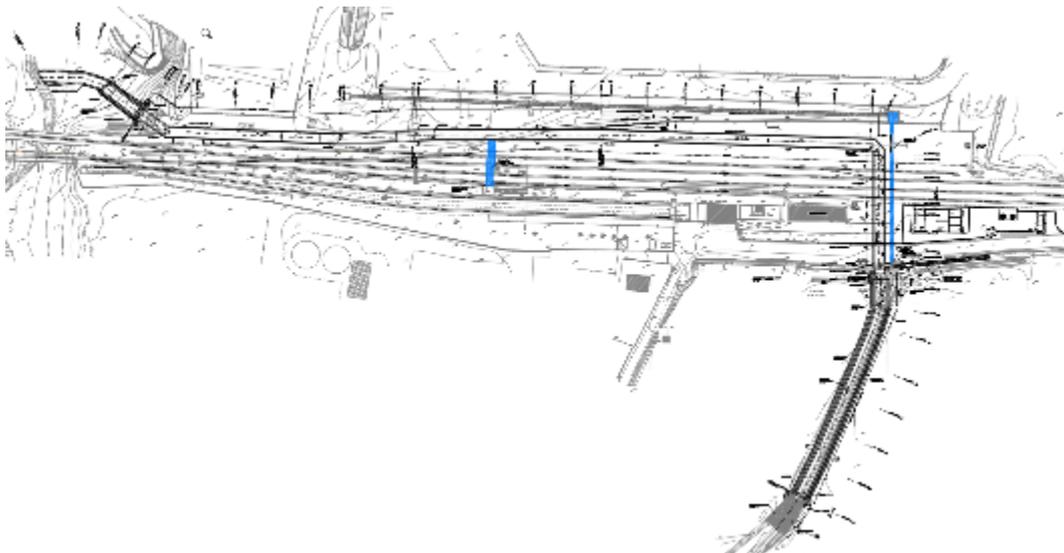
### 2.6.2 Nuovo canale idraulico di S. Nicola di Melfi

Nell'ambito del progetto di Ammodernamento della linea Foggia-Potenza - Sottoprogetto 2 ("Elettrificazione, rettifiche di tracciato, soppressione P.L. e consolidamento sede) - Lotto 1.1 ("Elettrificazione della tratta Cervaro – Rocchetta - S. Nicola di Melfi") è prevista, tra l'altro, la realizzazione della sottostazione elettrica (SSE) di S. Nicola di Melfi al km 12+329 della tratta Rocchetta S. Antonio - S. Nicola di Melfi.

L'area ove è prevista la suddetta nuova SSE risulta molto prossima a un corso d'acqua, che interseca la linea ferroviaria alla pK 12+302. Dal momento che il precedente progetto definitivo è stato dichiarato, da parte dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, compatibile al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) in vigore subordinatamente all'ottemperanza ad alcune prescrizioni e, dato che una di esse riguardava esplicitamente la verifica di sussistenza delle condizioni che garantissero la sicurezza idraulica della sottostazione in progetto (nel rispetto degli artt. 4, 6, 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI Puglia), a tal fine è stato effettuato un apposito studio idraulico di approfondimento esteso all'area in esame.

L'esito di tale studio ha comportato la necessità - come detto, al fine di assicurare la sicurezza idraulica della nuova opera - di integrare il precedente progetto definitivo con la previsione di ulteriori opere. Più specificatamente, si è reso necessario prevedere la dismissione del tombino esistente alla pK 12+302, risultato idraulicamente inadeguato (scatolare di dimensioni nette 2,00 m x 2,85 m) e la sostituzione di questo con un nuovo tombino di dimensioni adeguate (scatolare di dimensioni nette 5,00 m x 2,90 m) collocato alla pk 12+296; contestualmente si è reso necessario prevedere l'adeguamento e la sistemazione del corso d'acqua a monte (canale con protezione in gabbioni con sezione netta 5,00 m x 2,00 m) e a valle del nuovo attraversamento idraulico (canale tra muri in cls ad "U" di larghezza netta 5,00 m e altezza variabile da 3,20 m fino a 5,00 m), fino al suo recapito, che risulta essere costituito, già attualmente per il canale esistente, dal corso d'acqua che interseca la linea ferroviaria alla pK 11+850 circa.

Per semplicità il complesso di tali opere e sistemazioni idrauliche è stato indicato nei documenti di progetto come "canale idraulico di Melfi". Il progetto del canale è stato sviluppato prevedendo una sezione a cielo aperto, salvo nei tratti di necessario attraversamento, come indicato dalla stessa dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, e conseguendo un franco idraulico di 1.0 m nei tratti a sezione chiusa.



Il nuovo Canale idraulico è costituito da sezioni tipologiche differenti, illustrate nelle seguenti figure.

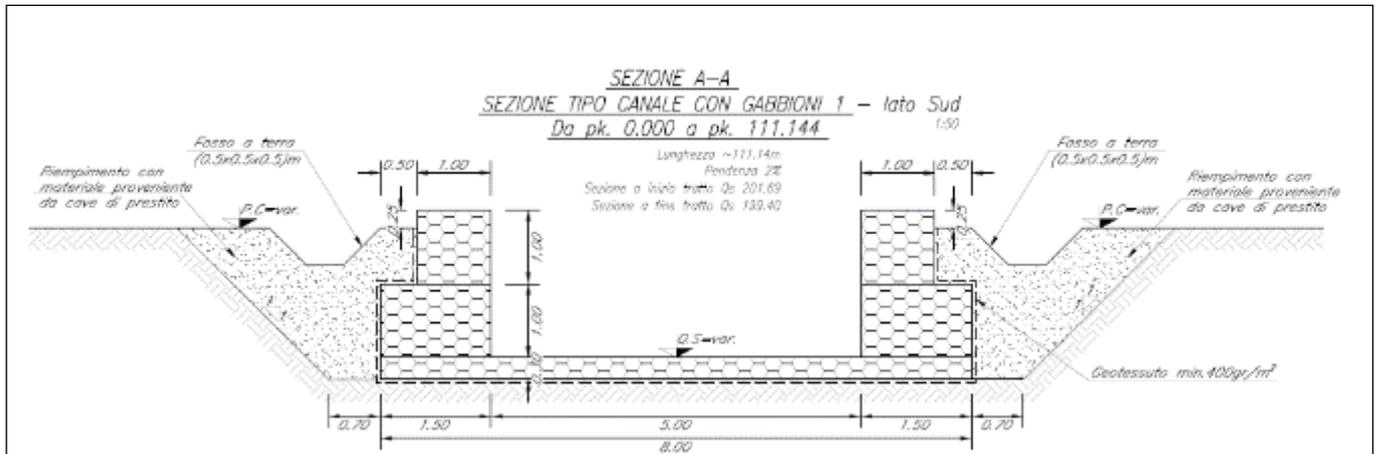


Figura 25 - Sezione di canale nel tratto a monte tra gabbioni

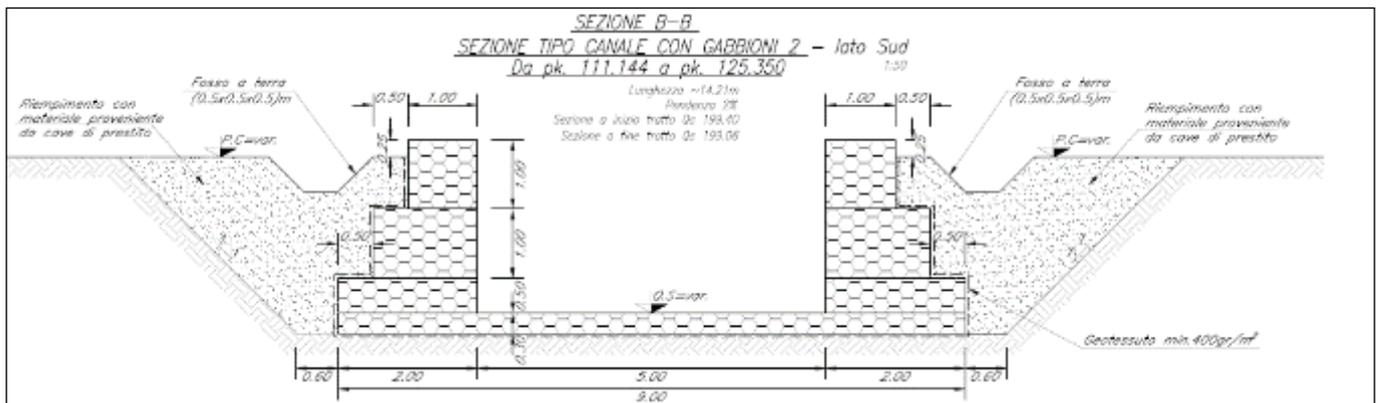


Figura 26 - Sezione di canale nel tratto a monte tra gabbioni

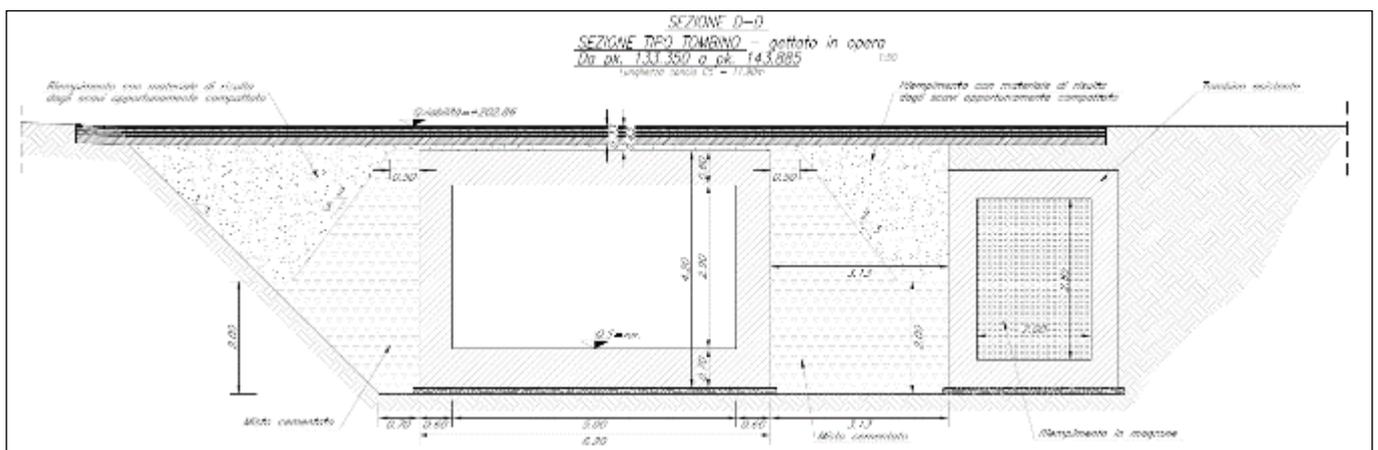


Figura 27 - Sezione scatolare in attraversamento del fascio di binari della stazione

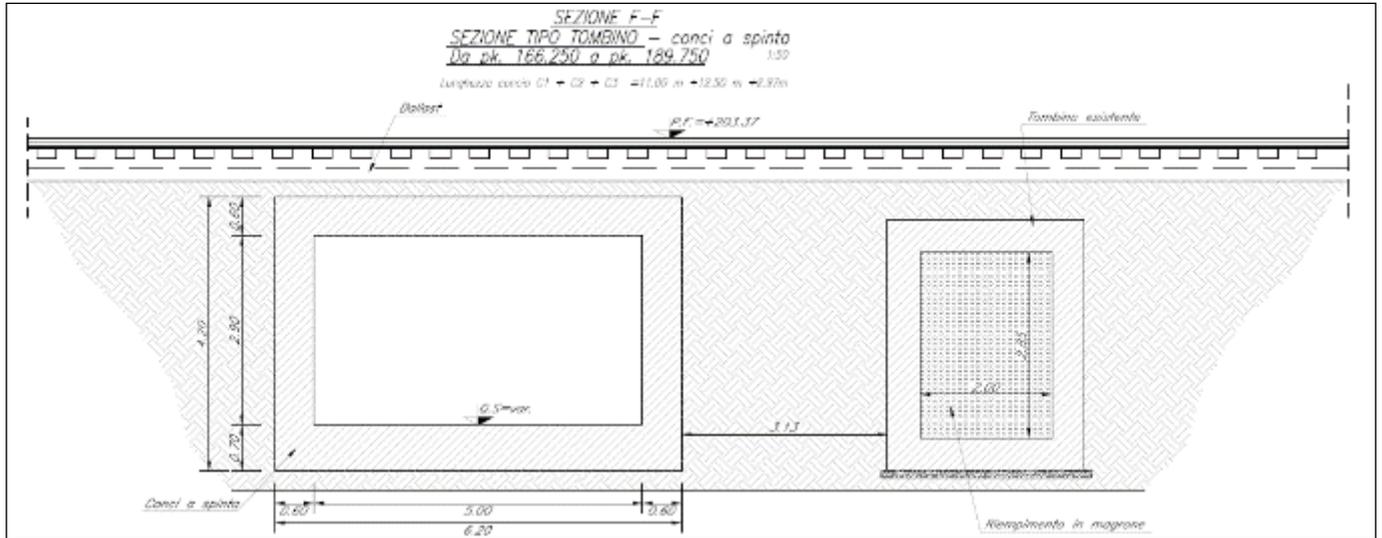


Figura 28 - Sezione scatolare in attraversamento del fascio di binari della stazione

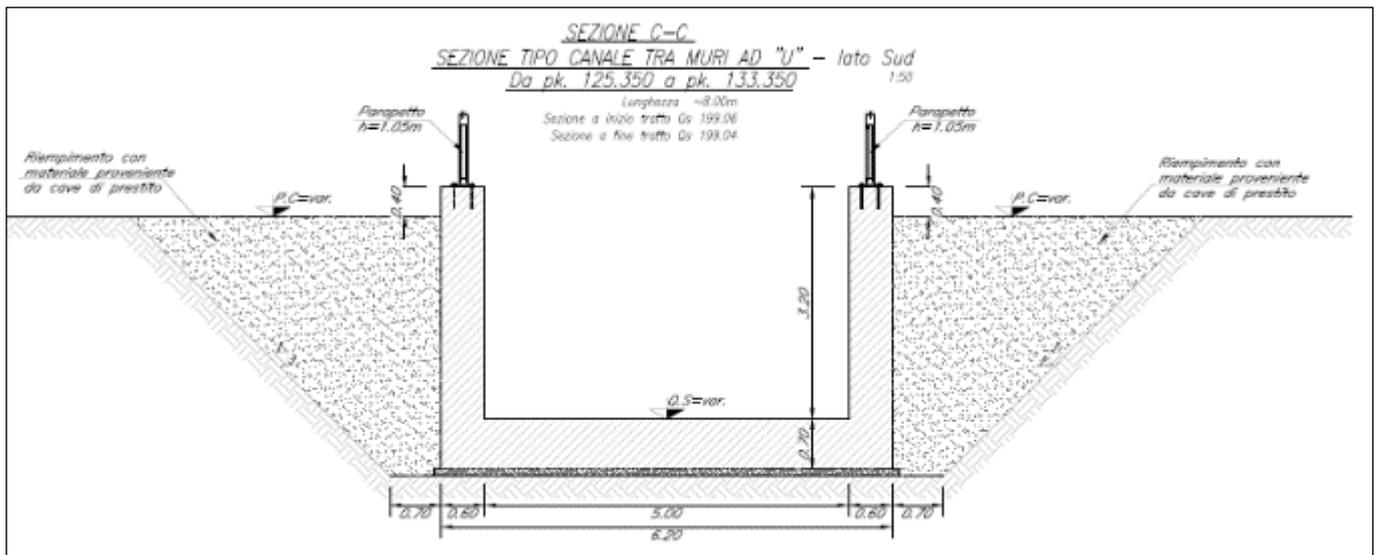


Figura 29 - Sezioni nel tratto di valle dopo l'attraversamento del fascio di binari

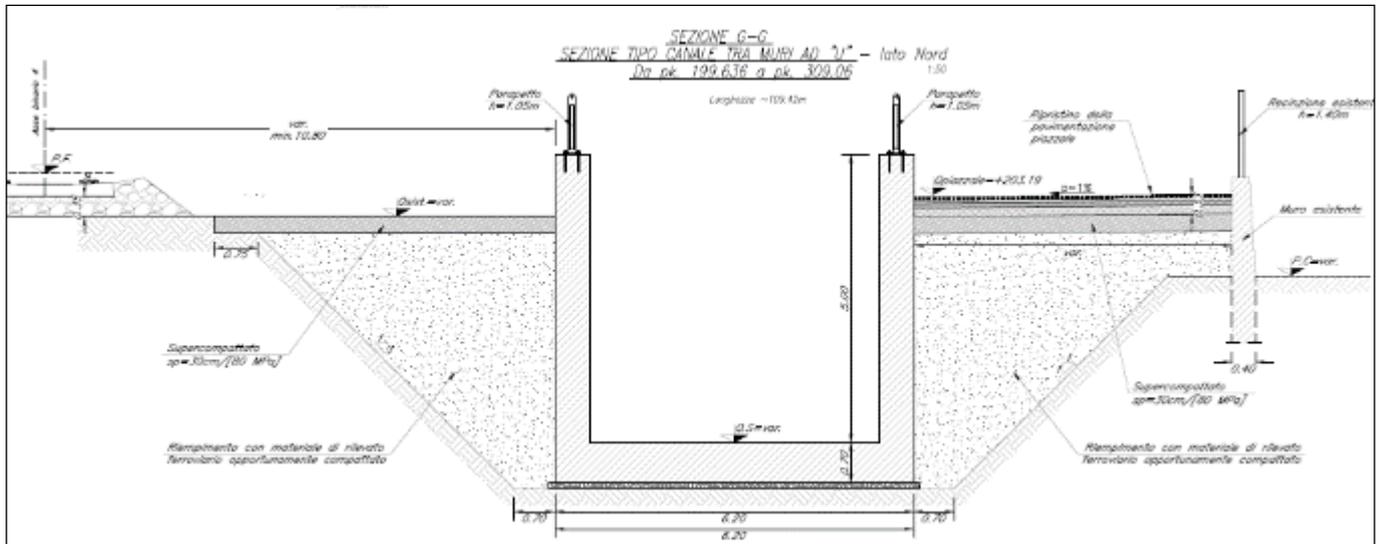


Figura 30 - Sezioni nel tratto di valle dopo l'attraversamento del fascio di binari

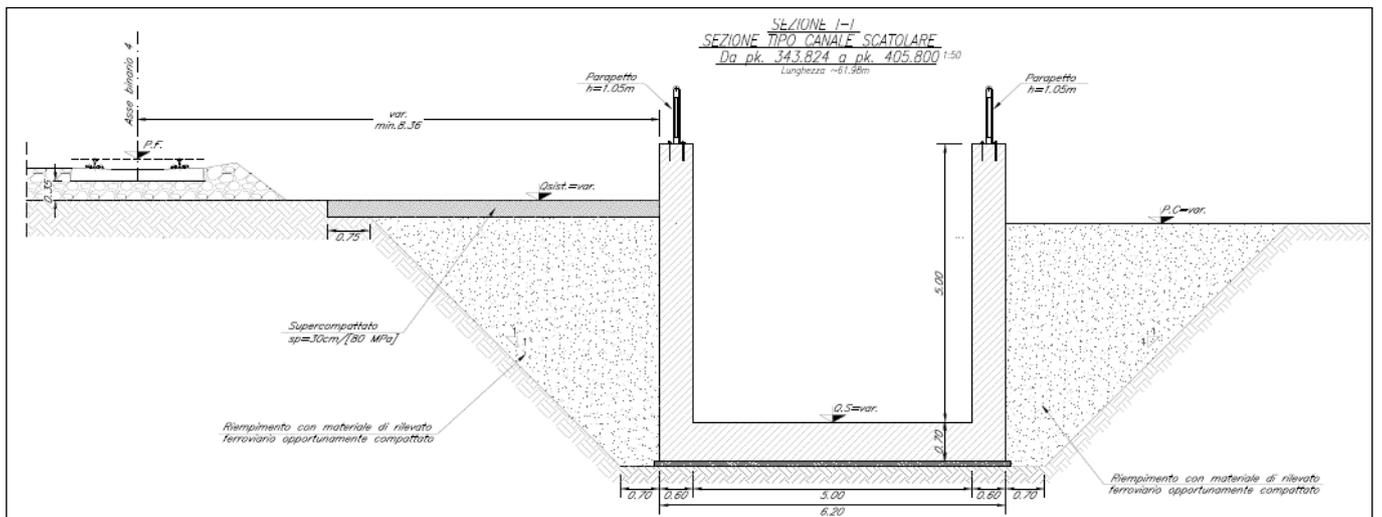


Figura 31 - Sezioni nel tratto di valle dopo l'attraversamento del fascio di binari



Lo spessore dei muri in elevazione, posti a 4,10 m dall'asse del binario, è scelto in conformità a quanto disposto nel paragrafo 2.5.1.5 del manuale di progettazione RFI "RFI DTC SI PS MA IFS 001 A" dove si prevedono, per distanze dal binario degli elementi strutturali in adiacenza della ferrovia comprese tra i 4,00 m e i 4,50 m, setti continui con spessore minimo pari a 80 cm.

In pianta, l'opera ha una lunghezza complessiva di 14,00 m. Lateralmente, in direzione trasversale al binario, i piedritti presentano un risvolto a tutt'altezza per una lunghezza di circa 4,50 m.

Le fondazioni sono costituite da micropali  $\phi 250$  armati con tubolare circolare  $\phi 219.1$  spessore 20 mm, aventi lunghezza di infissione pari a 10 m.

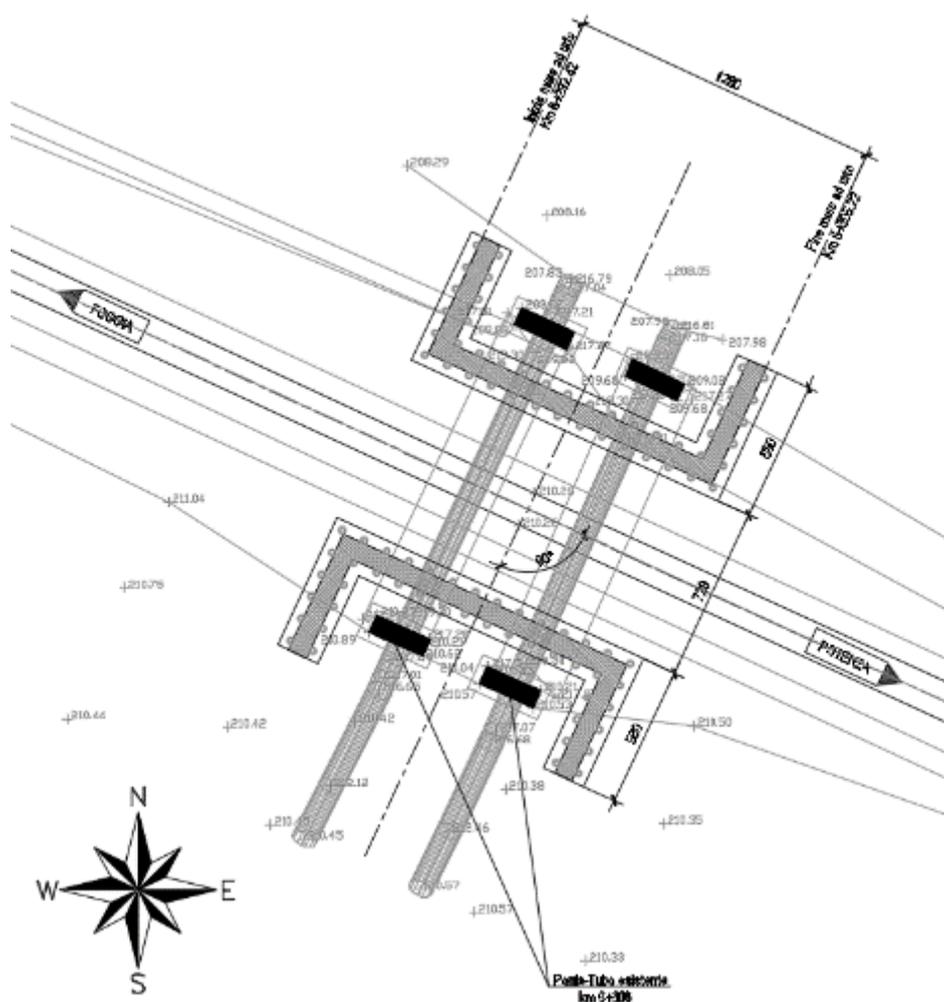
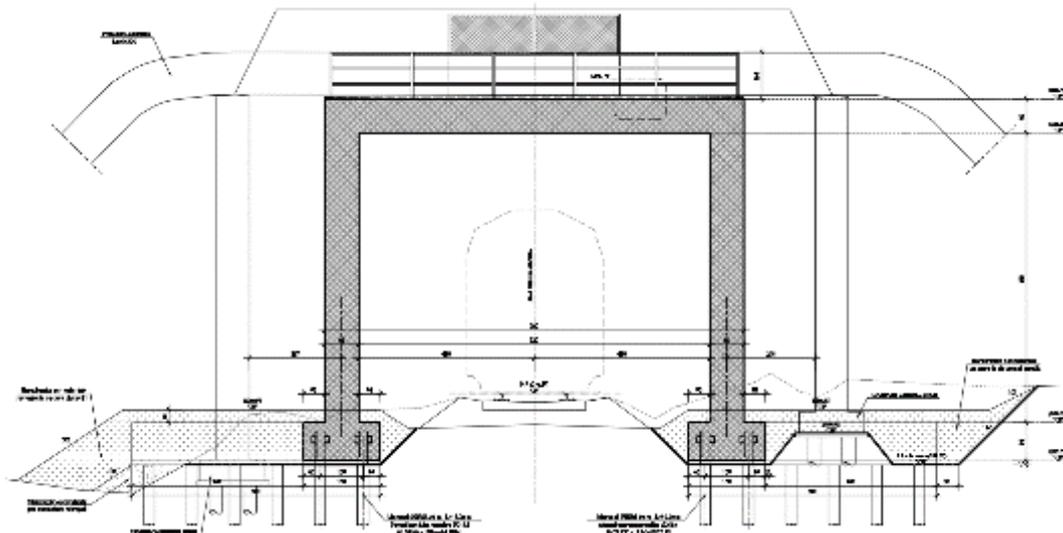
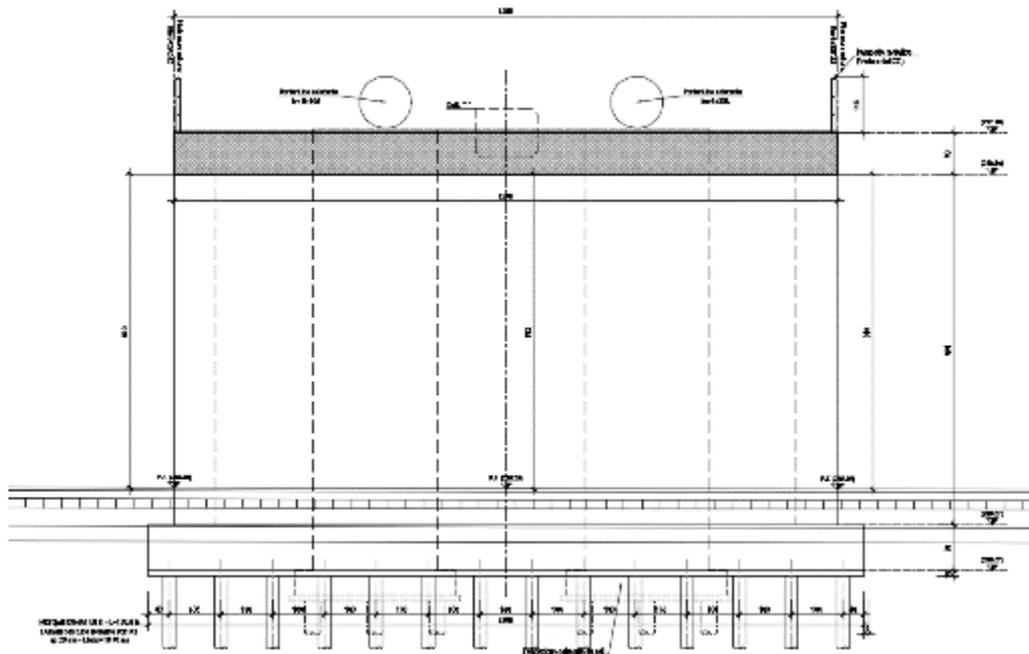


Figura 34 - Stralcio planimetrico dell'opera di protezione al km 6+300



#### 2.6.4 Adeguamento della pensilina di stazione di S. Nicola di Melfi

Nella stazione di S. Nicola di Melfi, a seguito delle verifiche tese a verificare la sussistenza del Profilo Minimo degli Ostacoli di tipo PMO2 effettuate lungo tutta la tratta da elettrificare, è emersa l'incompatibilità della parte più esterna della pensilina esistente in c.a. del marciapiede di stazione con la transitabilità del pantografo, nella configurazione sbandata. Tale parziale incompatibilità è riscontrabile nella figura seguente.





## 2.7 Telecomunicazioni

Ad oggi la tratta in oggetto è attrezzata con sistema radio Terra-Treno GSM-R e non sono presenti impianti di radio estensione in galleria dei segnali GSM-P degli operatori TIM e Vodafone in quanto le uniche due gallerie presenti sono di breve estensione.

I supporti fisici trasmissivi esistenti lungo tutta la tratta sono costituiti da un cavo 20 cp rame in posa interrata (tipologia e posa obsolete) e da un cavo 32 FO monomodali a servizio dei sistemi trasmissivi SDH/GSM-R.

Di seguito vengono affrontati gli aspetti installativi inerenti la realizzazione dei nuovi impianti di cavi per telecomunicazioni principali in fibra ottica e in rame che riguarderanno l'attrezzaggio della tratta in oggetto.

Sostanzialmente gli interventi di telecomunicazioni che si dovranno realizzare nell'ambito del lotto 1.1 per i cavi di telecomunicazioni sono i seguenti:

- impianti cavi principali a 48 fibre ottiche a servizio del DOTE e della futura telefonia VOIP per il collegamento delle nuove cabine TE e SSE ai FV e ai siti SDH
- impianti cavi principali a 48 fibre ottiche monomodali a servizio dei sistemi SDH e GSM-R;
- impianti cavi principali a 30 coppie in rame;
- interfacciamento, per quanto possibile, con gli esistenti sistemi TLC;

Per maggior dettaglio si rimanda alle prescrizioni tecniche di progetto e alle architetture di sistema.

### 2.7.1 Cavi

#### Impianto di cavi di tipo ottico

Il cavo ottico di nuova posa sarà conforme alle norme tecniche TT 528/S del 2017 e la sua posa sarà conforme alle modalità previste dalla specifica tecnica TT239A ed. 2018.

Per garantire i collegamenti e le comunicazioni esistenti dei sistemi GSM-R e SDH della linea in oggetto si realizzerà un nuovo impianto con cavo principale a 48 fibre ottiche monomodali rispondente alla Specifica Tecnica TT 528/S ed. 2017. Tale impianto sarà realizzato partendo dal locale tecnologico TLC del P.M. Cervaro e proseguendo lungo la tratta in posa interrata fino ad arrivare al locale TLC di Rocchetta e poi proseguire fino ad arrivare al locale TLC/DM di San Nicola di Melfi.

La posa del cavo 48 fibre ottiche monomodali sarà di tipo "interrata" ed avverrà in affiancamento al binario sul lato opposto a quello di posa della palificata TE, al fine di ridurre al minimo le interferenze con i nuovi blocchi di fondazione.

La guaina metallica dei cavi ottici principali verrà interrotta ogni 2 Km, in corrispondenza delle muffole mediante prese stagne PS/3 e in ingresso ai fabbricati evitando conseguentemente la continuità elettrica alle guaine all'interno di esse. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati "Piano di posa cavi fibra ottica intera linea".

Inoltre, per fornire connettività alle SSE/cabine TE, si prevedrà la posa di n.2 code di cavo 48 FO SM, che partiranno da ciascun fabbricato di SSE/cabina TE e giungeranno nel locale tecnologico di Stazione. Tali code di cavo saranno utilizzate per supportare l'equipaggiamento del DOTE e della telefonia VOIP (entrambi non oggetto del presente appalto), sistemi che saranno realizzati a cura RFI.

Di seguito si riportano le SSE/cabine TE ed i relativi FV cui queste dovranno interfacciarsi:

- Cabina TE Cervaro PM Cervaro Locale TLC
- SSE Ascoli Satriano FV Ascoli Satriano Locale armadi TLC
- SSE S. Nicola di Melfi FV S. Nicola di Melfi sala TLC/DM

I cavi a 48 FO monomodali per il collegamento delle SSE/cabine TE alle stazioni di riferimento saranno posati utilizzando le canalizzazioni/tubazioni di dorsale esistenti (ove possibile) e di nuova realizzazione appositamente predisposte.

Sulle due code di cavo predisposte per ciascuna SSE/cabina TE si realizzeranno – su ciascuna coda – n.2 giunti isolanti (uno interno e uno esterno all’area di SSE/cabina TE) rispondenti al disegno tecnico TT3171. In prossimità del FV disporrà il sezionamento delle armature delle suddette code di cavo mediante l’installazione di prese stagne PS/3, evitando conseguentemente la continuità elettrica alle guanine metalliche.

Detti cavi nelle SSE/cabine TE e nel locale DM di stazione saranno attestati in armadi in tecnica N3 di nuova fornitura (in accordo con le norme ETSI ETS 300-119) con dimensioni 600x2200x600 mm mediante moduli 19” adatti alle terminazioni e alle giunzioni ottiche con vassoio per lo smaltimento delle ricchezze dei cordoni di monofibra.

I suddetti armadi possederanno nella parte superiore ed inferiore delle feritoie di aerazione di dimensioni pari ad almeno la metà delle superfici su cui insisteranno; tali feritoie garantiranno all'interno dell'armadio N3 l'opportuno ricambio di aria calda prodotta dalle apparecchiature.

Inoltre, laddove il sito di trasporto non sia realizzato all’interno del locale tecnologico di stazione di riferimento per la SSE/cabina TE, al fine di predisporre il completamento del futuro sistema DOTE, si prevedrà opportuno collegamento punto-punto (coda di cavo 48 FO monomodale) tra il sito di trasporto SDH/GSM-R più prossimo ed il locale dove sono ospitati gli armadi Selta (NLT) in genere coincidenti con il locale DM delle stazioni della linea in oggetto.

Per garantire la predisposizione per il futuro interfacciamento tra gli enti NLT di linea verso il Posto Centrale DOTE di Bari Lamasinata, si prevedranno i collegamenti tra i seguenti siti GSM-R e le relative stazioni di riferimento:

- Sito GSM-R L600T002 PM Cervaro Locale TLC
- Sito GSM-R L600S001 FV stazione Ordona locale TLC
- Sito GSM-R L600S002 FV stazione Ascoli Satriano Locale Armadi TLC
- Sito GSM-R L600S004 FV stazione Rocchetta Sala DM/Relé
- Sito GSM-R L603T001 FV stazione S. Nicola di Melfi Sala DM

Si precisa che il collegamento con cavo a fibra ottica tra il sito GSM-R L600S001 e il relativo FV di Ordona è già stato previsto nell’ambito del progetto della linea Cervaro – Bovino,

Nella successiva fase progettuale l’Appaltatore dovrà verificare in affiancamento alla Committenza l’esistenza di ulteriori enti (NLT) da dover interfacciare verso il Posto Centrale DOTE di Bari Lamasinata.

### Impianto di cavo principale in rame

Sulla linea oggetto di intervento è presente in posa interrata un cavo principale a 20 coppie in rame in posa interrata (tipologia e posa obsolete).

Con le nuove attività previste dall'elettrificazione della linea, per garantire i collegamenti e le comunicazioni esistenti della tratta in oggetto, è necessario realizzare un nuovo impianto con cavo principale in rame a 30 coppie, rispondente alla Specifica Tecnica TT 242/S ed. 2017, partendo dal locale tecnologico TLC del PM Cervaro, proseguendo lungo la tratta in posa interrata fino ad arrivare al locale TLC di Rocchetta. Da qui tale cavo principale 30 cp rame ripartirà con stessa tipologia di posa fino al locale TLC di San Nicola di Melfi.

La posa del nuovo cavo in rame seguirà le modalità previste dalla specifica tecnica TT239A ed. 2018, in particolare si prevedrà per la posa cavi in canaletta VTR sui ponti/viadotti e in galleria la posa su fune metallica autoportante.

Nell'ambito dei piazzali delle stazioni la posa sarà effettuata entro tubazioni/polifore dedicate ai cavi TLC/IS, composte da tubi rigidi di serie pesante o corrugati posati in banchina o negli attraversamenti dei binari.

Negli attraversamenti di strade, binari, etc., sarà prevista la posa minima di quattro tubi Ø120 affiancati di materiale termoplastico a profondità non inferiore a cm 80 dal piano di calpestio.

Il cavo a 30 coppie in rame sarà attestato in tutte le stazioni attive della linea con apposite teste di sezionamento/terminazione TT3/30 da installare all'interno degli armadi ATPS 24 di nuova posa; i particolari costruttivi della testa stessa, degli imbocchi e delle relative morsettiere a tabella UNEL 79114, saranno conformi ai Disegni Tecnici TT 2504, TT 2506 e TT 2560.

Ove necessario si realizzeranno le dovute relazioni tra gli armadi ATPS esistenti e i suddetti armadi di nuova posa.

Le operazioni di posa cavo, giunzione, sezionamento e terminazione saranno eseguite con le modalità previste dalla specifica tecnica TT239A ed. 2018.

Nella successiva fase progettuale la Committenza dovrà fornire all'appaltatore lo stato di utilizzo effettivo delle coppie del cavo a 20 cp in rame esistente per dare continuità ai servizi attivi.

### Modalità realizzative della rete cavi

Gli impianti saranno realizzati in conformità alle normative in vigore riguardanti la fornitura e posa dei cavi (TT 528 ed. 2017).

I cavi da posare all'interno delle gallerie, all'interno dei locali tecnologici e shelter, in armonia con quanto previsto dalla normativa vigente, avranno la guaina esterna di tipo M non propagante incendio ed a bassa emissione di fumi tossici e corrosivi (tipo "AFUMEX"). I cavi saranno classificati per la reazione al fuoco a norma della EN-50575 e CEI UNEL 35016 coerentemente a quanto previsto dal Regolamento dei Prodotti da Costruzione CPR EU 305/2011 e alle Specifiche Funzionali e Tecniche RFI vigenti in materia.

Di seguito sono riportate le tipologie di posa cavi e relative canalizzazioni che saranno predisposte:

- Posa interrata in piena linea con cunicoli di sezione 250 mm x 100 mm
  - Per posa cavi principali TLC di dorsale 48 Fibre Ottiche e 30 coppie in rame;
- Posa interrata da Portale TE a Portale TE delle stazioni con cunicoli di sezione 400 mm x 100 mm

- Per posa cavi principali TLC di dorsale 48 Fibre Ottiche e 30 coppie in rame e cavi IS dedicati al segnalamento;
- Posa interrata da Portale TE a Portale TE delle stazioni con cunicoli di sezione 100 mm x 100 mm
  - Per posa cavi elettrici della TE (trazione elettrica) per il comando e controllo dei sezionatori;
- Posa in marciapiede di Stazione di polifora 6 tubi PVC 120 afferenti a pozzetti disposti ogni 20/25 m
  - in particolare, n.2 tubi dedicati ai cavi IS/TLC, n.2 tubi dedicati ai cavi LFM, n.2 tubi dedicati ai cavi TE.

#### Interfacciamento con gli esistenti sistemi tlc

Per tutti gli apparati/enti TLC esistenti che in seguito all'elettrificazione della tratta in oggetto ricadranno in zona di rispetto TE sarà realizzata la necessaria messa a terra delle masse metalliche in linea alle normative e prescrizioni RFI vigenti in materia. Tutti gli interventi sopra descritti saranno svolti minimizzando i disservizi sui sistemi esistenti e in ogni caso garantiranno il ripristino di tutti i sistemi TLC presenti sulla linea oggetto di intervento (funzionamento ed operatività dei servizi attivi ante-interventi).

## **2.8 Impianti di sicurezza e segnalamento**

Gli interventi di elettrificazione sulla tratta P.M. Cervaro (i) – Rocchetta S.A.L. - S. Nicola di Melfi(i) comportano una serie di ripercussioni sugli impianti di segnalamento esistenti.

In particolare, la realizzazione dei blocchi di fondazione dei sostegni TE, il posizionamento dei Portali TE interni ed esterni che delimitano le stazioni e la stessa elettrificazione della linea, rendono necessari i seguenti interventi sugli impianti di Segnalamento:

- spostamento dei segnali di protezione e avviso esistenti, limitatamente agli impianti nei quali il posizionamento dei Portali Esterni TE, sia risultato, da progetto, esterno rispetto al segnale di protezione;
- risoluzione delle interferenze generate dalla realizzazione dei blocchi di fondazione dei sostegni TE, rispetto ai cavi e cunicoli esistenti, sia negli impianti, sia nelle tratte ove sono presenti PLA.
- Messa a terra delle apparecchiature del segnalamento presenti in zona TE con collegamento, mediante cavi TACSR in acciaio/alluminio, ai pali TE.
- Aggiunta dei dispositivi a ponte sui CdB.

### 2.8.1 Interventi relativi a spostamento segnali

La realizzazione dei portali TE interni ed esterni nelle stazioni è tale per cui, in alcuni casi, i segnali di protezione esistenti si trovano in posizione non coerente rispetto agli stessi. Sono previste, quindi, in appalto tutte le forniture/lavorazioni necessarie a risolvere tale incongruenza. Di seguito si riporta una disamina puntuale degli impianti.

P.M. CERVARO: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto, non risulta compatibile con l'attuale posizione del segnale di protezione in ingresso da Ortona. Di conseguenza lo stesso sarà realizzato ex-novo, a carico del presente appalto, alla nuova progressiva chilometrica pK 9+345, rispetto all'attuale pK 9+283. I rispettivi nuovi cavi si attesteranno alle cassette di sezionamento esistenti, ubicate in corrispondenza dei segnali attualmente esistenti, e

saranno posati in canalizzazioni esistenti, non essendo le stesse interferenti con la realizzazione dei blocchi dei sostegni T.E.

Si prevede l'utilizzo di segnali a Led compatibili con i segnali a Led attualmente esistenti.

ORDONA: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto risulta compatibile con l'attuale posizione del segnale di protezione, lato Ascoli Satriano, mentre non è compatibile con l'attuale posizione del segnale di protezione, lato P.M. Cervaro. Di conseguenza i segnali di avviso e protezione, lato P.M. Cervaro, saranno realizzati ex-novo a nuova progressiva chilometrica a carico del presente appalto. I relativi nuovi cavi si attesteranno alle cassette di sezionamento esistenti, ubicate in corrispondenza degli attuali segnali, e saranno posati in nuove canalizzazioni

Si prevede l'utilizzo di segnali a Led compatibili con i segnali a schermo mobile attualmente esistenti.

ASCOLI SATRIANO: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto, risulta compatibile con l'attuale posizione dei segnali di protezione. Si è ritenuto, comunque, utile produrre il Piano Schematico allo scopo di dare evidenza dell'elettrificazione e del posizionamento dei Portali TE.

CANDELA: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto, risulta compatibile con l'attuale posizione dei segnali di protezione. Si è ritenuto, comunque, utile produrre il Piano Schematico allo scopo di dare evidenza dell'elettrificazione e del posizionamento dei Portali TE.

ROCCHETTA S.A.L.: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto, risulta compatibile con l'attuale posizione del segnale di protezione, lato Candela, mentre non risulta compatibile con l'attuale posizione dei segnali di protezione lato S. Nicola di Melfi e lato Potenza. Di conseguenza i segnali di avviso e protezione lato S. Nicola di Melfi e lato Potenza saranno realizzati ex-novo a nuova progressiva chilometrica a carico del presente appalto. I rispettivi nuovi cavi si attesteranno alle attuali cassette di sezionamento, ubicate in corrispondenza degli attuali segnali e saranno posati in nuove canalizzazioni.

S. NICOLA DI MELFI: la realizzazione dei Portali TE in questo impianto, risulta compatibile con l'attuale posizione dei segnali di protezione lato Rocchetta S.A.L., mentre non è compatibile lato Gioia del Colle. Di conseguenza i segnali di avviso e protezione lato Gioia del Colle saranno realizzati ex-novo a nuova progressiva chilometrica a carico del presente appalto. I rispettivi nuovi cavi si attesteranno alle attuali cassette di sezionamento, ubicate in corrispondenza degli attuali segnali, e saranno posati in nuove canalizzazioni.

#### 2.8.2 Risoluzione interferenze blocchi di fondazione

Il progetto di elettrificazione prevede l'inserimento di sostegni TE, con relativo blocco di fondazione, sia in stazione, sia lungo linea. Il posizionamento del blocco risulta, in diversi casi, interferente con gli attuali cavi e cunicoli. Sono previste, pertanto, in appalto tutte le lavorazioni/forniture necessarie alla risoluzione di tali interferenze. Di seguito si riportano le indicazioni per detta risoluzione.

LINEA: In linea è previsto in appalto, a cura di altra specialistica, la completa sostituzione del cavo telefonico sul quale viaggiano le relazioni IS. Di conseguenza, in linea, la messa in servizio del nuovo cavo propedeuticamente alla realizzazione dei blocchi TE, evita le potenziali interferenze. Nelle tratte in cui sono presenti PLA, è prevista la risoluzione delle interferenze dei blocchi TE rispetto ai rispettivi cunicoli/cavi, mediante opportune lavorazioni. Infatti, ove presente l'interferenza, si procederà a portare tali cavi "a vista", rimuovendo gli attuali cavidotti, e a proteggerli con tubi, per preservarli durante le lavorazioni per la realizzazione degli scavi/fori. Detti cavi interferenti,

messi in sicurezza tramite tubi, saranno successivamente inglobati nel blocco di fondazione del palo TE. Sono comprese e compensate in appalto tutte le lavorazioni/forniture necessarie ad attestare le attuali relazioni IS ai nuovi cavi.

**STAZIONE:** in stazione e fino ai segnali di avviso, è prevista la risoluzione delle interferenze dei blocchi TE rispetto ai cunicoli/cavi, mediante opportune lavorazioni. Infatti, ove presente l'interferenza, si procederà a portare i cavi "a vista", rimuovendo gli attuali cavidotti, e a proteggerli con tubi, per preservarli durante le lavorazioni per la realizzazione degli scavi/fori. I cavi interferenti, messi in sicurezza tramite tubi, saranno successivamente inglobati nel blocco di fondazione del palo TE.

### 2.8.3 Messa a terra

Sono comprese e compensate in appalto tutte le forniture/lavorazioni necessarie a realizzare il collegamento a terra di tutte le apparecchiature del segnalamento metalliche, che risultano ricadenti nella zona di rispetto TE (paline, cassette, etc.).

### 2.8.4 Lavorazioni "IS" nella tratta oggetto di abbassamento del p.f.

Per l'elettrificazione della tratta Cervaro-Rocchetta, il progetto di armamento prevede l'abbassamento del piano del ferro tra le progressive Km 12+901,144 e Km 13+386,384 della linea storica Foggia-Potenza. A seguito di tali attività sono previste opportune lavorazioni I.S., che consistono essenzialmente nel ripristino della continuità degli apparati necessari all'esercizio ferroviario. In particolare, sono comprese nell'appalto, e compensate a misura, tutte le attività relative allo spostamento di cunicoli, allo spostamento di cavi.

## 2.9 Impianti LFM

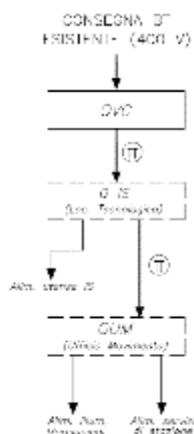
### 2.9.1 Descrizione interventi

Nell'ambito del presente progetto sono previsti gli interventi di:

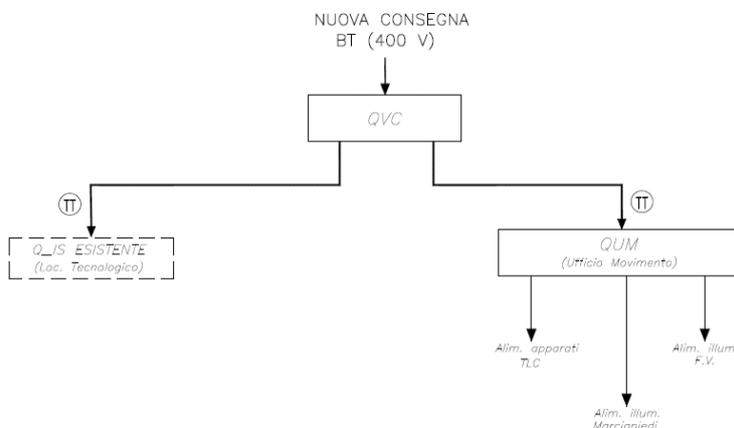
1. Realizzazione degli impianti di illuminazione dei marciapiedi scoperti relativi alle stazioni di Candela e Ortona; più specificatamente si prevede:
  - La rimozione degli attuali impianti di illuminazione dei marciapiedi scoperti di stazione e la realizzazione di un nuovo impianto compatibile con l'elettrificazione;
  - La posa di un nuovo quadro per l'adduzione dell'energia elettrica in BT a 400 V dall'ente fornitore, derivata da fornitura in bassa tensione esistente posta vicino al fabbricato tecnologico di stazione, lungo il marciapiede adiacente al fabbricato di stazione;
  - La predisposizione di un nuovo quadro nel locale "Ufficio Movimento" per l'alimentazione dei corpi illuminanti di nuova posa e delle utenze di Stazione/Fermata già presenti.
2. Spostamento di n° 2 torri faro esistenti, installate presso la stazione di San Nicola di Melfi, per interferenza con altre opere in progetto; più specificatamente si prevede:
  - La rimozione della torre faro n° 1, avente altezza pari a 18 m, la quale illumina una parte del marciapiede a servizio viaggiatori ed interferisce con il nuovo canale idraulico previsto in progetto a cura della specialistica OO.CC;

- La rimozione della torre faro n° 2, avente altezza pari a 25 m, la quale illumina il piazzale ferroviario che dovrà essere realizzato a seguito della demolizione del tronchino ed interferisce con i plinti di fondazione dei nuovi portali previsti in progetto a cura della specialistica TE;
- La posa in opera di nuove torri faro, aventi la stessa altezza di quelle rimosse, che dovranno illuminare le aree di influenza delle torri esistenti da smantellare.

Con riferimento all'intervento di cui al precedente punto 1, nella configurazione attuale l'alimentazione dei quadri presenti nella stazione di Forenza è derivata da una adduzione in BT a 400V, tramite un quadro vano contatori, il quale a sua volta alimenta un quadro di BT, posto nel locale IS che, a sua volta, alimenta il quadro elettrico installato nel locale Ufficio Movimento, come di seguito indicato:



Nella configurazione di progetto, invece, l'alimentazione dei quadri nuovi ed esistenti sarà derivata dalla adduzione in BT a 400V esistente, la cui posizione è indicata negli elaborati grafici di progetto, con la differenza che il nuovo quadro QVC posato nell'ambito del presente appalto, alimenterà il quadro di BT esistente, posto nel locale IS, e il nuovo quadro QUM da installare nel locale Ufficio Movimento, come di seguito indicato nella seguente figura:



Da tale nuovo quadro verranno all'inizio alimentati solo i circuiti di illuminazione dei marciapiedi scoperti, di nuova realizzazione; successivamente dovrà essere rimosso il quadro elettrico esistente, posto nello stesso locale, e riallacciate le linee di alimentazione dal vecchio al nuovo.

Al riguardo si fa presente che la demolizione del quadro esistente è a carico del presente appalto mentre invece il ri-allaccio delle linee di alimentazione dal quadro esistente al nuovo, sarà a cura del committente dell'opera (RFI).

### 2.9.2 Nuovi impianti di illuminazione di stazione

Per quanto riguarda le stazioni di Candela ed Ortona è prevista la posa di pali poligonale a portale con stelo e sbraccio singolo, realizzati da lamiera saldata longitudinalmente in acciaio 355 JR (UNI EN 10025) zincato a caldo per immersione (UNI EN 1461), ciascuno avente le seguenti dimensioni:

- Altezza totale: 7,5 m (palo + braccio montato)
- Altezza fuori terra: 6,6 m
- Lunghezza sbraccio: 6 m
- Diametro di base: 240 mm
- Spessore: 4 mm

Ciascun palo sarà corredato di morsettiera in doppio isolamento, predisposta per l'attestazione di linea fino a 4x16 mm<sup>2</sup>, e fusibili bipolari per la protezione delle linee che vanno ad alimentare i proiettori (marciapiede 1 e marciapiede 2).

L'asola per l'alloggiamento della morsettiera, avente dim. 186x45 mm e posta a 1900 mm dalla base del palo, sarà chiusa con portella in alluminio, dotata di guarnizione in gomma anti invecchiante e meccanismo di apertura della stessa azionabile con chiave triangolare, atto a garantire un grado di protezione non inferiore a IP54.

In corrispondenza di ogni palo, accanto al blocco in cls dello stesso, verrà posato un pozzetto in cls con chiusino carrabile in ghisa, delle dim. 40x40x40 cm. La derivazione palo-pozzetto sarà realizzata invece tramite tubo in PVC spiralato avente diametro 50 mm.

Per quanto riguarda le canalizzazioni lungo i marciapiedi il progetto prevede:

- la posa, a carico della specialistica TLC, di una nuova canalizzazione lungo il primo marciapiede di stazione, costituita da n. 6 tubi in PVC serie pesante aventi diametro pari a 120 mm (di cui 2 per il contenimento dei cavi di competenza LFM) e pozzetti rompitratta di dimensioni interne 80x80x80 cm
- la posa, a carico del progetto LFM, dei tratti di raccordo tra i pozzetti 40x40x40 adiacenti a ciascun palo alla dorsale lungo il marciapiede, di competenza TLC, mediante tubo in PVC Ø120mm di nuova posa.
- Per la sola stazione di Ortona dovrà essere posata invece, sempre a carico del progetto LFM, un dorsale di canalizzazioni composta da n. 2 tubi in PVC serie pesante aventi diametro pari a 120 mm per tutta la lunghezza del marciapiede adiacente al bin. 2 (non adibito a servizio passeggeri), come indicato nell'elaborato dedicato.

L'alimentazione dei singoli punti luce, posti sugli sbracci di ciascun palo, sarà derivata in corrispondenza della morsettiera ospitata nell'asola dello stesso e non all'interno dei pozzetti, mentre la distribuzione dei cavi per ogni coppia di proiettori (in corrispondenza del marciapiede bin. 1 e bin. 2) sarà realizzata tramite scatole di derivazione stagne in lega di alluminio IP66 da installare sopra lo sbraccio di ciascun palo.

Per quanto riguarda la tipologia di cavi dedicati all'alimentazione dei proiettori montati sullo sbraccio di ciascun palo di illuminazione, essi dovranno essere:

- Per le “montanti”: cavo a doppio isolamento, bipolare, tipo FG16(O)M16 0.6/1kV, avente sezione pari a 6 mm<sup>2</sup>
- Per le distribuzioni dalla morsettiere alloggiata nell’asolo del palo di illuminazione ai singoli proiettori: cavo a doppio isolamento, bipolare, tipo FG16(O)M16 0.6/1kV, avente sezione pari a 2,5 mm<sup>2</sup>

Per quanto riguarda invece la stazione di San Nicola di Melfi sono previste in progetto due nuovi torri faro aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

1. La torre faro n°1, avente h = 18 m, la quale illumina una parte del marciapiede a servizio viaggiatori, e si compone di:
  - Corpo realizzato in acciaio di qualità S355J2, forma tronco-conica poligonale a 16 lati, fusto componibile a 2 tronchi, spessore della lamiera di 4 mm, flangia di aggancio inferiore avente spessore minimo di 30 mm sulla quale dovranno essere fissati n°16 tirafondi in acciaio zincato M30 con un interasse di 740 mm
  - Pannello mobile a traversa composto da 6 elementi installati su fronte unico
2. La torre faro n°2, avente h = 25 m, la quale illumina una parte del piazzale ferroviario, e si compone di:
  - Corpo realizzato in acciaio di qualità S355J2, forma tronco-conica poligonale a 16 lati, fusto componibile a 3 tronchi, spessore della lamiera di 5 mm, flangia di aggancio inferiore avente spessore minimo di 40 mm sulla quale dovranno essere fissati n°16 tirafondi in acciaio zincato M30 con un interasse di 740 mm
  - Testa di trascinamento composta da tre bracci, per il rinvio delle funi di acciaio e del cavo elettrico, posizionati a 120° fra loro, ciascuno comprensivo di carrucole carenate in poliammide 6.6 e sistemi di ancoraggio della corona mobile alla testa di trascinamento.
  - Corona mobile, avente peso massimo pari a 350 kg e diametro massimo pari a 2,5 m, realizzata da due anelli concentrici collegati da tre/6 profilati posti ogni 60/120°
  - Paranco elettrico alimentato a 400 V, composto da corpo in alluminio, grado di protezione IP55, motore auto-frenante senza necessità di regolazione
  - Funi di sollevamento in acciaio inox, con formazione 12+6+1, carico di rottura minimo di 20 kN aventi lunghezza pari a 2 m in più rispetto alla lunghezza nominale della torre
  - Cassetta di distribuzione da installare sulla corona mobile e presa di servizio interbloccata 3F+N+PE posta all’interno dello sportello di ispezione
  - Colonnina di alimentazione per TF a corona mobile da 25 m, grado di protezione IP55, contenente n°1 interruttore generale 4x25 A con blocco porta, n°1 interruttore MTD 4P con Id=30 mA, n°3 interruttori MTD 1P, In=16 A, curva D, Icu=10 kA

Per quanto concerne invece l’alimentazione di ciascuna torre faro, esse verranno derivate mediante l’utilizzo di linee trifase dedicate ed attualmente esistenti, mediante l’utilizzo di muffole di giunzione da realizzarsi in appositi pozzetti di distribuzione e nuovi cavi penta-polari tipo FG16(O)M16 avente sezione minima di 16 mm<sup>2</sup>.

Si fa presente che per la sola stazione di S.N di Melfi, essendo prevista la posa di due nuove torri faro, è richiesta la verifica delle scariche atmosferiche in base a quanto richiesto dalla norma CEI 64-8/7art. 714.35 “Protezione contro i fulmini”; tale verifica sarà demandata nelle successive fasi progettuali.

### 2.9.3 Descrizione dell'impianto di terra delle stazioni

I parametri significativi al fine del dimensionamento del dispersore di terra sono la resistenza di terra  $R_{tot}$  del dispersore medesimo, la sensibilità della corrente differenziale  $I_d$  ed il tempo  $t$  d'intervento della protezione differenziale posta sull'interruttore generale del quadro QVC.

Al riguardo, come riscontrabile negli elaborati di progetto "Quadri elettrici di BT: Schemi unifilari e fronti quadro", prodotti per ciascuna stazione, i valori di tali parametri risultano essere:

$$t = \text{istantaneo}$$

$$I_d = 1 \text{ A}$$

Per la determinazione della resistenza di terra  $R_{tot}$  del dispersore è essenziale conoscere il valore della resistività del terreno; al riguardo si assume prudenzialmente per essa il valore:

$$\rho = 100 \Omega m$$

Il sistema disperdente, di nuova posa, a servizio di ciascun fabbricato viaggiatori sarà composto essenzialmente da un dispersore verticali a picchetto, costituiti da aste in acciaio ramato infisse nel terreno e collegate, tramite apposito capocorda, al collettore di terra del quadro QVC.

Il suddetto picchetto presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

$L_p = 3 \text{ m}$  Lunghezza complessiva del picchetto (componibile tramite due aste da 1,5 m l'una)

$D_p = 30 \text{ mm}$  Diametro del picchetto

La resistenza complessiva del picchetto così costituito può essere calcolata attraverso la seguente formula:

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \ln \frac{4L_p}{D_p}$$

La quale, sostituendo i valori precedentemente esposti, fornisce il valore:

$$R_p = 31,8 \Omega$$

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che, con la corrente di intervento della protezione differenziale  $I_d$ , in qualsivoglia punto dell'impianto, sia verificata la relazione (CEI 64.8/4 p.to 413.1.4.2):

$$R_E \times I_d \leq U_L$$

nella quale è:

$R_E [\Omega]$ : Resistenza limite del dispersore

$I_d [A]$ : Corrente differenziale nominale

$U_L [V]$ : Tensione di contatto limite

Con i valori precedentemente calcolati, assumendo per  $U_L$  il valore convenzionale  $U_L = 50 \text{ V}$  (CEI 648/4 413.1.1.1 Interruzione automatica dell'alimentazione), si ha:

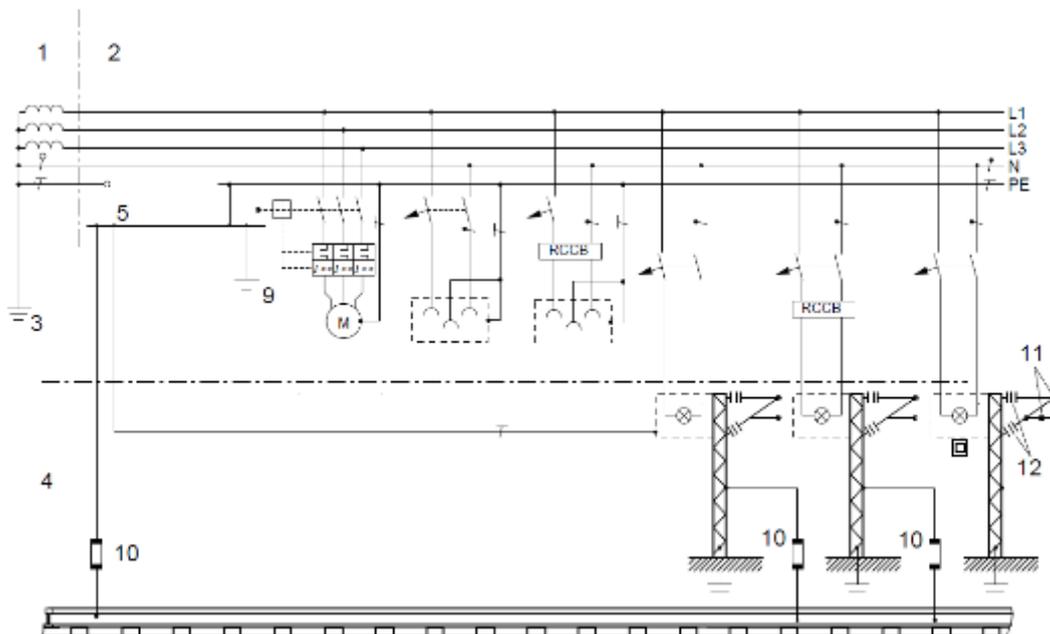
$$R_E \leq 50 \Omega$$

pertanto, il dispersore ipotizzato, presentando una  $R_E = 31,8 \Omega$ , risulta essere dimensionato correttamente.

#### 2.9.4 Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti dell'impianto di illuminazione dei marciapiedi (sistema palo + proiettore), ricadente in zona di rispetto TE, sarà effettuata mediante l'utilizzo dei seguenti provvedimenti:

- Corpi illuminanti in classe di isolamento II, conformi alla norma CEI EN 50122-1 art. 7.3.2, che prevede la sovratensione temporanea di tenuta corrispondente alla tensione nominale della linea di contatto. In particolare, nei sistemi TE a 3kVcc tali apparecchiature devono superare le prove di isolamento con valori di prova di rigidità dielettrica pari a 2,8 kVca e di prova di tenuta ad impulso pari a 6kV
- I pali in acciaio, di sostegno dei corpi illuminanti, sono collegati tra loro in equipotenzialità, mediante n°2 cavi TACSR isolati 0,3/0,5 kV Ø19,62 (sez. 170 mmq), e all'impianto di terra della stazione. Inoltre, in accordo a quanto indicato nella figura 22 della norma CEI 50522-1 sotto riportata, tale impianto di terra è collegato al circuito di protezione TE tramite dispositivo bidirezionale (VLD), come indicato nella seguente figura:



dove:

- 1 – rete di alimentazione elettrica (distributore dell'energia elettrica)
- 2 – rete ferroviaria
- 3 – terra della rete pubblica (distributore dell'energia elettrica)
- 4 – Zona della linea aerea di contatto e del captatore di corrente (zona di rispetto TE)
- 5 – barra equipotenziale principale (di stazione)

9 – terra di struttura ferroviaria

10 – dispositivo bidirezionale VLD

In caso di contatto accidentale tra la linea di contatto e i pali ricadenti in zona di rispetto TE (guasto a terra), il dispositivo di limitazione della tensione (VLD) deve realizzare un collegamento franco tra la terra della stazione e il circuito di protezione TE, causando l'apertura degli interruttori extrarapidi delle sottostazioni elettriche vicine.

Si fa presente inoltre che, come indicato nell'art. 7.4.4.2 della 50122-1 intitolato "Ferrovie in c.c.", per le apparecchiature all'interno della zona della linea aerea di contatto o della zona del captatore di corrente, il conduttore PE è stato dimensionato per una corrente superiore alla corrente di guasto di trazione corrispondente.

#### 2.9.5 Rimozione degli impianti esistenti

Nell'ambito del presente progetto è inoltre prevista la rimozione dei seguenti impianti esistenti:

- Quadro vano contatori nelle stazioni di Ortona e Candela
- Cavi di alimentazione degli impianti di illuminazione dei marciapiedi scoperti
- Pali a portale e relativi blocchi di fondazione degli impianti di illuminazione dei marciapiedi scoperti (con successivo rifacimento della parte di marciapiede interessata)
- Rimozione e rifacimento della parte di marciapiede interessata dai nuovi impianti LFM (nuovi blocchi di fondazione, derivazione da canalizzazione principale, ecc.)
- Rimozione delle due torri faro attualmente installate presso la stazione di S.N di Melfi

### 3 La fase di cantiere

Di seguito viene fornita una sintetica descrizione dell'organizzazione della cantierizzazione prevista per la realizzazione delle opere relative all'Ammodernamento della linea Foggia – Potenza per ciò che riguarda il subplotto 1.1 relativo agli interventi di elettrificazione della tratta Cervaro – Rocchetta S. Antonio – S. Nicola di Melfi.

Al fine di realizzare le opere in progetto è prevista l'installazione di un sistema di cantierizzazione che risponda alle seguenti esigenze principali:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico;
- scegliere aree che consentano di contenere al minimo gli inevitabili impatti sulla popolazione e sul tessuto urbano, prediligendo aree lontane da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- necessità di realizzare i lavori in tempi ristretti, al fine di ridurre le interferenze con l'esercizio delle infrastrutture sia stradali che ferroviarie ed i costi di realizzazione;
- necessità di limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine agli svincoli degli assi viari principali, facilmente collegabili alla viabilità esistente, senza necessità di apertura di nuova viabilità;
- necessità di minimizzare il consumo di territorio e l'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.

Per la realizzazione degli interventi oggetto del presente progetto sono state previste le seguenti tipologie di aree di cantiere:

**Campi Base:** contengono essenzialmente la logistica a supporto delle maestranze e gli eventuali dormitori (qualora previsti) per il personale trasfertista.

**Cantieri Operativi:** contengono gli impianti, le attrezzature ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere. In linea del tutto generale essi sono ubicati in vicinanza delle opere d'arte di maggiore impegno da realizzare e sono comunque a supporto di più opere.

**Aree Tecniche:** risultano essere tutti quei cantieri posti in corrispondenza delle opere d'arte principali (sostanzialmente le aree interessate dalla realizzazione delle SSE/Cabine TE). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere.

**Aree tecniche di stazione:** queste aree di cantiere sono ubicate in corrispondenza degli scali ferroviari presenti lungo la tratta oggetto degli interventi e saranno, attrezzate con tronchino ferroviario (presente negli impianti di Ortona, Rocchetta SAL, SN di Melfi e Cervaro, per quest'ultimo è necessario il ripristino del deviatore) per il ricovero delle attrezzature ferroviarie utilizzate per i lavori da eseguire da binario in regime di interruzione di esercizio (in interruzione notturna programmata (IPO)).

**Aree di lavoro:** risultano essere le aree necessarie per le lavorazioni che tengono conto degli spazi di manovra, poste lungo linea ed extra linea all'interno delle quali si svolgono le lavorazioni. Nella presente fase progettuale le aree di lavoro non state indicate nelle planimetrie delle aree di cantiere data la scala utilizzata, rinviandone la loro

rappresentazione ai successivi approfondimenti progettuali.

La tabella seguente riepiloga l'insieme delle aree di cantiere previste per la realizzazione delle opere del Lotto 1.1 – Elettrificazione Cervaro – Rocchetta - S. Nicola Di Melfi

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie (mq)</b>
<i>AT1-18 BIS</i>	Area Tecnica per opera	Foggia	<i>1.500</i>
<i>AT1-1</i>	Area Tecnica di stazione	Foggia	<i>5.100</i>
<i>CO1-1</i>	Cantiere Operativo	Ordona	<i>5.000</i>
<i>AT1-2</i>	Area Tecnica di stazione	Ordona	<i>3.000</i>
<i>CB1-1</i>	Cantiere Base	Ascoli Satriano	<i>10.000</i>
<i>CO1-2</i>	Cantiere Operativo	Ascoli Satriano	<i>5.000</i>
<i>AT1-19</i>	Area Tecnica per opera	Ascoli Satriano	<i>2.600</i>
<i>CO1-3</i>	Cantiere Operativo	Candela	<i>5.000</i>
<i>AT1-4</i>	Area Tecnica di stazione	Rocchetta SA	<i>6.700</i>
<i>AT1-20</i>	Area Tecnica per opera	Melfi	<i>1.500</i>
<i>CO1-4</i>	Cantiere Base	Melfi	<i>10.000</i>
<i>AT1-23</i>	Area Tecnica per opera	Melfi	<i>1.700</i>
<i>AT1-5</i>	Area Tecnica di stazione	Melfi	<i>5.000</i>

Va comunque evidenziato come la presente ipotesi di cantierizzazione, sopra sommariamente riepilogata e meglio rappresentata negli specifici elaborati di progetto, costituisca una soluzione tecnicamente fattibile per la realizzazione dell'intervento, ma non vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenderà attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

## 4 Componenti ambientali oggetto di indagine e criteri generali

### 4.1 Normativa generale

Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163" (norme tecniche di attuazione dell'allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007" predisposte dalla Commissione Speciale VIA, e dagli aggiornamenti del 2014: "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014". Il Progetto di Monitoraggio Ambientale è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio.

I riferimenti normativi più recenti comuni a tutte le componenti ambientali sono:

- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4. "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale". (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24);
- D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale".

Il documento approfondisce la documentazione presentata in sede di progettazione definitiva e recepisce le ottemperanze alle prescrizioni MATTM di cui al decreto 299 del 28/10/2016, ha ratificato la compatibilità ambientale del progetto "Linea ferroviaria Foggia-Potenza – Sottoprogetto 2 – Elettrificazione, rettifiche del tracciato, soppressione passaggi a livello e consolidamento sede".

### 4.2 Componenti ambientali monitorate

In seguito alla valutazione degli aspetti ed in base alle considerazioni riportate sopra, nonché a partire da quanto evidenziato dal Piano Ambientale della Cantierizzazione delle opere in oggetto, il monitoraggio ambientale verrà esteso alle seguenti componenti ambientali:

- Ambiente idrico superficiale;
- Ambiente idrico sotterraneo;
- Suolo;
- Rumore e vibrazioni;

### 4.3 Localizzazione e denominazione dei punti di monitoraggio

I punti di misura sono stati scelti tenendo conto dei possibili impatti delle lavorazioni e dell'opera sull'ambiente naturale e antropico esistente.

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte nella fase di redazione del Progetto Definitivo, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel PAC, sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate. L'esatta localizzazione è riportata nelle tavole allegate: IA4J11E69PXAC000001-6A "Progetto di monitoraggio ambientale - Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

#### **4.4 Criteri di acquisizione, archiviazione e restituzione dei dati di monitoraggio**

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del Monitoraggio Ambientale, ogni sistema di monitoraggio ambientale deve garantire, come minimo:

- controllo e validazione dei dati;
- archiviazione dei dati e aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- restituzione tematiche.

I dati di monitoraggio saranno elaborati mediante adeguati strumenti tecnologici ed informatici in grado di acquisire, trasmettere, archiviare ed analizzare coerentemente l'insieme di dati proveniente dalle diverse componenti specifiche monitorate nel tempo. I dati relativi alle diverse componenti ambientali rilevate saranno disponibili sia su archivi informatici (basati su Sistemi Informativi Territoriali), attraverso i quali è possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici, sia su documenti cartacei, da trasmettere su richiesta agli enti interessati.

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione, annotazioni di fenomeni singoli che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine. Per ciascuna componente ambientale saranno redatte, per le diverse fasi del monitoraggio, delle planimetrie, dove saranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità, ed i punti di monitoraggio.

Tali planimetrie saranno integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA subirà nel corso della costruzione dell'opera.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ogni componente ambientale monitorata, verranno prodotti rapporti periodici per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio.

Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, oltre ad una descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.

Nella fase in Corso d'Opera inoltre, con cadenza prefissata, sarà redatta, per ogni componente ambientale, una relazione di sintesi dei rapporti di misura, in cui verranno descritte le attività svolte ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte.

Nella fase post operam, per ogni componente ambientale monitorata, verrà redatta una relazione finale di sintesi, in cui verranno descritte ed evidenziate le eventuali variazioni indotte sull'ambiente successivamente alla realizzazione dell'opera e gli eventuali interventi correttivi adottati.

## 5 Relazioni specifiche delle singole componenti ambientali

### 5.1 Componente Ambiente Idrico

Il monitoraggio ambientale dell'ambiente idrico superficiale lungo il tracciato di linea ha come obiettivo quello di individuare le possibili variazioni che la realizzazione dell'opera in oggetto potrà apportare alle caratteristiche di qualità delle acque superficiali presenti nell'area di studio.

Relativamente all'ambiente idrico sotterraneo, l'obiettivo, è quello di individuare le possibili variazioni che la realizzazione dell'opera in oggetto potrà apportare alle caratteristiche di qualità delle acque di falda presenti nell'area di studio.

Per evitare alterazioni della circolazione delle acque superficiali, si dovranno adottare tutte le accortezze progettuali che mirano a mantenere la "continuità idraulica" dei corsi d'acqua attraversati. Per il sistema idrico, superficiale e sotterraneo, è necessario conservare le caratteristiche chimico-fisiche ante operam gestendo l'allontanamento delle acque di piazzale di lavorazione, in fase di cantiere, in maniera idonea ed evitando sversamenti accidentali di sostanze inquinanti. Il monitoraggio infatti è centrato sulle attività che si svolgeranno durante la fase di cantiere in quanto, una volta completata la costruzione dell'opera nelle sue diverse fasi e/o appalti, la linea ferroviaria non determinerà variazioni dello stato quali-quantitativo della risorsa idrica superficiale e/o sotterranea.

A tal proposito si dovrà agire con tali specifiche indicazioni:

1. per garantire la continuità idraulica dei corsi d'acqua, andranno eseguite delle ricognizioni dell'alveo interessato dalle opere d'arte da costruire affinché non si creino occlusioni/barriere idrologiche che impediscano il normale deflusso delle acque.
2. per garantire il mantenimento del chimismo ante-operam delle acque superficiali, si dovranno prevedere nelle aree di lavorazione, opere di allontanamento delle acque di piazzale idonee al caso (vasche di raccolta opportunamente impermeabilizzate e previste di disoleatore e dissabbiatore, ecc) e gestire materiali e sostanze al fine di evitare sversamenti accidentali.
3. per garantire il mantenimento del chimismo ante-operam delle acque di falda, si dovranno prevedere, nelle aree di lavorazione, quali gallerie ed aree e piazzali di lavorazioni, opere di allontanamento delle acque di piazzale/perforazione e fluidi annessi, idonee al caso, impermeabilizzazioni di vasche di raccolta e riutilizzo fluidi di perforazione, mantenere in perfetta condizione di utilizzo tutti i macchinari di lavorazione cantieristica, dando risalto soprattutto alle parti elettro/meccaniche che fanno ausilio di oli o lubrificanti idraulici.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam e comprenderà sia misure quantitative delle acque superficiali che determinazioni dei principali parametri chimico-fisici e batteriologici.

Le attività di monitoraggio, in considerazione del particolare regime stagionale dei corsi d'acqua attraversati e a un andamento meteo-climatico locale, si eseguirà, quando possibile ed in accordo con gli enti statali preposti, con cadenza bimestrale per la fase corso d'opera e con cadenza trimestrale per la fase post-operam, per la durata di un anno.

La fase corso d'opera durerà per l'intera durata del cantiere (885 giorni).

Per quanto riguarda la sola elettrificazione, la fase post-operam avrà inizio immediatamente al termine dei lavori, poiché la linea continuerà ad essere in esercizio.

Se queste sono le cadenze temporali generiche di monitoraggio, non va esclusa la possibilità di fasi di monitoraggio intermedie nel caso di insorgenza di un “trend negativo” del chimismo delle acque superficiali e sotterranee. Ciò verrà eseguito per non incorrere nel superamento dei limiti di legge.

### 5.1.1 Ambiente idrico superficiale

Il monitoraggio relativo alla componente “Ambiente idrico superficiale” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall’opera o prossimi ad essa, ed a risalirne le cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico pre-esistente.

#### Modalità di monitoraggio delle acque superficiali

Il monitoraggio dell’ambiente idrico superficiale lungo il tracciato di linea ha come obiettivo quello di individuare le Modalità di monitoraggio delle acque superficiali.

Le modalità attuative del monitoraggio sia in ante-operam, corso d’opera che post-operam sono le medesime e dovranno tenere conto delle condizioni meteo climatiche, del regime idrico dei corpi d’acqua. In caso di portate nulle dei corsi d’acqua e dei canali i monitoraggi non saranno effettuati.

Le modalità attuative del monitoraggio prevedono genericamente:

1. campionamenti ambientali di acque superficiali secondo protocollo legislativo vigente direttamente dal letto dell’alveo. I punti di campionamento dovranno prevedere un prelievo a valle ed uno a monte di ogni area di cantiere istituita nei pressi di attraversamento di alveo, per permettere un confronto dei dati chimici e batteriologici delle acque pre e post attraversamento delle aree di cantiere, come indicato nella Carta “Progetto di monitoraggio ambientale – Planimetria di localizzazione” in scala 1:5000 (IA4J11E69PXAC0000001-6).
2. misura della portata di ogni alveo attraversato tramite ausilio di idromulinello. I punti di monitoraggio dovranno essere necessariamente uno a monte ed uno a valle di ogni area di cantiere istituita nei pressi di attraversamento dello stesso. Ciò permetterà di valutare se l’area di cantiere sarà causa di alterazione della continuità idraulica nell’alveo stesso e di prevenirla in tempi rapidi con opportuni interventi ingegneristici.

#### Aree sensibili e individuazione dei punti da monitorare al loro interno

Sulla base delle indicazioni progettuali emerse durante la progettazione esecutiva si evidenzia che le interferenze sui corpi idrici superficiali individuati nello SIA saranno in sostanza limitate alla realizzazione del nuovo scatolare a S. Nicola di Melfi che prevede la realizzazione di interventi in alveo.

Saranno previste campagne di prelievo di campioni di acqua ai fini della definizione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque mediante analisi di laboratorio.

Nonostante la marcata stagionalità che caratterizza il regime idrico dei torrenti oggetti di monitoraggio, che risultano spesso asciutti, si evidenzia che nei periodi di maggiore piovosità il monitoraggio delle acque superficiali permetterà di identificare con immediatezza situazioni di alterazione che possono avvenire a monte del punto di campionamento quali ad esempio versamenti di sostanze inquinanti.

Si prevede il posizionamento di punti di campionamento per l'analisi *in situ* dei principali parametri chimico-fisici e per il prelievo di campioni d'acqua destinati alle analisi di laboratorio, a monte e a valle dell'opera in progetto, al fine di poter intervenire tempestivamente con analisi mirate in caso questi superino le soglie di attenzione, in occasione delle quali, sarà possibile effettuare un campionamento completo volto all'individuazione di tutti i parametri e alla verifica dell'effettivo coinvolgimento dell'opera nello scarico.

La realizzazione di rilevamenti anche nel tratto a monte delle aree di cantiere garantirà di fatto di determinare lo stato di bianco del corpo idrico.

L'ubicazione per i prelievi dovrà essere la medesima per ogni campagna di monitoraggio in modo da confrontare i dati sempre nelle medesime condizioni di campionamento.

Il numero di punti previsti per le attività e la frequenza di queste ultime, è indicata di seguito.

Acque superficiali	Fasi	Frequenza e durata
ASU_xx.x	AO	1 monitoraggio
	CO	Bimestrale (*) – durata cantiere (885 giorni)
	PO	Trimestrale – 1 anno (*)

(\*) La durata e la frequenza possono variare in caso di particolari lavorazioni cantieristiche o all'insorgere di un "trend negativo" del chimismo delle acque superficiali

Misure	Posizione	Corso d'acqua Monitorato
ASU_01.1	Monte	Nuovo scatolare c/o San Nicola di Melfi
ASU_01.2	Valle	

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei diversi corsi d'acqua impattati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

#### Parametri oggetto del monitoraggio

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli "obiettivi di qualità" e/o variazioni di "stato/classe di qualità" del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;

#### Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

- **Portata (in situ)**  
È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).  
Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

#### Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**  
I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preliminare all'inizio dei lavori, ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Temperatura acqua*

*Temperatura aria*

*pH*

*Conducibilità elettrica*

*Ossigeno disciolto*

*Solidi disciolti totali (TDS)*

*Solidi sospesi totali (TSS)*

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al

valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione hanno ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Calcio*

*Sodio*

*Potassio*

*Magnesio*

*Cloruri*

*Cloro attivo*

*Fluoruri*

*Solfati*

*Bicarbonati*

*Nitrati*

*Nitriti*

*Ammmonio*

*Ferro*

*Cromo VI*

*Cromo totale*

*Idrocarburi BTEX*

*Idrocarburi Totali*

*Piombo*

*Zinco*

*Rame*

*Nichel*

*Cadmio*

*Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)*

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di

cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- Parametri biologici e fisiografico-ambientali

*STAR.ICMI*

*Indice ISECI*

*IFF*

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un "bianco" per la tipologia di corpo idrico considerato.

L'indice ISECI effettua una valutazione sullo stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua e costituisce l'indice da utilizzare nella classificazione dei corpi idrici superficiali per l'EQB pesci, l'indice valuta la composizione e l'abbondanza della fauna ittica.

L'indice di Funzionalità Fluviale (IFF) consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come sinergia tra il biotopo e la biocenosi del sistema acquatico e gli ecosistemi terrestri collegati ad esso.

Per il monitoraggio delle acque superficiali sono stati selezionati dei parametri-indicatori tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella seguente e saranno utilizzati per le fasi: AO, CO e PO.

*Tabella 1 - Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (fasi AO, CO e PO)*

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	µS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO2/l
Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)	APAT4020	mg/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l

Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
solforati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
CromoVI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
Btexs	EPA5030 + EPA8260	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l
Piombo	EPA6020	mg/l
zinco	EPA6020	mg/l
rame	EPA6020	mg/l
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	mg/l
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)	MANUALE APAT 2007	-
Indice ISECI	Protocollo Ispra	-

Nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale da eseguirsi in fase di Corso d'Opera (CO), presso le aree di cantiere che saranno utilizzate per il deposito temporaneo dei materiali di scavo/demolizione relativi all'opera, al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee, si prevede di eseguire il monitoraggio delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo, per i parametri contenuti nella tabella:

Tabella 2 - Parametri da monitorare in fase CO per le acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio

Tipologia parametro	Parametro – Indicatore
Biologico	Concentrazione di nutrienti (azoto e fosforo)
Fisico	Temperatura dell'acqua
	Conducibilità

	Ph
	Torbidità
	Potenziale redox
Chimico	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc. (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo SQA-MA)
	Durezza
	Cloruro
	Solfati
	BOD5
	COD
	Ossigeno disciolto

In particolare, si prevede di procedere al campionamento ed analisi delle acque di percolazione provenienti dalle aree di deposito temporaneo unicamente nei casi in cui ne sia prevista la dispersione al suolo mediante la realizzazione di pozzetti perdenti. Nei casi in cui si prevedono sistemi di captazione delle acque di ruscellamento superficiale e successivo scarico – in fognatura o in corpo idrico superficiale – l'appaltatore dovrà rispettare quanto previsto dalla normativa ambientale vigente nonché quanto eventualmente prescritto dagli Enti titolari dei procedimenti autorizzativi relativi a tali scarichi. Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati in una sezione, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

### Metodiche e strumentazione di monitoraggio

#### Misure di Portata

Le misure di portata saranno realizzate sulle sezioni precedentemente individuate, il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
  - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale:1 misura a 2.5 cm di profondità;
  - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
  - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$ ;
  - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$ ;
  - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a prof= $2.5+(altezza-5)/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*3/4$ ;
- Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
  - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
  - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
  - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a prof= $6+(altezza-12)/2$ ;
  - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $6+(altezza-12)/3$  e prof= $6+(altezza-12)*2/3$ .
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
  - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
  - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
  - Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-18)/2$ ;
  - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-18)/3$  e prof= $6+(altezza-18)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a prof= $6+(altezza-18)/4$ , prof= $6+(altezza-18)*2/4$ , prof= $6+(altezza-18)*3/4$ ;
  - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
  - Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a è cm di profondità;
  - Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
  - Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-26)/2$ ;
  - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-26)/3$  e prof= $6+(altezza-26)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a prof= $6+(altezza-26)/4$ , prof= $6+(altezza-26)*2/4$ , prof= $6+(altezza-26)*3/4$ ;
  - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

#### Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la Conducibilità elettrica, il pH e l'Ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

#### Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)

L'indice di funzionalità fluviale consente di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale in merito alla funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'IFF è un'indagine che consiste in un'analisi critica delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di studio. L'indagine viene effettuata in un periodo compreso tra il regime idrologico di morbida e magra in fase di attività vegetativa. L'indagine consiste in 14 domande relative ai comparti ambientali che costituiscono il fiume oggetto di studio, distinguendo tra sponda destra e sinistra poiché possono presentare caratteristiche notevolmente diverse, alle risposte vengono assegnati dei pesi numerici raggruppati in quattro classi.

L'IFF viene valutato compilando in campo una scheda mentre si risale il fiume da valle a monte, identificando di volta in volta un tratto omogeneo in base alle caratteristiche da rilevare, per il quale andrà compilata un'unica scheda. Questa si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Le domande contenute nella scheda sono relative ai seguenti aspetti:

- Condizioni vegetative delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua;
- Ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive;
- Struttura dell'alveo;
- Caratteristiche biologiche.

Dopo la compilazione della scheda si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di IFF per ciascuna sponda, al valore di IFF viene associato il relativo Livello di funzionalità e Giudizio di Funzionalità consentendo di avere un giudizio sintetico sulle caratteristiche degli ecosistemi biotici e abiotici presenti.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Figura 38 - Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimenti.

L'IFF sarà valutato in corrispondenza dell'opera in progetto per una lunghezza di circa 1 km (500 metri a monte e 500 metri a valle dell'opera), individuando i tratti omogenei del corso fluviale.

#### Indice STAR ICMI

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log <sub>10</sub> (Sel <sub>EPTD</sub> +1)	Log <sub>10</sub> (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
		1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln\left(\frac{n_i}{A}\right)$ (sull'intera comunità)	0.083

Figura 39 - Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1.

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- Calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- Conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tabella precedente;

- Normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

#### Indice ISECI

La valutazione dello stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua viene effettuata sulla base di due criteri principali:

- la naturalità della comunità intesa come la ricchezza determinata dalla presenza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico;
- la condizione biologica delle popolazioni indigene, in termini di capacità di autoriprodursi ed avere le normali dinamiche ecologico-evolutive.

Oltre questi due principali criteri, l'ISECI tiene conto di altri tre elementi di valutazione aggiuntivi; quali il disturbo dovuto alla presenza di specie aliene, la presenza di specie endemiche, e all'eventuale presenza di ibridi.

Per ciascuna stazione di campionamento viene preliminarmente individuata in via teorica la comunità ittica attesa in considerazione dei seguenti elementi:

- distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale dei taxa presenti nelle acque interne italiane);
- ecologia della specie;
- periodo di campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici).

L'individuazione della comunità ittica attesa dovrà tenere in considerazione i seguenti aspetti: eventuali indagini faunistiche pregresse, posizione geografica del corso d'acqua e tipo di habitat presente nel corso d'acqua in esame.

Per quanto riguarda il campionamento, sarà eseguito in ottemperanza al protocollo metodologico elaborato da APAT-ISPRA (2008).

Il valore dell'ISECI sarà calcolato come somma pesata delle funzioni normalizzate, degli indicatori descritti in precedenza. I valori dell'ISECI vengono quindi convertiti in classi da I a V corrispondenti a giudizi sintetici che vanno da elevato a cattivo.

Classi	Valore dell'ISECI (F)	Giudizio sintetico sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Giudizio esteso sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Colore (per la rappresentazione cartografica)
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	si veda ZERUNIAN, 2004a	Blu
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	si veda ZERUNIAN, 2004a	Verde
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	si veda ZERUNIAN, 2004a	Giallo
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	si veda ZERUNIAN, 2004a	Arancione
V	$0 < F \leq 0,2$	Cattivo	si veda ZERUNIAN, 2004a	Rosso

Figura 40 - Parametri e Classi per il calcolo dell'ISECI

### 5.1.2 Ambiente idrico sotterraneo

#### Modalità di monitoraggio delle acque sotterranee

Le modalità attuative del monitoraggio sia in ante-operam, corso d’opera che post-operam sono le medesime e prevedono campionamenti ambientali di acque di falda secondo protocollo legislativo vigente direttamente da piezometri a tubo aperto realizzati con metodo di perforazione ambientale.

Le attività di monitoraggio si eseguiranno, quando possibile e in accordo con gli enti statali preposti, una volta nella fase ante opera, con cadenza bimestrale per la fase corso d’opera e con cadenza trimestrale per il post-operam (per la durata di un anno).

Se queste sono le cadenze temporali generiche di monitoraggio, non va esclusa la possibilità di fasi di monitoraggio intermedie in caso di particolari lavorazioni cantieristiche o dell’insorgere di un “trend negativo geochimico” delle acque stesse, che indicherà una probabile alterazione del loro stato iniziale. Ciò verrà eseguito per non incorrere nel superamento dei limiti di legge.

#### Aree sensibili e individuazione dei punti da monitorare

Le scelte delle aree che dovranno essere sottoposte a monitoraggio dell’ambiente idrico sotterraneo (fisica, chimica e batteriologica delle acque), per le fasi di ante-operam, corso d’opera e post-operam, tiene conto delle aree di cantiere e delle attività più significative in esse svolte.

Le aree di cantiere individuate nella Carta “Progetto di monitoraggio ambientale – Planimetria localizzazione punti di monitoraggio” in scala 1:5000 (IA4J11E69PXAC0000001-6A) dovranno prevedere un piezometro a tubo aperto. Si potranno riutilizzare piezometri eseguiti nella fase di studio preliminare purché siano stati realizzati con metodo di perforazione ambientale, e siano in ottimo stato; senza tali condizioni se ne dovranno realizzare di nuovi ad hoc in accordo con le ARPA Puglia e Basilicata.

I siti di campionamento acque e calcolo del livello statico di falda dovranno avere sempre medesima ubicazione per permettere confronti temporali del chimismo e del livello statico di falda durante le fasi di AO, CO e PO. A tal proposito è consigliabile anche prevedere una manutenzione ordinaria degli stessi piezometri per evitare insabbiamento dello stesso mediante spurgo prima della fase di ogni campionamento.

Per quanto riguarda la componente in esame, i punti individuati per effettuare il monitoraggio, sono indicati nella Carta “Progetto di monitoraggio ambientale – Planimetria di localizzazione” in scala 1:5000 (IA4J11E69PXAC0000001-6A).

I punti così individuati sono da considerare anche per il monitoraggio della circolazione idrica sotterranea.

Acque sotterranee	Fasi	Frequenza e durata
ASO_C xx	AO	1 monitoraggio
	CO	Bimestrale – durata cantiere (885 giorni)
	PO	Trimestrale – 1 anno (*)

(\*) la durata e la frequenza possono variare in caso di particolari lavorazioni cantieristiche o all'insorgere di un "trend negativo" del chimismo delle acque sotterranee

Misure	Opera da monitorare
ASO-C_01	CO_1-2
ASO-C_02	
ASO-C_03	CO_1-3
ASO-C_04	
ASO-C_05	AT_1-20
ASO-C_06	

I punti di misura sono stati scelti rispettando il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle idrogeologico, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

#### Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittori che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

#### Indagini quantitative

- Livello piezometrico su pozzi: Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

#### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Temperatura*

*Ph*

*Conducibilità*

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Calcio*

*Sodio*

*Potassio*

*Magnesio*

*Cloruri*

*Cloro attivo*

*Fluoruri*

*Solfati*

*Bicarbonati*

*Nitrati*

*Nitriti*

*Ammonio*

*Solidi disciolti totali (TDS)*

*Solidi sospesi totali (TSS)*

*Elementi in traccia*

*Ferro*

*Cromo totale*

*Piombo*

*Zinco*

*Rame*

*Nichel*

*Cadmio*

I set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella 13. I set parametrici

proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

Tabella 3 - Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

Attività di campo	Metodica	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
<b>Indagini di laboratorio</b>		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>calcio</i>	EPA6010	mg/l
<i>sodio</i>	EPA6010	mg/l
<i>potassio</i>	EPA6010	mg/l
<i>magnesio</i>	EPA6010	mg/l
<i>cloruri</i>	APAT4020	mg/l
<i>cloro attivo libero</i>	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
<i>fluoruri</i>	APAT4020	µg/l
<i>solfati</i>	APAT4020	mg/l
<i>bicarbonati</i>	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	meq/l HCO <sub>3</sub>
<i>nitrati</i>	APAT4020	mg/l
<i>nitriti</i>	APAT4020	µg/l
<i>ammonio</i>	APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003	mg/l
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	UNI EN 15216:2008	mg/l
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
<i>ferro</i>	EPA6020	µg/l
<i>cromo totale</i>	EPA6020	µg/l
<i>piombo</i>	EPA6020	µg/l
<i>zinco</i>	EPA6020	µg/l

<i>rame</i>	EPA6020	$\mu\text{g/l}$
<i>nichele</i>	EPA6020	$\mu\text{g/l}$
<i>cadmio</i>	EPA6020	$\mu\text{g/l}$
<i>idrocarburi totali (come n-esano)</i>	EPA5021 8015 UNI 9377	$\mu\text{g/l}$

### Specifiche e strumentazione di monitoraggio

#### Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

#### Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche;

- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche;
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni.

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile. Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

## **5.2 Componente Suolo e Sottosuolo**

Il monitoraggio ambientale del suolo e sottosuolo lungo il tracciato ferroviario ha come obiettivo quello di individuare le possibili variazioni che la cantierizzazione necessaria alla realizzazione dell'opera in oggetto potrà apportare alle caratteristiche pedologiche e geomorfologiche dell'area.

Per evitare alterazioni dello stato ambientale iniziale di tale componente, in generale, si dovranno adottare tutte le accortezze progettuali che mirano sia a mantenere l'equilibrio naturale della porzione di territorio attraversato dall'opera ma soprattutto a ridurre il rischio e possibili interferenze generate dall'inserimento dei cantieri lungo la fascia di territorio situata a ridosso della linea. Ogni fase realizzativa dell'opera dovrà quindi prevedere un opportuno monitoraggio in accordo con l'ente di controllo competente (ARPA Puglia e Basilicata).

### 5.2.1 Modalità di monitoraggio per la componente pedologica

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle operazioni di impianto dei cantieri e alle relative lavorazioni in corso d'opera.

Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti all'impianto e alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modificazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- modificazioni delle caratteristiche agronomiche del terreno vegetale stoccato nei cantieri e riutilizzato per il ripristino dei medesimi o per le aree destinate a verde;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, infiltrazione di sostanze chimiche, etc.).

Si prevedono, quindi, monitoraggi nelle tre fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Il monitoraggio ante-operam sarà volto alla conoscenza di fertilità e caratteristiche chimico-fisiche del suolo.

Il monitoraggio in corso d'opera è finalizzato al controllo periodico della correttezza nella gestione e conservazione dei cumuli di terreno vegetale, facendo sempre riferimento alle recenti normative riguardanti il "Riutilizzo delle Terre e rocce da scavo".

Il monitoraggio post-operam viene effettuato al fine di verificare il corretto ripristino delle caratteristiche pedologiche ed agronomiche dei terreni, a seguito dello smantellamento dei cantieri.

Il monitoraggio si distingue nelle due seguenti tipologie di attività:

1. monitoraggio dei suoli nelle aree di cantiere dove è previsto il ripristino dei medesimi e la sistemazione allo stato ante-operam al termine dei lavori;
2. monitoraggio delle eventuali aree di stoccaggio del terreno vegetale da reimpiegare per rinterri e riambientalizzazioni.

Allo scopo di ottenere informazioni esaustive riguardanti la qualità dei suoli, nelle fasi ante-operam e post-operam verranno eseguite indagini mediante scavi finalizzati alla determinazione delle caratteristiche pedologiche delle aree. Le indagini, da eseguirsi tramite pozzetti stratigrafici, si spingeranno fino alla profondità di 1,5-2 m per caratterizzare il profilo costituito dai diversi orizzonti rilevati. Nell'ambito dei pozzetti si provvederà alla determinazione sia dei parametri pedologici del sito, sia dei principali parametri fisico-chimici. Verranno inoltre raccolti dei campioni (2 per ciascun punto di indagine, rappresentativi di differenti quote), che saranno sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione di eventuali sostanze inquinanti correlate alle attività di cantiere.

In corso d'opera il monitoraggio riguarderà anche le eventuali aree di stoccaggio dei terreni da riutilizzare nei ripristini al termine delle lavorazioni, ed avrà lo scopo di verificare i seguenti parametri:

1. altezza massima dei cumuli di terreno di stoccaggio;
2. corretta gestione dei cumuli di terreno;
3. eventuale presenza di situazioni di contaminazione che possano avere interessato il terreno vegetale.

Il monitoraggio verrà effettuato tramite analisi visive, con cadenza legata ai tempi di avanzamento lavori per tutta la fase corso d'opera. Sono escluse dal monitoraggio le aree interessate allo stoccaggio dei terreni che verranno riutilizzati per la costruzione dei rilevati o per il confezionamento di altri materiali da costruzione.

### 5.2.2 Aree sensibili ed individuazione dei punti da monitorare

I punti di monitoraggio individuati nell'elaborato "Progetto di monitoraggio ambientale – Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" in scala 1:5000 (IA4J11E69PXAC0000001-6A) sono relativi sia agli aspetti pedologici, sia a quelli geomorfologici, sulla base dei seguenti criteri:

Il monitoraggio rispetto alla componente pedologica riguarderà l'area strettamente destinata all'Opera, le aree di cantiere, le aree adibite alla conservazione, in appositi cumuli, dei suoli e tutte quelle aree che possono essere considerate ricettori sensibili di eventuali inquinamenti a causa dell'Opera, sia in fase di costruzione che di attività della stessa, per particolare sensibilità o significatività del ricettore stesso, e quindi da intendere sia in termini di fragilità che di qualità del suolo.

<i>Suolo e sottosuolo</i>	<i>Fasi</i>	<i>Frequenza e durata</i>
SUO xx	AO	1 monitoraggio
	CO	bimestrale – durata cantiere (885 giorni)
	PO	trimestrale – 1 anno

Misure	Area di Cantiere
SUO_01	CO_1-2
SUO_02	CO_1-3
SUO_03	AT_1-20

### Parametri oggetto del monitoraggio

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali del punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.

Tabella 4 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi A.O. e P.O.)

<b>Parametri suolo e sottosuolo (fasi a.o. e po)</b>	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza

<b>Parametri suolo e sottosuolo (fasi a.o. e po)</b>	
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Roccosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
	Contenuto in scheletro
	Concrezioni e noduli
	Efflorescenze saline
Fenditure o fessure	
Ph	
Parametri chimici (Analisi di laboratorio)	Capacità di scambio cationico
	Azoto totale
	Azoto assimilabile
	Fosforo assimilabile
	Carbonati totali
	Sostanza organica
	Capacità di ritenzione idrica
	Conducibilità elettrica
	Permeabilità
	Densità apparente

Il monitoraggio della fase di Corso d’Opera (CO) è riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell’attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell’ambito dei lavori. Oltre all’analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde) andranno effettuate analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti. La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l’eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale.

Al riguardo si fa riferimento ai parametri elencati nella tabella seguente, verificati in situ per registrare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato.

Tabella 5 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - cumuli (fase CO)

Parametri suolo e sottosuolo – cumuli (fase CO)	
Parametri da rilevare in situ	Provenienza e destinazione del cumulo
	Altezza del cumulo
	Pendenza scarpate
	Verifica attecchimento idrosemia (% superficie del cumulo inerbita)
	Presenza specie autoctone, sinantropiche ed infestanti
	Presenza commistione di terreno sterile e vegetale

#### Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; Hodgson, J.M. (ed.) (1997) – Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [Guaitoli F., Matranga M.G., Paladino A., Perciabosco M., Pumo A., Costantini E.A.C. (1998) - Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stagionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) ed agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto.

### Profilo del suolo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza) sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5–7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofite (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle

profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

#### Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e la analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto

#### Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da nord in senso orario;
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali;
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

Cod.	Descrizione
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)
CT	Terrazette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	Assente

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

Cod.	Descrizione
------	-------------

0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno aerea del punto di monitoraggio;
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

Scala numerica	Granulometria	Permeabilità
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

Classe	Descrizione
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente

Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

#### Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

<b>Classe tessiturale (codice)</b>
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)

Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

- **Struttura:** entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- **Consistenza:** caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- **Porosità:** vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";
- **Umidità:** condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

- **Contenuto in scheletro:** frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- **Concrezioni e noduli:** presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- **Efflorescenze saline:** determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1 \div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

- **Fenditure o Fessure:** vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza";

- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio. I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

#### Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria:

<b>Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)</b>	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;
- Azoto assimilabile;
- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5;
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno;
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black;
- Capacità di ritenzione idrica;
- Conducibilità elettrica;
- Permeabilità;
- Densità apparente.

### 5.3 Componente Rumore e Vibrazioni

#### 5.3.1 Modalità di monitoraggio della componente rumore

Per quanto riguarda la componente "rumore" è da evidenziare che il possibile inquinamento acustico indotto dalla linea ferroviaria è in relazione sia con la fase di costruzione, sia con la fase di esercizio.

Gli impatti previsti derivano da:

- inquinamenti sonori dovuti alle lavorazioni dei cantieri fissi;
- inquinamenti sonori dovuti alle realizzazioni delle S.S.E.;
- inquinamenti sonori dovuti al passaggio dei treni sulla linea.

Il monitoraggio della componente rumore sarà effettuato in prossimità delle aree di cantiere (misure tipo RUC) e ha lo scopo di determinare il livello di rumore per i ricettori sensibili al rumore derivante dalle attività che si svolgono nei cantieri fissi e nei cantieri per la realizzazione delle SSE.

Per la fase CO tale monitoraggio si pone anche come strumento di supporto alla Direzione Lavori, finalizzato a determinare l'andamento dei livelli sonori nelle aree di cantiere, allo scopo di poter verificare eventuali superamenti dei limiti normativi ed individuare contestualmente i sistemi per contenere tale impatto acustico;

Per la tipologia di misure RUC verranno rilevati per 24 ore in continuo i seguenti parametri acustici:

- LA,eq nel periodo di massimo disturbo;
- LA,eq con tempo di integrazione di 1 ora;
- I valori su base oraria dei livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- LA,eq sul periodo diurno (06-22);
- LA,eq sul periodo notturno (22-06);
- time history delle eccedenze, ovvero dei superamenti della soglia posta a 70 dB(A).

Per tutte le misure verranno rilevati inoltre i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- umidità relativa dell'aria;
- velocità del vento;
- precipitazioni.

Le misure tipo RUC saranno effettuate una sola volta nella fase AO prima dell'avvio delle attività di cantiere, mentre durante le lavorazioni, le misure di tipo RUC saranno effettuate su ciascun punto con cadenza almeno trimestrale e, comunque, con cadenza tale da rappresentare al meglio la variabilità delle condizioni di esposizione acustica al variare delle lavorazioni. Per ciascun punto verranno eseguite al massimo due misure.

I punti di monitoraggio per il rumore sono stati individuati, sia in prossimità della linea ferroviaria che delle aree di cantiere e di lavoro; alcuni punti saranno funzionali al monitoraggio di più tipologie di misure.

Le misure verranno effettuate, ovunque possibile, con fonometro installato in esterno in prossimità del ricettore, sul lato più esposto alla sorgente di rumore.

### 5.3.2 Modalità di monitoraggio della componente vibrazioni

Un'opera ferroviaria può indurre degli impatti di tipo vibrazionale riconducibili alle operazioni di costruzione (fase CO) e al passaggio dei convogli sulla linea (fase PO).

Le misure delle vibrazioni hanno lo scopo di verificare l'effetto di disturbo sulla popolazione (annoyance) e su particolari attività produttive sensibili (ad es. sale operatorie o laboratori di precisione) provocato dalle attività costruttive e dall'esercizio della nuova linea ferroviaria.

Il parametro fisico da monitorare è l'accelerazione distinta in frequenza in terzi di ottava. Tali accelerazioni devono essere misurate contemporaneamente in corrispondenza del piano terra e dell'ultimo piano dell'edificio considerato. In particolare, dovranno essere misurate contemporaneamente le accelerazioni in direzione verticale (asse z) e nelle due direzioni ortogonali alla verticale (asse x, y), al centro del solaio.

La metodologia di monitoraggio prevede l'impiego di strumenti (accelerometri) in grado di misurare le tre componenti di moto. Tali strumenti, disposti al centro dei solai di un piano basso e di un piano alto dell'edificio, saranno collegati ad un sistema di acquisizione multicanale in grado di campionare i segnali mantenendo la corretta ampiezza e fase degli stessi. Ovviamente le misure devono essere eseguite contemporaneamente sui due piani dell'edificio e sui tre assi di riferimento.

Per la componente vibrazioni si prevedono postazioni di misura del tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO.

### 5.3.3 Aree sensibili e individuazione dei punti da monitorare al loro interno

#### Rumore

L'individuazione delle aree sensibili in cui realizzare i monitoraggi è stata effettuata sulla base:

- delle caratteristiche del territorio in cui si propaga il rumore originato dall'opera (orografia del terreno, presenza di elementi naturali o artificiali schermanti);
- delle caratteristiche geometriche, tipologiche e di emissione della sorgente in esame;
- della classificazione acustica del territorio interessato, prestando la massima attenzione alla presenza di centri abitati e ai ricettori sensibili di classe I.

Per la maggior significatività e portata dei dati si sono privilegiati i nuclei aggregati rispetto ad abitazioni isolate, seppur individuate come ricettori sensibili.

I tratti allo scoperto della linea sono rappresentati prevalentemente da un edificato extraurbano di bassa densità edilizia fatta eccezione per alcune aree più densamente abitate, come Ortona, Rionero in Vulture e Melfi.

Sulla base di quanto indicato in linea metodologica generale, le postazioni di misura che si prevede di effettuare sono situate in ognuno dei tratti allo scoperto dell'infrastruttura ad evidenziare le situazioni che potenzialmente possono arrecare un disturbo alla popolazione tenendo conto, comunque, che sulla base delle analisi modellistiche non sono necessari interventi antirumore, né in fase di esercizio, né in fase realizzativa.

Quindi, le postazioni di misura di seguito indicate rappresentano una forma cautelativa di controllo strumentale rispetto alle ipotesi di lavoro effettuate nello Studio; in particolare, il Cantiere Operativo CO\_1.1, nei pressi dell'abitato di Ortona.

Di seguito una sintesi delle tempistiche delle attività di monitoraggio per il rumore.

Rumore	Cantiere	Fase	Frequenza/durata
RUC_01	CO_1-1	AO	1 misura prima dell'inizio delle attività di cantiere
		CO	trimestrale per tutta la fase di cantiere (885 giorni)

L'esecuzione dei rilievi avverrà a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE,TR	SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente: $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.
LAeq,TR	è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente: $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR; k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato

	con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq,F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

Si evidenzia inoltre che, durante le fasi di costruzione (CO), potranno essere previsti monitoraggi spot del rumore lungo le vie di transito dei mezzi pesanti con modalità e tempistiche da definire in funzione dell'effettiva entità dei traffici. La localizzazione di tali punti di misura sarà concordata a sede locale a valle dell'approvazione del progetto di viabilità di cantiere da parte delle amministrazioni competenti, in funzione del cronoprogramma delle attività e sulla base di eventuali situazioni critiche che si venissero a riscontrare.

### Vibrazioni

L'individuazione delle aree sensibili è stata effettuata tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche;
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale, svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: scuole).

I punti da monitorare coincidono in linea di massima con i ricettori individuati nelle aree sensibili e sono tali da coprire esaurientemente il fenomeno.

A questo fine, in riferimento alla situazione di esercizio ferroviario, si considerano quei ricettori che nell'analisi della componente vibrazioni hanno evidenziato un certo livello di significatività.

Per quanto concerne invece la situazione in corso d'opera, viene prevista la verifica presso i ricettori più esposti sulla base della distanza e della tipologia di opere da realizzare.

In particolare, il Cantiere Operativo CO\_1.1, nei pressi dell'abitato di Ortona.

Per le misure relative all'esercizio ferroviario, in via cautelativa, sono stati inseriti tutti i ricettori indicati nella componente del quadro ambientale anche se alcuni di essi hanno evidenziato differenze molto esigue rispetto ai limiti di riferimento. Seguendo questo principio e considerando la presenza già allo stato attuale della linea ferroviaria anche se non ammodernata dagli interventi di progetto, si prevedono le verifiche ante-operam su tutti i ricettori nella sola fase ante-operam, mentre nella fase post-operam le verifiche saranno effettuate solo sui ricettori che hanno evidenziato, in ante-operam, un'effettiva potenziale interferenza. Si stima in prima approssimazione che tale condizione venga raggiunta per le classi di significatività B, C, D.

Di seguito una sintesi delle tempistiche delle attività di monitoraggio per le vibrazioni.

Rumore	Cantiere	Fase	Frequenza/durata
VIC_01	CO_1-1	AO	1 misura prima dell'inizio delle attività di cantiere
		CO	trimestrale per tutta la fase di cantiere (885 giorni)

I rilievi saranno eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale. Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \times a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. L'accelerometro sfrutta la tecnologia LVM (Low impedance voltage mode) che permette di convertire l'alta impedenza dei segnali elettrici generati dal cristallo piezoelettrico in una tensione a bassa impedenza per trasmettere il segnale sui cavi elettrici e mantenere un'eccellente immunità al rumore elettrico, tanto che la sensibilità di detto accelerometro è pari a 517.50 mV/g corrispondente a 52,77 mV/m/s<sup>2</sup> nel range di frequenza da 1Hz a 3000 Hz. Il rumore elettrico equivalente è, invece, pari a 0.0001 G corrispondente a 0,980665 mm/s<sup>2</sup>. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad 1/3 di ottava. Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della normativa ISO 2631. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

Negli spettri elaborati sarà sovrapposta, inoltre, la curva indicata dalle norme ISO 2631 per la soglia di sensibilità umana tra 1-80 Hz e quella caratteristica degli ambienti di lavoro (curva ISOX4). Ciò potrà essere utile per paragonare i valori ottenuti alla soglia di percezione umana.

Come precedentemente riportato per la componente rumore, si evidenzia inoltre che, durante le fasi di costruzione (CO), potranno essere previsti monitoraggi spot delle vibrazioni lungo le vie di transito dei mezzi pesanti con modalità e tempistiche da definire in funzione dell'effettiva entità dei traffici. La localizzazione di tali punti di misura sarà concordata a in sede locale a valle dell'approvazione del progetto di viabilità di cantiere da parte delle amministrazioni competenti, in funzione del cronoprogramma delle attività e sulla base di eventuali situazioni critiche che si venissero a riscontrare.



**LINEA POTENZA – FOGGIA – AMMODERNAMENTO  
SOTTOPROGETTO 2 – ELETRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO,  
SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE**

**LOTTO 1.1 – ELETRIFICAZIONE CERVARO-ROCCHETTA-S. NICOLA**

**PROGETTO MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4J	11	E 69 RG	AC 00 00 001	B	124 di 124