



FERROVIE EMILIA ROMAGNA s.r.l.

LINEA FERROVIARIA BOLOGNA - PORTOMAGGIORE

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI
INFRASTRUTTURALI PER L'AMMODERNAMENTO ED IL POTENZIAMENTO
DELLA LINEA

PROGETTO DEFINITIVO

Aggior.	Data	Descrizione	Disegnato	Progettato	Verificato	Acquisito	Approvato
C	20/07/2014	AGGIORNAMENTO PER VARIANTE AL POC				Mardegan	Carbone
1	8/1/2009	EMISSIONE PER CDS				Gillio Tos	Carbone
0	17/11/08	EMISSIONE				Gillio Tos	Carbone

RELAZIONE GENERALE

Commessa	Lotto	Fase	Opera	Parte d'Opera	Progressivo	Tipo	Scala	Dimensioni	IL COMMITTENTE
D0	L0	D	PG	RG	001	RT	-	A4	

	METRO ENGINEERING srl		Prof. Ing. Renato Vitaliani	
	S.TE.P. S.n.c.		COGEO Studio Geologico Associato	
	COORDINAMENTO Dot. Ing. Ignazio Carbone		PROGETTAZIONE Dot. Ing. Ignazio Carbone	Dot. Ing. IGNAZIO CARBONE DIRETTORE TECNICO

LINEA FERROVIARIA BOLOGNA PORTOMAGGIORE

**PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PER
L'AMMODERNAMENTO ED IL POTENZIAMENTO DELLA LINEA**

RELAZIONE GENERALE

**LOTTO 1 INTERRAMENTO TRATTA SAN VITALE RIMESSE
LOTTO 2 INTERRAMENTO TRATTA VIA LARGA**

INDICE

1. GENERALITÀ	5
2. NORME GENERALI E STANDARD DI RIFERIMENTO	6
2.1. GENERALITÀ	6
2.2. STANDARD DI TRACCIATO	6
2.2.1 Riferimenti normativi	6
2.2.2 Caratteristiche geometriche del tracciato	6
3. CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO	10
3.1. TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO DEFINITIVO	10
3.1.1 Lotto 1 San Vitale –Rimesse	10
3.1.2 Lotto 2 Via Larga	11
4. FERMATE	13
4.1. FERMATA IN TRINCEA RIMESSE	13
4.2. FERMATA IN TRINCEA VIA LARGA	14
5. PROBLEMATICHE E MODALITÀ COSTRUTTIVE	16
5.1. PREMESSE	16
5.2. MODALITÀ DI COSTRUZIONE	16
5.2.1 Generalità	16
5.2.2 Galleria di linea a cielo aperto	17
5.2.3 Sottopasso ponte di via Bentivogli	19
5.2.4 Trincea lotto 2 via Larga	19
5.3. MONITORAGGIO	21
5.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO	21
6. INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI	23
6.1. LOTTO 1 SAN VITALE -RIMESSE	23
6.1.1 Interferenze con le reti fognarie	23
6.1.2 Interferenze con reti per il convogliamento fluidi (acqua e gas)	25
6.1.3 Interferenze con reti elettriche e telefoniche	25
6.2. LOTTO 2 VIA LARGA	26
6.2.1 INTERFERENZE CON LE RETI FOGNARIE	26
6.2.2 INTERFERENZE CON RETI PER IL CONVOGLIAMENTO FLUIDI (ACQUA E GAS)	27
6.2.3 INTERFERENZE CON RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE	27
7. VIABILITÀ E SISTEMAZIONI SUPERFICIALI	29
7.1. LOTTO 1 SAN VITALE- RIMESSE	29
7.1.1 Sistemazione finale	29
7.1.2 Caratteristiche plano-altimetriche del tracciato	30

7.1.3	Interventi in fase realizzativa.....	30
7.1.4	Sistemazioni superficiali.....	30
7.2.	LOTTO 2 VIA LARGA.....	30
7.2.1	Sistemazione finale.....	30
7.2.1	Caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.....	31
7.2.1	Interventi in fase realizzativa.....	31
7.2.2	Sistemazioni superficiali.....	32
8.	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI.....	33
8.1.	GENERALITÀ.....	33
8.2.	ARMAMENTO.....	33
9.	ESPROPRI ED ASSERVIMENTI.....	34
9.1.	GENERALITÀ.....	34
10.	FASI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE.....	36
10.1.	GENERALITÀ.....	36
10.2.	FASI DI REALIZZAZIONE LOTTO 1.....	36
10.3.	FASI DI REALIZZAZIONE LOTTO 2.....	39
11.	PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE.....	41
11.1.	PREMESSA.....	41
11.2.	DESCRIZIONE DEL CRONOPROGRAMMA.....	41
12.	CRONOPROGRAMMA.....	43

1. GENERALITÀ

Le opere previste nel Progetto Definitivo sono state suddivise in due Lotti funzionali al fine di poter organizzare gli interventi di realizzazione. Tale divisione nasce anche dal fatto che le due tratte non sono contigue e i tempi per la realizzazione delle opere sono differenti, inoltre la distinzione tra due Lotti è funzionale a una migliore organizzazione dei lavori e non preclude la possibilità di intervenire su una sola delle tratte.

Il Lotto 1 -San Vitale Rimesse-, ricadente nella tratta compresa tra le progressive km 2+084.300 e km 3+328.107, prevede la realizzazione del tratto terminale di completamento della galleria S. Vitale già realizzata, e l'intervento di eliminazione del passaggio a livello di via Rimesse.

Il Lotto 2 -Via Larga- ricade nella tratta compresa tra le progressive km 4+229,85 e km 5+161,80, include i passaggi a livello di via Cellini e via Larga e consiste essenzialmente nell'abbassamento del binario esistente di circa 5,50 m in corrispondenza della nuova fermata di via Larga e nel rimodellamento di via Scandellara, funzionale alla realizzazione di un parcheggio e di una nuova pista ciclo-pedonale.

In linea generale le caratteristiche funzionali e gli standard di riferimento adottati sono congruenti ed in analogia con le caratteristiche già adottate per il resto della tratta interrata, e più in generale, sull'intera linea, salvo gli adeguamenti alle specifiche caratteristiche proprie del presente Lotto.

Il Progetto individua pertanto una sequenza di fasi operative per la realizzazione delle opere che sono in maggior dettaglio evidenziate nel successivo capitolo 10).

Il progetto dell'interramento della linea, che si sviluppa interamente nell'ambito urbano del Comune di Bologna, interessa pertanto sia le problematiche dell'interramento della linea ferroviaria, che gli interventi per l'eliminazione del passaggio a livello di via delle Rimesse e di via Larga, chiudendo definitivamente il passaggio a livello di via Cellini.

Nello sviluppo del presente Progetto Definitivo sono state naturalmente recepite le indicazioni espresse dal Committente in fase di approvazione del precedente Progetto Preliminare, della procedura di Screening Ambientale e relative prescrizioni e dell'accordo siglato tra Comune di Bologna, Provincia di Bologna e Regione Emilia Romagna.

La presente Relazione Descrittiva si propone di fornire sintetiche indicazioni sulle principali problematiche tecniche affrontate dal Progetto Definitivo, rimandando agli elaborati grafici ed alle relazioni specialistiche le informazioni necessarie alla corretta definizione delle opere da realizzare.

2. NORME GENERALI E STANDARD DI RIFERIMENTO

2.1. GENERALITÀ

Le opere contemplate dal presente progetto sono conformi alla legislazione e normativa vigente. In particolare sono stati rispettati i dettami di:

direttive della UE, se direttamente applicabili;

leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano;

istruzioni e norme di enti normatori (RFI, CNR, UNI, CEI, EN, CEN, ecc.);

fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

2.2. STANDARD DI TRACCIATO

2.2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel Progetto Definitivo della tratta in oggetto sono state rispettate le principali norme relative ai franchi di sicurezza, di orientamento per la progettazione, costruzione dell'infrastruttura ferroviaria quali la legge 26 aprile 1974, n. 191, la CEI EN 50119 relativa ai franchi di sicurezza delle linee elettrificate e al regolamento di attuazione con DPR 1 giugno 1979 n. 469 relative alla prevenzione degli infortuni sul lavoro, alla DPR 11 luglio 1980 n. 753 per norme in materia di Polizia, Sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e altri mezzi di trasporto e alla Circolare n. L. 41.343.7.1. – VELOCITA' MASSIME D'ORARIO, per quanto riguarda il calcolo di tracciato.

2.2.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO

Assunto che la velocità su questa tratta è posta di "Rango A" si determinano le sue caratteristiche:

Raggio di curvatura

I raggi minimo adottati nel Progetto sono:

- $R = m\ 355,00$ in corrispondenza all'attacco della linea preesistente.

Pendenza massima in linea

La pendenza massima adottata nel Progetto è di:

- $P = 0.018$ per il binario definitivo interrato

Raggio altimetrici

I raggi minimo adottati nel Progetto sono:

- R = m 2600 (Lotto 1)
- R = m 2500 (Lotto 2)

Sopraelevazione del binario in curva

La sopraelevazione massima adottata in curva corrisponde a:

- 80 mm (Lotto 1)
- 30 mm (Lotto 2)

ed è realizzata ruotando il binario attorno al suo asse.

Velocità limite di percorrenza della curva

La velocità massima adottata in curva corrisponde a:

- $Vl = 4,62\sqrt{R} = 87 \text{ Km/h}$

Ponendo $a_c = 0.6 \text{ m/s}^2$ e sopraelevazione $h = 160 \text{ mm}$

Velocità di "Rango A"

La velocità massima adottata $VA = 60 \text{ Km/h}$

Verifica dell'accelerazione non compensata

Il valore assunto dall'accelerazione non compensata, conseguente all'assunzione di velocità in "Rango A" è dato dalla seguente relazione:

$$a_c = \frac{V^2}{3,6^2 R} - \frac{h}{153}$$

dove a_c , V , R ed h assumono il seguente significato:

- a_c accelerazione centrifuga non compensata m/s^2
- V velocità di percorrenza delle curva km/h
- R raggio della curva m
- h sopraelevazione mm

L'accelerazione centrifuga non compensata, su curve sopraelevate, deve rientrare nel seguente limite:

- valore massimo $0,6 \text{ m/s}^2$

Coefficiente d'urto laterale

Il coefficiente d'urto laterale (Ψ) è dato dalla seguente relazione:

$$\Psi = \frac{V\Delta a_c}{3,6L}$$

dove Ψ , V , Δa_c ed L assumono il seguente significato:

- | | | |
|--------|---|----------------|
| Ψ | coefficiente d'urto (jerk) laterale lungo la curva di transizione | m/s^3 |
| V | velocità di percorrenza della curva | km/h |

Δa_c	variazione dell'accelerazione centrifuga non compensata fra l'inizio e la fine della curva di transizione	m/s ²
L	lunghezza della curva di transizione	m

Il coefficiente d'urto laterale può assumere i seguenti valori:

valore massimo	0,25 m/s ³
-----------------------	-----------------------

Velocità di rotazione (di rollio)

La velocità di rotazione (ω) è data dalla seguente relazione:

$$\omega = V \frac{h}{3,6L}$$

dove ω , V ed L assumono il seguente significato:

ω	coefficiente di sollevamento lungo la curva di transizione	rad/s
V	velocità di percorrenza della curva	km/h
h	Sopraelevazione del binario	m
L	lunghezza della curva di transizione	m

Il coefficiente d'urto laterale può assumere i seguenti valori:

valore massimo	0,036 m/s
-----------------------	-----------

Curve di transizione (Clotoide)

La curva che permette la transizione tra rettilineo e curva circolare è una clotoide di equazione:

$$A^2 = R L$$

dove A, R ed L assumono il seguente significato

A	parametro della clotoide	m ²
R	raggio della curva circolare, al termine della curva di transizione	m
L	lunghezza della clotoide	m

La lunghezza di una curva di transizione deve essere determinata in modo che, alla velocità effettiva di percorrenza della curva (cioè quella che risulta dal diagramma di trazione della linea), non si ecceda il valore raccomandato del coefficiente d'urto.

Raccordi di sopraelevazione

Di norma il raccordo di sopraelevazione deve essere effettuato lungo i raccordi di transizione.

Lo sghembo massimo dovuto al raccordo di sopraelevazione deve rispettare i seguenti vincoli:

valore massimo normale	2,5 mm/m
-------------------------------	----------

La pendenza del raccordo di sopraelevazione è funzione della velocità (V) espressa in km/h:

$$VA < 194/p$$

Dove VA = velocità di rango assunta e p = pendenza

Raggio altimetrici

Dato che l'esercizio con materiale rotabile a 2 piani tipo Vivalto può essere svolto solo a condizione che la linea di contatto sia mantenuta a una altezza minima di 4,85 m dal piano ferro l'altezza della linea di contatto dal piano del ferro è stata progettata alle quote:

- h = m 4,85 (Lotto 1)
- h = m 5,2 (Lotto 2)

La differenza tra le quote dei due Lotti nasce dalla presenza di criticità nel Lotto 1 che impediscono di mantenere a 5,2 m l'altezza della linea aerea.

3. CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

3.1. TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO DEFINITIVO

3.1.1 LOTTO 1 SAN VITALE –RIMESSE

Il tracciato del Lotto 1 inizia in corrispondenza alla fine della galleria già realizzata in fase di interrimento della fermata S. Vitale, alla prg. 2+084.300.

Al termine dei lavori, il tracciato planimetrico della nuova linea risulterà sostanzialmente analogo a quello della esistente linea in superficie.

Poiché da inizio lotto sin quasi all'intersezione con via Bentivogli erano già state realizzate delle paratie laterali, delle quali si è provveduto ad individuarne l'esatta posizione planimetrica attraverso un rilievo topografico di dettaglio, si è infatti mantenuto il medesimo tracciato posizionando l'asse del nuovo binario all'interno delle paratie esistenti, mantenendo quindi la attuale posizione planimetrica.

Il tracciato si posiziona quindi in asse all'attuale fornice esistente sotto il ponte di via Bentivogli, per consentire il sottopasso dello stesso.

All'uscita dal sottopasso di via Bentivogli, trova collocazione l'allargamento della galleria per predisporre i locali tecnici necessari alla gestione degli impianti meccanici, elettrici di sicurezza della galleria stessa: la linea prosegue poi con una ampia curva ($R = 1.787,00$ m) in direzione di via Rimesse e, superata tale intersezione, si riconnetta al tracciato esistente in corrispondenza dei due ponti delle linee RFI, alla prg. 3+328.107, con uno sviluppo complessivo dell'intervento pari a m 1.243,81.

Lo sviluppo planimetrico del tracciato è essenzialmente costituito da curve di raggi variabili (con un minimo di $R = 355,00$ m), collegati da raccordi clotoïdali, uno sviluppo curvilineo di ampio raggio per la maggior parte del tracciato, ed un tratto rettilineo terminale, di circa m 270.

Dal punto di vista altimetrico, la livelletta iniziale si sviluppa, fin quasi all'intersezione con via Fabbri sostanzialmente in prosecuzione di quella esistente nella galleria già realizzata, con la pendenza del 2‰.

Successivamente la livelletta si abbassa, con la pendenza del 18‰, per consentire il superamento dell'intersezione con il ponte di via Bentivogli e per rispettare i vincolo di quota determinati dal collettore fognario esistente lungo via Libia: per non approfondire oltre l'indispensabile l'andamento altimetrico della linea, in corrispondenza di questo ultimo vincolo l'altezza libera dal Piano Ferro è stata ridotta all'altezza minima di m 5,25 che permettesse di mantenere l'altezza della linea di contatto a 4,85 m dal piano del ferro, quasi

al minimo assoluto consentito dalla normativa FS, cioè 5,20, e sono state introdotte alcune livellette, con differenti pendenze, per migliorare i relativi raccordi.

Superato il vincolo del collettore fognario di via Libia, e della successiva tubazione Ø180, la linea inizia la risalita in superficie con una pendenza costante del 18‰, fin a raccordarsi altimetricamente con il binario esistente.

Lungo tale tratta di risalita trova collocazione la fermata di Rimesse, in corrispondenza della quale la livelletta è stata aumentata dal 2‰ al 4‰ rispetto al Progetto Preliminare per permettere di mantenere la linea di contatto a quota 4,85 m dal piano ferro.

Si ritiene opportuno evidenziare che la pendenza della livelletta in questa tratta terminale del Lotto, che determina la collocazione della fermata Rimesse in una trincea aperta, è il compromesso tra alcune esigenze tra loro contrastanti, ma tutte condizionanti la pendenza della linea stessa.

Si è cercato infatti di trovare un equilibrio tra la necessità di garantire l'attraversamento della linea da parte del collettore fognario, attualmente posto in via Rimesse, che avrebbe suggerito una quota del piano ferro "alta", con la necessità di non appesantire troppo l'impatto determinato dal nuovo manufatto di scavalco della viabilità di via Rimesse nei riguardi del tessuto urbano circostante.

In aggiunta a ciò la modifica della pendenza al 4 ‰ permette di portare la luce netta minima all'intradosso dello scavalco di via Rimesse alla quota di 5,43 m. Il progetto della palificazione prevede che vengano realizzati due pali con lo scavalco largo 10,10 m a metà circa della campata lunga 35 m; adottando una sospensione con braccio di poligonazione ribassato (h. 970 mm), eventualmente riducibile facendo ricorso a tirantini di poligonazione ribassati, e una lunghezza del pendino centrale di 25 cm, in corrispondenza dello scavalco la distanza minima tra la portante e l'intradosso del medesimo sarebbe dell'ordine dei 25 cm circa, superiore ai 15 cm di franco minimo richiesti dalla normativa (CEI EN 50119).

Tali contrastanti esigenze sono state ulteriormente condizionate dall'opportunità di non approfondire la quota della nuova linea nella zona di allaccio con il binario esistente: infatti tale connessione avviene in corrispondenza dei forni degli esistenti ponti ferroviari FS.

E' evidente che una livelletta sufficientemente "alta" in tale zona riduce la necessità di particolari interventi atti a garantire la staticità delle fondazioni dei ponti stessi.

3.1.2 LOTTO 2 VIA LARGA

Il tracciato del Lotto 2 inizia alla prg. km 4+187.83 e termina alla prg. km 5+169.85.

Al termine dei lavori, il tracciato planimetrico della nuova linea risulterà sostanzialmente analogo a quello della esistente linea in superficie. Le caratteristiche più importanti del nuovo tracciato risiedono nell'andamento altimetrico, studiato per poter risolvere le interferenze con l'attraversamento di via Larga, realizzando una banchina di fermata di 160 m , chiudendo

allo stesso tempo l'attraversamento a raso di via Cellini, regolato oggi da Passaggio a livello.

Dal punto di vista altimetrico, la livelletta iniziale, dopo un breve tratto con pendenza del 2,5‰ e un raccordo parabolico raggio 3000 m, assume la pendenza del 18‰ raggiungendo un dislivello di 90 cm rispetto all'attuale piano campagna all'intersezione con via Cellini. La livelletta con pendenza al 18‰ viene mantenuta per uno sviluppo di 246,16 m sino al raccordo parabolico raggio 3000 m precedente al tratto della banchina di fermata con pendenza del 2‰. La quota del piano del ferro in banchina varia da 45,795 m lato Bologna a 45,500 m lato Porto Maggiore. Nel tratto successivo alle banchine il profilo ricomincia a guadagnare quota con una pendenza del 18‰ per raccordarsi con il piano campagna esistente. Il raccordo le due livellette -2‰ e +18‰ avviene tramite un R.P. raggio 3000 m di 60 m di sviluppo; in questo tratto la linea sottopassa lo scavalco di via Larga, realizzato per risolvere l'attraversamento viario della linea. La posizione altimetrica in corrispondenza di via Larga è strettamente vincolata sia dalla presenza dello scolmatore posto a una quota f.t. di 43,43 m al di sopra del quale passa la linea, che dall'impalcato dello scavalco di via Larga. Per poter risolvere l'interferenza con lo scolmatore il progetto prevede di realizzare due pozzi a monte e a valle della futura galleria a cielo aperto, per intercettare il collettore di 150 cm di diametro e sostituirlo in seguito alla realizzazione delle paratie con uno scatolare di maggior superficie e minor altezza, al di sopra del quale si sviluppa il corpo stradale ferroviario. L'intervento prevede anche la realizzazione di uno scavalco viario sul sedime dell'attuale via Larga dotato di doppia corsia di marcia e pista ciclopedonale. Si ipotizza di utilizzare anche in fase di cantiere il futuro scavalco di via Larga per permettere l'attraversamento dei veicoli.

4. FERMATE

4.1. FERMATA IN TRINCEA RIMESSE

La fermata è in trincea a banchina laterale ed è ubicata nella posizione dell'attuale fermata ferroviaria.

La banchina, lunga 160 m e larga a circa 3,70 m, è posta in prossimità di via Rimesse, ad una quota di circa -1,50 m dal piano campagna, mentre in prossimità del giardino pubblico le quote del terreno collocano la banchina a circa -2,90 m dal piano campagna.

La fermata presenta tre ingressi: il primo lato Bologna è costituito da una scala fissa accoppiata ad un ascensore in prossimità di via Rimesse; il secondo, realizzato nella stessa posizione centrale dell'esistente e il terzo più a est sono costituiti da scale fisse ubicate all'interno del giardino pubblico.

Il gruppo scala fissa/ascensore consente il collegamento della banchina di fermata al marciapiede della nuova viabilità di via Rimesse da realizzarsi ad una quota superiore (a circa 5 m dal piano banchina) rispetto all'esistente; dalla banchina si accede direttamente all'ascensore/scala fissa.

I locali tecnologici a servizio della fermata Rimesse (locale macchine ascensore, locale apparecchiature elettriche) sono stati ricavati nei vani sottoscala in adiacenza al vano ascensore, e in un'apposita rientranza ricavata nella struttura di contenimento del terreno in corrispondenza della scala di accesso 3 lato Porto Maggiore.

Lungo il perimetro della fermata e sui manufatti emergenti al piano campagna, sarà prevista una fascia segnaletica riportante indicazioni sui percorsi, i servizi, i divieti e la segnaletica di sicurezza.

Per la pavimentazione della banchina saranno utilizzati masselli autobloccanti in conglomerato cementizio, mentre per quanto riguarda la finitura dei muri delimitanti la trincea di banchina, questa sarà realizzata imprimendo dei motivi in rilievo ai getti di cls tramite matrice resinosa applicata direttamente ai casseri di getto.

Il corridoio di collegamento, le scale fisse e l'ascensore saranno rivestiti in lastre di Serizzo. L'accessibilità ai disabili visivi sarà consentita dalla realizzazione dei percorsi tattili a pavimento ("Loges") realizzati in lastre di cls vibrocompreso, integrati dal posizionamento di mappe tattili lungo i percorsi.

4.2. FERMATA IN TRINCEA VIA LARGA

La nuova Fermata di via Larga, il cui asse è posto alla progr. Km 0+447,20 , si sviluppa parallelamente alla via Scandellara, con banchina unica di altezza cm. 55 dal piano del ferro, di lunghezza utile m. 160,00 e di larghezza m. 3,70. La nuova banchina è posta a quota variabile tra 46,35 e 46,05 e prevede il collocamento di scale (n. due rampe di larghezza m. 2,40) ed ascensore per disabili, necessario a superare il dislivello di circa m. 4,00 esistente con il piano di calpestio degli accessi esterni, posto a quota (50,15). Nelle ore in cui non sarà espletato il servizio viaggiatori, i cancelli esterni di accesso al vano ascensore piano campagna e piano banchina saranno chiusi e sorvegliati con apposite telecamere.

Nella parte centrale della banchina è presente una pensilina, di lunghezza m. 80,00 realizzata in c.a. nella struttura stessa della fermata per una maggiore praticità e per ridurre i costi di manutenzione. La pensilina si estende a coprire i due varchi di accesso alle scale di risalita, posti circa 25 m e 45 m dall'asse stazione. L'ascensore per i disabili è posto in posizione centrale, in corrispondenza dell'apposito parcheggio realizzato in superficie, al fine di minimizzare l'estensione del percorso.

Al di sotto del piano strada nella parte di allargamento strutturale compresa tra le due rampe di scale trovano posto i locali tecnologici della fermata. L'accesso ai locali avviene da porte tagliafuoco situate in banchina, al di sotto della rampa della scala di accesso est si trova il grigliato che permette l'accesso alle pompe e alla vasca di aggotamento.

Dalle banchine si può accedere a tre disimpegni che distribuiscono due locali ognuno: dal primo sul lato Bologna si può accedere al locale contatori/BT e al locale quadri elettrici/UPS; dal secondo al locale telecomunicazioni e al locale macchine ascensori; dal terzo a un locale a disposizione e al locale pompe situato sopra la vasca di aggotamento di cui sopra.

La sistemazione esterna della fermata è stata sviluppata, secondo gli accordi convenuti con il Comune di Bologna, rimodellando la sede stradale esistente di via Scandellara. La nuova sezione stradale prevede il mantenimento del marciapiedi esistente sul lato nord della strada, la realizzazione di una carreggiata stradale composta da una corsia per senso di marcia di larghezza complessiva m. 6,50, al cui margine è prevista una fascia di m. 5,25 adibita a parcheggio.

Sono previsti due attraversamenti ciclopedonali della linea a cavallo della fermata di via Larga, uno in prossimità dell'inizio delle banchine lato Bologna, connesso con il sottopasso realizzato al di sotto della rampa dello svincolo autostradale; l'altro in corrispondenza dello scavalco viario di via Larga.

La prima passerella ciclo-pedonale di attraversamento della linea è posta alla progr. Km 0+367,20 prima dell'allargamento della galleria all'inizio delle banchine di fermata, in modo da ridurre la luce di attraversamento e ridurre la sezione dell'impalcato. La quota di estradosso è posta a 52,25 m mentre la rampa di collegamento con la via Scandellara verso gli accessi di fermata si sviluppa in leggero aggetto lungo le banchine, sfruttando la trave di

coronamento delle paratie come elemento strutturale di sostegno. La rampa di 4 m di larghezza si sviluppa per 46,25 m raggiungendo quota 50,15 con un dislivello di 2.10 m e una pendenza del 4% ; l'aggetto al di sopra delle banchine permette di mantenere sia un marciapiede di m. 1,50 tra la rampa e la fascia di parcheggio (m. 5,25) che di lasciare invariata la larghezza della nuova sede stradale di via Scandellara (m. 6,50). Dall'attraversamento ciclopedonale in direzione Centro città è prevista la realizzazione della sola pista ciclabile di larghezza m. 2,50 in fregio alle paratie di progetto; poco prima dell'allargamento stradale determinato dall'incrocio con via del Carpentiere è posto il termine del parcheggio, l'area residuale tra il marciapiede e la pista ciclabile sarà sistemata a verde.

La seconda passerella ciclo-pedonale consente la continuità dei percorsi ciclabili nord-sud lungo via Larga e si sviluppa in sede propria sullo stesso impalcato di attraversamento della linea ferroviaria, mantenendosi sul lato orientale in maniera tale da evitare interferenze con il traffico veicolare.

5. PROBLEMATICHE E MODALITÀ COSTRUTTIVE

5.1. PREMESSE

Data la varietà di situazioni che devono essere affrontate nell'intervento vengono adottate diverse tipologie di sezioni strutturali:

- galleria a cielo aperto a singolo binario, realizzata fra paratie esistenti, in corrispondenza alla tratta iniziale della galleria di linea;
- galleria a foro cieco a singolo binario, adottata solo in corrispondenza del passaggio al disotto del cavalcavia Bentivogli;
- galleria a cielo aperto a singolo binario, realizzata fra paratie, in corrispondenza dell'allargamento della galleria Libia;
- galleria a cielo aperto a singolo binario, realizzata fra paratie, in corrispondenza alla galleria di linea;
- trincea a singolo binario, realizzata fra paratie, in corrispondenza della rampa di risalita, della fermata Rimesse e del Lotto 2 via Larga.

Le problematiche che interessano le opere di linea sono soprattutto relative alle interferenze con sottoservizi e con la viabilità esistente ed ai condizionamenti legati al mantenimento dell'esercizio in fase di realizzazione dei diaframmi.

La falda è sempre al disotto del piano di scavo, anche valutando possibili fluttuazioni stagionali per cui non esistono problematiche di ordine idrogeologico.

Pertanto, in analogia anche con il tratto di galleria esistente, le opere non sono state impermeabilizzate ad esclusione della predisposizione della fermata Libia ove, data la funzione dell'opera, è stato adottato un sistema di impermeabilizzazione completo di contropareti in calcestruzzo.

Lungo la linea è pertanto prevista solamente l'impermeabilizzazione della soletta di copertura.

5.2. MODALITÀ DI COSTRUZIONE

5.2.1 GENERALITÀ

Nel presente progetto sono previsti i seguenti metodi costruttivi:

Galleria a cielo aperto

in spazi aperti ove, previa bonifica dei sottoservizi, le strutture definitive -a partire dal fondo- vengono realizzate tradizionalmente all'interno di uno scavo contenuto da paratie in c.a. di

tipo definitivo, la copertura della galleria è realizzata mediante elementi prefabbricati con getto di completamento, per permettere l'attività di realizzazione delle opere in galleria, senza l'intralcio dei banchinaggi e delle casserature previste dal metodo tradizionale.

Galleria a foro cieco

con gallerie scavate in tradizionale previo trattamenti di consolidamento del terreno e realizzazione di un ombrello di micropali a protezione della sezione di scavo, laddove non sussistono, in superficie, possibilità alternative di intervento causa la limitatezza di spazio legata alla presenza delle fondazioni del cavalcavia Bentivogli

Trincee

scavo in trincea in spazi aperti ove, previa bonifica dei sottoservizi, le strutture definitive, per l'interramento della linea vengono realizzate con terreno sostenuto da:

- paratie di altezza variabile con rapporto altezza fuori terra e altezza di infissione circa 1.
- scatolare aperto (una struttura ad U) all'interno di uno scavo contenuto da palancole provvisoriale
- Muri di contenimento per trincee superficiali.

5.2.2 GALLERIA DI LINEA A CIELO APERTO

Nel tratto iniziale del Lotto 1 sono già stati realizzati i diaframmi perimetrali, durante la fase di realizzazione della tratta di galleria precedente.

Di tali paratie è stato possibile individuarne la testa con un rilievo di dettaglio ed è stata realizzata una campagna di indagini per la individuazione della lunghezza e delle caratteristiche strutturali.

In base ai risultati di tali indagini, si è ritenuto che la lunghezza di paratia esistente risulta inadeguata al sostegno della scavo, in considerazione delle quote del profilo di progetto.

E' stata quindi ipotizzata la realizzazione di una nuova paratia, a tergo di quella esistente, solidarizzata in testa con quest'ultima al fine di far funzionare gli elementi di contrasto (puntoni) che verranno posti in opera in fase di scavo. Lo scavo in trincea sarà possibile solo dopo la disattivazione del binario esistente.

Di conseguenza, anche ove esitano già le paratie, la sequenza operativa sarà la seguente:

Sequenza delle fasi (paratie contrastate con puntoni/tiranti):

1. sbancamento fino a quota di imposta della paratia;
2. esecuzione delle paratie perimetrali, previa formazione da piano campagna delle corree di guida;
3. formazione sulla testa delle paratie della trave correa di collegamento tra i pannelli;
4. scavo all'interno delle paratie per fasi successive fino a 0.50 m al di sotto della quota prevista per i singoli ordini di puntoni/tiranti;
5. posa del corrispondente ordine di puntoni/tiranti;

6. approfondimento dello scavo fino alla quota di posa del sottofondo;
7. formazione del sottofondo in calcestruzzo magro e getto delle strutture di fondo e dei drenaggi;
8. regolarizzazione delle paratie
9. formazione della copertura con elementi prefabbricati con getto di completamento ed impermeabilizzazione della stessa previa formazione del massetto di pendenza, creando un isolamento sull'intero perimetro della struttura;
10. formazione massetto di protezione, rinterri e ripristini superficiali.

Allargamento galleria Libia

L'allargamento della galleria per realizzare i locali tecnici viene realizzato mediante scavo tra paratie.

Con riferimento alle ipotesi di progetto, si individuano due fasi:

Fase di scavo

Si prevede l'uso di pareti gettate (paratie di diaframmi) impermeabili, riducendo al minimo la decompressione del terreno; tale metodo consente di raggiungere notevoli profondità.

Durante le fasi di ribasso dello scavo, le paratie saranno contrastate mediante la posa in opera di puntoni e di tiranti.

Fase definitiva

Esaurito l'effetto dei tiranti o rimossi i puntoni, il contrasto verrà offerto dalle strutture interne definitive: solettone di fondo, solette in c.a. della copertura.

Sequenza delle fasi (paratie tirantate o con puntoni)

1. sbancamento fino a quota di imposta della paratia;
2. esecuzione delle paratie, previa formazione da piano campagna delle corree di guida;
3. scavo all'interno delle paratie per fasi fino a 0.50 m al di sotto della quota prevista dei singoli ordini di tiranti/puntoni;
4. esecuzione e tesatura dei tiranti/ posa dei puntoni;
5. approfondimento dello scavo fino alla quota di posa del sottofondo;
6. formazione del sottofondo in calcestruzzo magro, posa dell'impermeabilizzazione e getto delle strutture di fondo;
7. ripresa dell'impermeabilizzazione a ridosso delle paratie previa regolarizzazione delle stesse;
8. getto delle contropareti;

9. formazione della copertura con le stesse modalità di galleria ed impermeabilizzazione della stessa previa formazione del massetto di pendenza, creando un isolamento sull'intero perimetro della struttura;
10. formazione massetto di protezione, rinterri e ripristini superficiali;
11. completamento delle opere di galleria.

5.2.3 SOTTOPASSO PONTE DI VIA BENTIVOGLI

Per la galleria a foro cieco di sottopasso del ponte di via Bentivogli, si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. il trattamento preventivo di una fascia di terreno esterna al profilo di scavo per conferire al terreno le necessarie risorse di resistenza meccanica e di rigidità al fine di limitare i cedimenti nella successiva fase di scavo
2. realizzazione di una serie di micropali come sottofondazioni delle strutture esistenti
3. realizzazione di una serie di micropali ad ombrello per il sostegno della sezione di scavo
4. l'attacco dello scavo dai pozzi corrispondenti con le porzioni di galleria realizzati a cielo aperto
5. l'avanzamento dello scavo, non più di un metro per volta; attraverso i pozzi di attacco viene portato in superficie tutto il materiale di risulta;
6. prima di procedere con lo scavo, dovranno essere posate in opera immediatamente le centine per calotta e piedritti, e dovrà essere realizzato un getto di cls proiettato armato con rete metallica o fibrorinforzato al fine di limitare i cedimenti conseguenti allo scavo;
7. al termine dello scavo sarà gettata la struttura definitiva in c.a. a partire dall'arco rovescio poi le murette e la calotta e delle strutture interne di banchina.

5.2.4 TRINCEA LOTTO 2 VIA LARGA

Paratie

La realizzazione del binario di progetto in corrispondenza della fermata di via Larga prevede lo scavo in trincea con terreno sostenuto da paratie di altezza variabile con rapporto altezza fuori terra e altezza di infissione circa 1. Lo scavo in trincea sarà possibile solo dopo la disattivazione del binario esistente.

Le paratie sono costituite, per le massime altezze fuori terra (6.50m÷7.50m), da diaframmi spessore 1.00m da prog.0+294.24 a prog.0+600.00. La distanza interna tra i diaframmi (al netto delle fodere di rivestimento) in tale tratto è variabile è precisamente pari a:

1. 6.00m negli intervalli di prog. 294.24÷367.20 e 527.20÷600.00;

2. 8.50m negli intervalli di prog. 367.20÷418.40 e 498.00÷527.20;
3. 11.50m nell'intervallo di prog. 418.40÷498;

I diaframmi in corrispondenza della fermata sono collegati inferiormente con un solettone di spessore 0.80m. Tra le prog. 0+485.70 e 0+497.20, dove è prevista la vasca di aggotamento, lo scavo, approfondito di 3m circa rispetto alla normali altezze, darà luogo ad una altezza massima fuori terra della paratia di poco superiore a 10m. In tale tratto, data la transitorietà della massima altezza di scavo, cioè sino alla realizzazione della vasca e soprattutto del solettone, la paratia sarà contrastata da due ordini di tiranti del tipo attivo.

I diaframmi presentano, invece, spessore di 0.80m tra le prog. 235.62 ÷ prog. 294.24 e prog. 600.00 ÷ prog. 722.50, distanza interna di 6.00m e sono collegati inferiormente con solettone di spessore 0.60m.

In corrispondenza del viadotto autostradale, data la limitata altezza disponibile tra terreno e intradosso impalcato (poco superiore a 5m), le paratie sono costituite da micropali di diametro 200mm, di lunghezza variabile da 11.00m a 9.00m e armati con tubi aventi diametro esterno 139.7mm e spessore 8mm. In particolare i micropali ubicati lato sud, al fine di limitare gli spostamenti sono disposti su due file con posizione cavalletto. In corrispondenza del lato nord è prevista una sola fila di micropali in affiancamento a quella teoricamente già presente (appresa da elaborati di Autostrade) adottata durante lo scavo per la realizzazione della pila del viadotto autostradale in prossimità del binario esistente attualmente in esercizio. Rimane inteso che in fase esecutiva si dovrà rilevare la posizione esatta di tale paratia e verificare che questa non interferisca con la soluzione prevista.

Dalla descrizione sopra riportata è stato possibile individuare per le paratie tre sezioni di riferimento. In particolare le sezioni considerate sono:

1. **Sezione 1** (in corrispondenza della prog. 0+467.21m): paratia di diaframmi spessore 1.00m, altezza massima fuori terra di circa 7m e distanza interna tra i diaframmi 11.50m;
2. **Sezione 1bis** (in corrispondenza della vasca di aggotamento): come la sezione precedente, però con massima altezza fuori terra di circa 10m e due ordini di tiranti.
3. **Sezione 2** (in corrispondenza della prog. 0+600.60m): paratia di diaframmi spessore 0.80m, altezza massima fuori terra di circa 6m e distanza interna tra i diaframmi 5.70m;
4. **Sezione 3** (in corrispondenza della prog. 0+205.00m): paratia su due file di micropali disposti a cavalletto ϕ 200mm altezza fuori terra circa 5m e lunghezza 10.00m.

Scotolare aperto

Tra le prog. 0+089.65÷0+168.57 e le prog. 0+722.50÷0+850 il progetto prevede lo scavo in trincea con altezze massime di scavo limitate a circa 4m. In tale tratto la sistemazione definitiva è con scotolare aperto avente sezione a U. La realizzazione dell'opera sarà possibile solo dopo la disattivazione del binario esistente. Per i tratti di scavo più profondi, al fine di limitarne le impronte e conseguentemente l'interferenza con le opere adiacenti si prevede l'utilizzo di opere provvisorie quali palancole per sostenere il terreno. Lo scotolare aperto presenta pareti verticali di spessore 50cm e altezza variabile da 2 a 4m. La distanza interna delle pareti è 5.70m. La fondazione ha spessore 60cm.

Muri lungo la linea:

Il progetto prevede la realizzazione di trincee poco profonde realizzate con muri di contenimento, i tratti di trincea superficiale si trovano all'inizio e alla fine del Lotto 2 e più precisamente:

- Muri lato sx e dx tra km 0+000.00 e km 0+089.65 (L = 89.65 m); hmax 1.3 m
- Muri lato sx e dx tra km 0+850.00 e km 0+987.53 (L = 137.53 m); hmax 1.3 m

5.3. MONITORAGGIO

La costruzione della linea in esame implica la soluzione di delicati problemi esecutivi e pertanto la necessità di ricorrere a un programma di misure e controlli in corso d'opera. Tale monitoraggio risulta finalizzato al controllo, durante lo scavo e dopo, delle strutture da costruire e dei manufatti esistenti (fabbricati, opere d'arte o servizi del sottosuolo), onde evitare danni o lesioni.

Per garantire lo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza, si prevede pertanto di installare tutti quegli strumenti che, costantemente tenuti sotto controllo secondo le modalità e con la frequenza che le lavorazioni in corso suggeriscono, consentano il controllo dei movimenti sia del terreno che dei manufatti adiacenti in modo da valutare le rapide variazioni dei valori di alcuni parametri significativi.

5.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Nell'ambito dello sviluppo del Progetto Definitivo, sono state effettuate delle specifiche indagini geologico-geotecniche i cui risultati costituiscono parte integrante della presente documentazione.

Sulla base delle risultanze di tali indagini è stata predisposta la Relazione geologica – geotecnica che ha determinato i parametri geotecnici del terreno ai fini del dimensionamento e del calcolo delle strutture.

Si rimanda quindi a tali documenti per i particolari e le indicazioni di dettaglio.

6. INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI

6.1. LOTTO 1 SAN VITALE -RIMESSE

6.1.1 INTERFERENZE CON LE RETI FOGNARIE

Sulla base dei dati desunti dalle planimetrie fornite dagli Enti Gestori, si è riscontrato che le interferenze tra la nuova infrastruttura e la maglia dei servizi di sottosuolo esistente, determina la necessità di interventi principalmente nei riguardi della rete fognaria.

Infatti, il tracciato della Ferrovia Veneta nel tronco tra Via Bentivogli e Via Rimesse, (tronco interessato dal progetto di parziale interrimento della linea) è attraversato da diversi collettori fognari che scendono da sud a nord, raccogliendo e convogliando gli scarichi della zona di levante della città di Bologna sino alle prime pendici collinari comprese, con pendenze che, nelle sezioni interessate dagli attraversamenti, variano attorno al 2 – 3 per mille,

Tali collettori sono di tipo misto, analogamente al resto della rete fognaria urbana, in quanto raccolgono assieme gli scarichi neri e quelli meteorici delle zone servite. Le loro sezioni sono, a seconda dei casi, di tipo ovoidale (per quelli minori) oppure rettangolare con copertura a volta (per i principali). La loro struttura portante è costituita generalmente da muratura di mattoni a 1 o a 2 teste, rivestita esternamente da cappa e/o rinfianco in calcestruzzo non armato. Nonostante l'età abbastanza avanzata (l'epoca di realizzazione è da attribuire per lo più al periodo fra le due guerre) i condotti si presentano generalmente in buono stato di conservazione. Mancando però di strutture armate idonee a resistere a forti sollecitazioni di flessione o di taglio, essi richiedono l'adozione di particolari cautele quando si effettuino operazioni di scavo a distanza ravvicinata, fino alla totale ricostruzione dei tronchi interessati da scavi al di sotto del loro piano di scorrimento.

Collettore di via Bentivogli

Attualmente esiste un condotto fognario di tipo ovoidale 100 x 150 cm che, correndo sotto l'asse stradale, attraversa in direzione perpendicolare la linea del ferro.

Dato che la struttura muraria del condotto non sopporta lo scavo di una galleria immediatamente al di sotto della sua fondazione, si prevede lo spostamento del condotto in altra sede parallela più ad ovest, da realizzarsi in elementi prefabbricati in calcestruzzo armato; la deviazione verrà attivata prima della demolizione del vecchio condotto.

Collettore di via Libia

Per ampiezza del bacino scolante e sezione del condotto, il collettore di via Libia è uno fra i principali rami della rete fognaria comunale. La sezione è di tipo inferiormente scatolare, sormontata da copertura a volta semicircolare, che parte da un'altezza di + 1,30 m dal fondo; le dimensioni massime interne sono 2.00 m in larghezza per 2,30 m di altezza totale, comprensiva della base rettangolare e della semicirconferenza superiore.

L'attuale scorrimento di fondo si trova a circa 4 m al di sotto del piano del ferro.

Il progetto prevede che la nuova galleria ferroviaria sottopassi il condotto, che verrà preventivamente ricostruito in struttura in cls armato con sezione idraulica maggiorata su altra sede a fianco dell'esistente, con caratteristiche strutturali tali da reggere le sollecitazioni dovute al cantiere ed all'assetto finale dell'opera.

Collettore parallelo alla linea ferroviaria tra via Libia e via Rimesse

Lungo il tronco ferroviario tra via Libia e via Rimesse è presente un collettore fognario ovoidale, di sezione 160x200 cm, con direzione est – ovest, che corre parallelo alla linea ferroviaria, passando:

- a monte, a sud della linea stessa, a distanza di 6 –7 m dal binario
- a valle (in prossimità di via Libia), a distanza analoga dal binario ma a nord di esso, per una lunghezza di circa 80 m.
- per confluire poi nel collettore principale della stessa via Libia, di cui si è parlato nel paragrafo precedente.

I due tratti sono quindi collegati tra loro attraverso un attraversamento della linea ferroviaria, posizionato a circa 80 m ad est dell'asse stradale di via Libia

L'interferenza viene risolta eliminando l'attraversamento del collettore prolungando il parallelismo lato sud fino alla connessione con il collettore principale di cui al paragrafo precedente..

Collettore di via Rimesse

Si tratta di un manufatto, sempre in muratura di mattoni, di forma e dimensioni del tutto analoghe a quelle del collettore già descritto in via Libia.

Poiché l'attraversamento di via Rimesse si colloca nel tratto ascendente della linea ferroviaria di progetto, quest'ultima si trova già ad una quota troppo elevata per poter sottopassare il collettore fognario (come si era invece previsto nei casi precedenti).

Si è allora previsto di realizzare una vera e propria deviazione del collettore fognario, intercettandolo più a monte lungo la via Massarenti e portandolo ad attraversare la linea ferroviaria Veneta in una sezione più ad est, in prossimità del cavalcavia delle FS. attraverso un tracciato alternativo che attraversa i giardini pubblici posti tra via Massarenti e la linea ferroviaria, e segue poi la sede stradale a nord della ferrovia stessa, sino a rientrare nel collettore esistente subito più a nord della ferrovia. La deviazione è realizzata con condotto

scatolare 200 x 250 cm, di sezione idraulica alquanto superiore a quella del collettore originario.

In corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria, quest'ultima si trova ad una quota ancora troppo bassa per consentire il passaggio del collettore fognario a piena altezza. Si è perciò previsto che in tale tratto il manufatto scatolare sopra indicato venga sostituito da una sezione idraulicamente equivalente, ma allargata e ribassata.

Si propone pertanto di adottare, in corrispondenza della sezione di attraversamento, un manufatto fognario di tipo scatolare 400 x 115 cm, che presenta una sezione idraulica di 4.60 mq, (comunque maggiore rispetto al condotto esistente che misura soli 4.17 mq).

I dislivelli misurati tra il punto di partenza e quello di arrivo del tronco in variante sono tali da assicurare una pendenza più che adeguata alla variante stessa.

Ai fini della valutazione della funzionalità idraulica dell'intervento va poi considerato che la scabrezza del nuovo condotto scatolare, in calcestruzzo gettato contro ferro, risulta notevolmente inferiore a quella del vecchio condotto in muratura, favorendo ulteriormente il deflusso delle acque.

6.1.2 INTERFERENZE CON RETI PER IL CONVOGLIAMENTO FLUIDI (ACQUA E GAS)

In corrispondenza di via Bentivogli, i condotti dei sottoservizi (fognatura esclusa) passano sopra l'impalcato del ponte stradale esistente, e non vengono quindi interessati dai sottostanti lavori sulla linea ferroviaria.

Lungo la via Libia esiste una tubazione per gasdotto in ghisa del diametro di 350 mm. Si prevede pertanto di deviarla in una sede provvisoria con un condotto "volante" per consentire l'esecuzione dei lavori ferroviari, e poi ripristinarla, ma in acciaio, nella stessa sede stradale. In corrispondenza dell'incrocio con via Rimesse analoga operazione verrà effettuata sia per gli acquedotti (due condotti di diametro rispettivamente 400 e 250 mm) sia per il gasdotto (una tubazione da 250 mm). In questo caso però le condotte definitive dovranno essere posizionate sul lato orientale della struttura del cavalcavia stradale di futura realizzazione.

6.1.3 INTERFERENZE CON RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE

In corrispondenza dell'attraversamento di via Bentivogli le reti elettriche e telefoniche, come già quelle di acqua e gas, non sono interessate dall'intervento in quanto passano sopra l'impalcato del ponte esistente, che non viene toccato.

In corrispondenza di via Libia le deviazioni vengono effettuate entro polifore realizzate sopra la parte di solaio già gettata, con successiva immediata eliminazione di quelle esistenti per consentire l'avanzamento del Cantiere

Nel nodo di via Rimesse si è invece previsto di posare le nuove polifore a fianco della lunga variante fognaria già precedentemente illustrata, utilizzando la stessa fascia di occupazione e la stessa organizzazione cantieristica

6.2. LOTTO 2 VIA LARGA

6.2.1 INTERFERENZE CON LE RETI FOGNARIE

Il tracciato della Ferrovia Veneta nel tratto a cavallo del cavalcavia della tangenziale, (tratto interessato dal progetto di parziale interrimento della linea) è attraversato da due importanti collettori fognari che scendono da sud a nord, in corrispondenza dei due assi stradali di via Cellini e di via Larga.

Attraversamento di Via Cellini

Il sottosuolo di via Cellini, è percorso da un tronco del cosiddetto collettore fognario di levante (a sezione venticinque e di tipo misto), realizzato in calcestruzzo gettato in opera, che trasporta i reflui della zona orientale della città verso il depuratore centralizzato di Corticella. Dato che la profondità di interrimento della linea ferroviaria in corrispondenza dell'incrocio con via Cellini è ancora modesta (dell'ordine di 1 metro circa) il collettore di Levante sottostante, essendo posato ad una profondità di gran lunga superiore, non ne viene interessato.

Attraversamento di Via Larga

In corrispondenza dell'attraversamento di via Larga, il profilo della futura linea ferroviaria interrata interseca la calotta superiore di un collettore fognario circolare del diametro di 150 cm, posato con funzione di scolmatore di piena del collettore di Levante (già menzionato nel paragrafo precedente), che scende da sud a nord lungo l'asse stradale di via Larga correndo a notevole profondità.

Al fine di mantenere la continuità di tale collettore, si prevede di ricostruirlo nella stessa sede per il tratto di lunghezza necessaria, con un manufatto a sezione rettangolare di maggiore larghezza e minore altezza, tali però da mantenere invariata o maggiorata la luce libera del condotto e quindi la sua funzionalità idraulica.

La sezione rettangolare di variante sarà realizzata posando due manufatti scatolari affiancati di misure interne 120 x 80 cm ciascuno (misure commerciali) che assicurano una sezione bagnata complessiva pari a mq 1,92, superiore a quella del condotto originario (mq 1,77). Il tronco in variante sarà collegato a monte e a valle con quello esistente mediante apposite camere di raccordo sotterranee da realizzare in opera.

6.2.2 INTERFERENZE CON RETI PER IL CONVOGLIAMENTO FLUIDI (ACQUA E GAS)

Attraversamento di Via Cellini

Il futuro abbassamento della sede ferroviaria in trincea a circa 1 metro di profondità dal piano stradale comporta l'interferenza con un esistente condotto dell'acquedotto del diametro di 110 mm posato entro fodero in acciaio del diametro di 200 mm.

Tale tubazione dovrà pertanto essere abbassata, secondo le vigenti normative, ad una profondità di 2 metri al di sotto della futura quota del ferro, cioè circa 3 metri al di sotto dell'attuale piano stradale.

Non sono presenti condotti del gas.

Attraversamento di Via Larga

Il condotto dell'acquedotto in ghisa del diametro 200 mm., esistente sotto la sede stradale di via Larga, verrà interessato dalla trincea ferroviaria di progetto, e dovrà quindi essere sostituito da un condotto in acciaio di analoghe dimensioni, da appendere a fianco dell'impalcato del futuro cavalcavia.

In alternativa, l'ente gestore (HERA) può valutare l'ipotesi di dismettere del tutto il tratto di condotto in questione, compensandone l'eliminazione con altri interventi sul sistema acquedottistico esistente tali da garantirne comunque la funzionalità a servizio delle zone limitrofe.

La scelta fra i due tipi di intervento verrà definita successivamente, a livello di progetto esecutivo, dalla stessa HERA, previa simulazione e verifica sullo schema globale della rete.

6.2.3 INTERFERENZE CON RETI ELETTRICHE E TELEFONICHE

Attraversamento di Via Cellini

Lungo la via Cellini sono presenti i presenti cavidotti:

- una polifora ENEL a 6 tubi;
- una polifora TELECOM a 6 tubi;
- una polifora per fibre ottiche ad 8 tubi;

Analogamente a quanto previsto nel paragrafo 3.1. per la tubazione dell'acquedotto, anche dette polifore andranno preventivamente ricostruite ad una profondità di circa 3 metri dall'attuale piano di campagna, così da lasciare un franco di circa 2 metri di profondità tra essi ed il futuro piano del ferro in corrispondenza della trincea.

Attraversamento di Via Larga

Lungo la via Larga sono presenti i presenti cavidotti:

- una polifora ENEL a 6 tubi;
- una polifora TELECOM a 6 tubi;
- una polifora per fibre ottiche ad 8 tubi;
- una polifora per TLC a 3 tubi.

Considerata la profondità della trincea ferroviaria nel tratto in esame, è necessario effettuare per ciascuna di queste utenze una deviazione di tracciato, compatibile con la realizzazione del binario provvisorio a sud del tracciato finale. Parte di tali deviazioni (quelle all'esterno della trincea) avranno carattere permanente, mentre i tratti interni alla trincea verranno dismessi a fine lavori per essere sostituiti da cavidotti definitivi, da fissare a lato del futuro cavalcavia stradale

7. VIABILITÀ E SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

7.1. LOTTO 1 SAN VITALE- RIMESSE

7.1.1 SISTEMAZIONE FINALE

Nel contesto delle opere di interrimento della linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore, si rende necessario procedere alla progettazione di una nuova sistemazione superficiale di Via delle Rimesse.

Il riordino della viabilità esistente ha come principale caratteristica l'eliminazione dell'attuale passaggio a livello, mediante lo scavalco della linea ferroviaria da parte della viabilità locale ed il raccordo di questa ad una zona interessata da un intervento di sistemazione a cura del Comune di Bologna; questo scavalco è reso possibile dall'abbassamento del piano del ferro nella zona in questione.

Le opere di questo progetto consistono nella realizzazione di un rilevato stradale, contenuto da entrambi i lati con muri di sostegno, di altezza massima pari a 3,80 m. La nuova via delle Rimesse è costituita da una strada "tipo F – Locale in ambito urbano" (cfr. DM 5-11-01). La piattaforma di progetto è caratterizzata da una carreggiata dotata di due corsie di marcia di larghezza pari a 2,75 m. La sezione è completata da due banchine laterali da 0.50 m e da due marciapiedi da 1,50 m.

La sistemazione planimetrica della zona non subisce sostanziali variazioni, rimanendo il calibro stradale uguale all'esistente e prevedendosi unicamente una regolarizzare dei marciapiedi. La sostanziale variazione altimetrica porta però all'impossibilità di mantenere in esercizio alcuni ingressi, sia pedonali che carrabili, essenzialmente in mano destra in direzione sud.

Le modifiche altimetriche della viabilità in Via delle Rimesse hanno ripercussioni sulle due vie afferenti, parallele alla linea ferroviaria e poste a nord di questa; in entrambe queste vie la sistemazione planimetrica ricalca lo stato di fatto, ma le modifiche altimetriche portano a prevedere nella prima via, indicata come Strada A, il rifacimento completo dell'ingresso ad un edificio e la costituzione di un terrapieno, alla quota del piano stradale, per permettere il ricovero di alcuni autoveicoli; nella seconda via, indicata come strada B, le interferenze sono meno marcate ma anche qui si dovrà prevedere il rifacimento di due accessi a due edifici esistenti.

A nord della linea ferroviaria, Via delle Rimesse si attesta su Via Massarenti: su questa intersezione si prevedono modeste opere di adeguamento altimetrico del piano viario, di un'isola di traffico e di un passo carraio posto dal lato ferrovia.

7.1.2 CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO

Calibro:	due corsie da 2,75 m banchine laterali da 0,50 m
Raccordi planimetrici:	Rmin = 140,00 m
Raccordi altimetrici:	Rmin concavo = 600,00 m Rmin convesso = 600,00 m
Pendenza longitudinale:	imax = 7,46 %
Pendenza trasversale:	imax = 3,18 %

7.1.3 INTERVENTI IN FASE REALIZZATIVA

Oltre agli interventi descritti nel paragrafo precedente, durante la realizzazione delle opere si rendono necessari alcuni modesti interventi relativamente alle viabilità di attraversamento della linea, in corrispondenza agli attraversamenti di via Fabbri e di via Libia.

Tali interventi consistono sostanzialmente nella deviazione laterale, su sedi stradali provvisorie, per consentire la costruzione di porzioni della galleria interrata.

Al termine dei lavori la viabilità verrà riportata esattamente nella stessa configurazione attualmente esistente.

7.1.4 SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

Al termine dei lavori di interramento della linea, si renderà disponibile il sedime attualmente impegnato dal binario di corsa, nella zona compresa tra inizio Lotto e la rampa in trincea, lato via delle Rimesse.

Poiché non è ancora stata definita, in questa fase di definizione progettuale, la destinazione d'uso delle superfici rese disponibili, il presente progetto prevede la sistemazione superficiale semplicemente con il rinterro sulla copertura di galleria ed una finitura a verde elementare (prato), al fine di non condizionare le realizzabilità delle scelte che saranno successivamente effettuate.

7.2. LOTTO 2 VIA LARGA

7.2.1 SISTEMAZIONE FINALE

Il progetto, per quanto attiene via Larga, prevede la realizzazione di un nuovo asse stradale, sopraelevato rispetto la nuova linea ferroviaria che, per impostazione progettuale, viene interrata a partire dalla via Cellini fino oltre via Larga. Per quanto riguarda via Cellini il progetto prevede la chiusura del P.L..

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un percorso ciclopedonale che attraversa la linea ferroviaria Bologna Portomaggiore in affiancamento al nuovo asse di via Larga. Il percorso consentirà di attraversare la linea ferroviaria in piena sicurezza.

7.2.1 CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO

Via Larga

Il tracciato di via Larga si connette alle due rotatorie esistenti. La sezione stradale è quella tipica di una strada di quartiere, così come classificata la stessa strada dal PGTU, ove transita un mezzo pubblico. La carreggiata si compone di una piattaforma di 14,50 m, con banchine e doppia striscia longitudinale centrale di 0,50 m e corsie di marcia di 3,50 e 3 m per ciascuna direzione. Lato est è prevista la realizzazione di un marciapiede di 1,50 m affiancato da una pista ciclabile di 2,50 m a doppio senso di marcia, mentre dal lato ovest è prevista la realizzazione del solo marciapiede di 1,50 m.

Lungo lo sviluppo è prevista la realizzazione di fermate dell'autobus fuori carreggiata in entrambe le direzioni.

Per quanto riguarda le pendenze longitudinali, queste sono conformate per essere per ogni semicarreggiata non superiori al 5%. Per fare ciò occorrerà intervenire sulla parte della rotatoria esistente tra via Larga e la rampa della tangenziale appena realizzata che si affaccia sull'innesto di progetto della nuova via Larga in modo da conformare i raccordi verticali in modo confortevole per la marcia.

7.2.1 INTERVENTI IN FASE REALIZZATIVA

Oltre agli interventi descritti nel paragrafo precedente, durante la realizzazione delle opere si rendono necessari alcuni interventi relativamente alle viabilità di attraversamento della linea, in corrispondenza dell'attraversamento di via Larga.

Tali interventi consistono sostanzialmente nella parzializzazione della sede stradale esistente, per consentire la costruzione dello scavalco.

Al termine dei lavori per la realizzazione dello scavalco la viabilità verrà portata nella configurazione di progetto, dismettendo l'attuale sede dell'attraversamento di via Larga, senza grandi impatti sul cantiere di scavo della trincea. L'attivazione della nuova viabilità sarebbe coincidente con la fase di soppressione dell'esercizio, per tale ragione la circolazione sul nuovo scavalco avverrebbe senza la necessità di un passaggio a livello.

7.2.2 SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

Il presente progetto prevede la sistemazione superficiale semplicemente con una finitura a verde elementare (prato) interessate da manipolazione del suolo. E' previsto un ampliamento e interconnessione tra le piste ciclabili, oltre che alla sopra citata risistemazione di via Scandellara.

8. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

8.1. GENERALITÀ

Il presente progetto contiene indicazioni in merito all'impiantistica elettroferroviaria, l'armamento e l'impiantistica civile, meccanica ed elettrica.

Le tipologie dell'impiantistica civile adottate sulla tratta sono peraltro improntate all'omogeneità ed alla continuità con quanto già impegnato per il resto della linea, e vengono dettagliatamente specificate in una apposita Relazione Tecnica, alla quale si rimanda.

8.2. ARMAMENTO

L'armamento previsto per i lotti 1 e 2 della ferrovia Bologna-Portomaggiore è ovunque armamento su ballast.

Nel caso del binario provvisorio, che resterà in opera per tutta la durata dei lavori per la realizzazione della galleria, il ballast è posato in massicciata tipo "B" con distanza minima fra la suola della rotaia e il fondo del ballast di 350 mm sopra al livello di piano campagna. Il ballast poggia su uno strato di sub-ballast di 120 mm in conglomerato bituminoso, realizzato con una pendenza trasversale del 3% per lo scolo delle acque.

Nel caso del binario definitivo, in galleria, la massicciata di ballast è contenuta nella scatola definita dalle dimensioni della galleria. Il ballast poggia sul solettone di regolamento, realizzato con una pendenza trasversale del 3%.

In entrambi i Lotti la massicciata del binario definitivo è del tipo "A", ovvero con distanza minima fra la suola della rotaia e il fondo del ballast di 500 mm. Il ballast impiegato è di 1ª categoria.

In entrambi i casi si impiegano traverse monoblocco RFI 230, a passo 666 mm.

Le rotaie sono 60 UNI e il sistema di fissaggio è realizzato con fermagli del tipo "Vossloh".

Una volta realizzato il binario provvisorio si demolisce il binario della linea esistente, al fine di permettere le lavorazioni per la futura galleria. I materiali presenti sulla linea esistente vengono smontati e trasportati in una zona non usufruita pubblicamente e comunque recintata come zona di cantiere.

Una volta terminata la galleria i materiali per l'armamento vengono persi da dove sono rimasti in deposito. Si deve selezionare i materiali che possono essere recuperati e quelli che devono essere sostituiti. I materiali così raccolti devono essere trasportati in galleria per la posa.

9. ESPROPRI ED ASSERVIMENTI

9.1. GENERALITÀ

Il progetto riguarda la realizzazione delle opere di ammodernamento e potenziamento della linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore, e consiste in parte nell'interramento dell'attuale linea ferroviaria mediante la costruzione di una galleria da eseguirsi a cielo aperto con paratie e in parte nella realizzazione del tracciato in trincea.

Per l'esecuzione del progetto, si rende necessario interessare immobili di proprietà R.F.I. S.p.A., del Comune di Bologna, del Demanio Comunale e del Demanio dello Stato e delle Ferrovie Emilia Romagna S.r.l..

Tutte le ditte proprietarie sono contemplate nel Piano Particolareggiato di Esproprio completo di tutti i dati catastali e relative superfici da occupare temporaneamente e permanentemente.

La maggior parte delle aree interessate dal progetto riguardano occupazioni temporanee e sono soggette a Convenzionamento. Detta occupazione si è resa necessaria per la realizzazione della galleria a cielo aperto.

Per le aree interessate dell'attuale sedime ferroviario, di proprietà dell'Ente Ferrovie Emilia Romagna S.r.l., RFI S.p.A. e Comune di Bologna, verranno stipulate apposite convenzioni tra detti Enti e l'Ente proprietario delle infrastrutture, previste dal progetto.

Pertanto per le aree e gli immobili di proprietà di R.F.I. S.p.A., Regione Emilia Romagna e del Demanio Comunale, non si dà luogo alle espropriazioni ma si dovrà procedere alla stipulazione, caso per caso, di apposite Convenzioni.

Per quanto riguarda il Demanio dello Stato si dovrà procedere a un indennizzo per occupazione permanente o temporanea alla stessa stregua di quanto avviene per le proprietà private.

Il Piano Particolareggiato di esproprio prevede inoltre anche l'occupazione di aree destinate attualmente a sede stradale o destinate a aree del patrimonio disponibile di proprietà del Comune di Bologna, le quali saranno occupate mediante sottoscrizione di appositi Verbali con i rispettivi Settori Comunali competenti.

L'acquisizione degli immobili privati da occupare temporaneamente nonché dei diritti reali sugli immobili medesimi avverrà applicando le vigenti leggi in materia espropriativa con particolare riferimento alle nuove norme previste dal D.P.R. 08 giugno 2001 n° 327, modificato e integrato dal Decreto Legislativo 27 dicembre 2002 n° 302 recante "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità" entrato in vigore il 30 giugno 2003.

I criteri per la determinazione dell'indennità di esproprio sono profondamente diversi, a seconda che si abbia a che fare con terreni agricoli, nel qual caso resta valido il criterio del "valore agricolo medio" previsto dagli artt. 40, 42 e 45 del Testo Unico, ovvero con terreni edificati e/o edificabili, per i quali occorre fare riferimento al "valore venale" previsto dagli artt. 37 e 38 dello stesso Testo Unico.

Inoltre la stima comprende altresì anche gli oneri relativi ai costi delle convenzioni e ai diritti per istruttoria delle pratiche oltre ad una percentuale per imprevisti e/o eventuali frutti pendenti.

Per la quantificazione e la definizione delle particelle e degli importi si rimanda alla documentazione di Progetto.

10. FASI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

10.1. GENERALITÀ

La realizzazione delle opere previste in progetto non può avvenire in una unica soluzione in relazione al principale vincolo da rispettare consistente nel minimizzare i tempi di interruzione dell'esercizio della linea ferroviaria.

Pertanto sono stata analizzate e studiate le principali fasi nelle quali deve articolarsi la realizzazione delle opere, il cui concatenamento temporale viene successivamente individuato nel Programma di realizzazione (GANTT).

Tali principali fasi sono esplicitate nel successivo paragrafo che, assieme alla sintetica rappresentazione grafica delle fasi stesse, consente di definire con sufficiente chiarezza i vincoli reciproci e le precedenze logiche delle singole lavorazioni.

10.2. FASI DI REALIZZAZIONE LOTTO 1

FASE 1 REALIZZAZIONE OPERE CON BINARIO ESISTENTE IN ESERCIZIO

Fase 1a) Realizzazione paratie a lato del binario esistente in esercizio:

- a) Esecuzione delle paratie nella zona iniziale del Lotto compreso tra la nuova camera di ventilazione e via Fabbri, comprese quelle in aderenza alle paratie esistenti da inizio Lotto alla nuova camera di ventilazione.
- b) Esecuzione di tutte le paratie a nord e sud del binario in esercizio, da via Fabbri (esclusa) fino a via delle Rimesse (esclusa), con eccezione della intersezione con via Libia, ma comprese quelle in aderenza alle paratie esistenti tra via Fabbri ed il ponte di via Bentivogli.
- c) Esecuzione delle paratie, a sud del binario in esercizio, in corrispondenza dell'allargamento della predisposizione di fermata Libia, comprese tra la stessa via Libia (esclusa) ed il previsto nuovo attraversamento fognario Ø 180 incluso, e di quelle comprese tra il ponte di via Bentivogli e le paratie esistenti.
- d) Parzializzazione della viabilità di via Libia per consentire il completamento delle paratie, a nord e sud del binario esistente, e l'anticipazione della costruzione della copertura di fermata Libia nella zona dell'attraversamento fognario scatolare 200x250 alla pgr 2+547, con allacciamento dello stesso alla fognatura esistente.

- e) Ribaltamento della parzializzazione della viabilità di via Libia per consentire il completamento delle paratie, a nord e sud del binario esistente, ed il completamento dell'anticipazione della costruzione della copertura dell'allargamento Libia.
- f) Consolidamento sotto via Bentivogli. Trattamento preventivo di una fascia di terreno esterna al profilo di scavo per conferire al terreno le necessarie risorse di resistenza meccanica e di rigidità al fine di limitare i cedimenti nella successiva fase di scavo, realizzazione di una serie di micropali come sottofondazioni delle strutture esistenti e di una serie di micropali ad ombrello per il sostegno della sezione di scavo.

Fase 1b) Spostamento parziale delle fognature:

- a) Costruzione della deviazione della fognatura 200x230 (lato nord) nella zona compresa tra via delle Rimesse e la fine della nuova fermata Rimesse, previa esecuzione di palancolate lungo via di quartiere, a protezione dello scavo stesso. Analoga protezione dello scavo dovrà essere assicurata anche nei riguardi della sede ferroviaria esistente ed in esercizio.
- b) Costruzione dei nuovi raccordi fognari di connessione alla rete esistente, ad esclusione degli attraversamenti della linea ferroviaria esistente ed in esercizio, interessanti le fognature di pgr. 2+429 (ovoidale 100x150 prima del ponte di via Bentivogli), pgr. 2+619 (\varnothing 180 dopo la fermata Libia), pgr 3+339 (scatolare 200x230 in corrispondenza alla fermata Rimesse) e spostamento del manufatto di deviazione della fognatura 60x90 tipo ONI all'angolo di via Rimesse, mantenendo in funzionamento gli attuali collettori fognari.

FASE 2) INTERRUZIONE DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO PER IL COMPLETAMENTO DELLE OPERE

Fase 2a) scavi compresi tra inizio Lotto e il ponte di via Bentivogli:

- a) Rimozione delle infrastrutture ferroviarie lungo la linea dismessa.
- b) Demolizione, nella zona tra inizio Lotto e via Fabbri, del solettone di fondo lungo l'attuale rampa, scavo fino alla quota per la posa del binario di progetto.
- c) All'interno delle paratie già realizzate, scavo generale lungo l'intera linea, fino a quota imposta del solettone di fondo, dal ponte di via Bentivogli fino a via Fabbri.

Fase 2b) Scavi compresi fra il ponte di via Bentivogli e via Rimesse:

- a) Rimozione delle infrastrutture ferroviarie lungo la linea dismessa.
- b) All'interno delle paratie già realizzate, scavo generale lungo l'intera linea, fino a quota imposta del solettone di fondo, da via delle Rimesse fino al ponte in via Bentivogli escluso, comprensivo dell'allargamento Libia.
- c) Deviazione della viabilità di via delle Rimesse, con spostamento ad ovest della via stessa, al di sopra delle future scale d'uscita di sicurezza della galleria.

- d) Protezione dello scavo per la costruzione della fondazione del manufatto scavalco di via Rimesse mediante la realizzazione di palancole sui lati ovest, nord e sud.
- e) Scavo parziale e costruzione dei manufatti della nuova fermata Rimesse
- f) Scavo per la predisposizione del manufatto di scavalco della futura viabilità in via Rimesse, esecuzione del solettone di fondo, dei piedritti e di copertura dello stesso relativamente al sovrappasso della linea mentre il piedritto relativo al collegamento pedonale sarà costruito fino alla quota del terreno attuale e rinterrato per allargare, e quindi migliorare, la viabilità provvisoria della deviazione viaria di via Rimesse.
- g) Parzializzazione, con eventuale leggera deviazione della viabilità di via Fabbri, per la costruzione della soletta di copertura di galleria.

Fase 2c) Sottopasso del ponte di via Bentivogli:

- a) Dal fondo scavo dell'allargamento Libia, realizzazione della galleria a foro cieco di sottopasso del ponte di via Bentivogli previa esecuzione degli interventi di salvaguardia e protezione del ponte stesso.

Fase 2d) Completamenti delle infrastrutture:

- a) Esecuzione degli attraversamenti fognari alle pgr. 2+429 e pgr. 2+619 mediante l'anticipazione delle sottostanti strutture di copertura galleria, e dell'attraversamento fognario alla pgr. 3+229.
- b) Realizzazione nella zona tra inizio Lotto e via Fabbri del nuovo solettone di fondo e delle strutture di copertura sulla galleria.
- c) Realizzazione delle strutture di fondo dell'allargamento Libia, e relativi locali tecnologici, e della galleria di linea, lato via delle Rimesse.
- d) Realizzazione delle strutture in elevazione dell'allargamento Libia, e relativi locali tecnologici, e delle strutture di copertura della stessa.
- e) Realizzazione delle strutture di fondo e di copertura della galleria di linea lato via delle Rimesse.
- f) Realizzazione delle strutture di fondo della trincea di linea compresa tra fine galleria e via delle Rimesse.
- g) Completamenti della fermata in trincea di via Rimesse fino al raccordo altimetrico al binario esistente, previa esecuzione degli interventi di salvaguardia delle spalle dei due ponti ferroviari esistenti.
- h) Completamento dello scatolare pedonale di via Rimesse, realizzazione dei muri laterali di sostegno della nuova viabilità lungo via Rimesse, esecuzione dei movimenti di terra e della pavimentazione stradale della nuova viabilità.
- i) Scavo ed esecuzione delle strutture di fondo ed in elevazione del gruppo scale ed ascensori di uscita dalla fermata di via Rimesse.

Fase 2e) Armamento, impiantistica elettroferroviaria ed opere di completamento:

- a) All'interno delle gallerie di linea e di fermata Libia, esecuzione delle opere di finitura, impiantistica civile e meccanica, posa dell'armamento e della impiantistica elettroferroviaria e di tutte le opere di completamento necessarie al corretto funzionamento della linea.
- b) Realizzazione impianti di trazione elettrica, segnalamento, verifica e collaudi impianti al fine di attivare la linea elettrificata.
- c) Messa in esercizio della nuova linea interrata

10.3. FASI DI REALIZZAZIONE LOTTO 2

FASE 1 REALIZZAZIONE OPERE CON BINARIO ESISTENTE IN ESERCIZIO

Fase 1a) Realizzazione Diaframmi:

- a) Parzializzazione e deviazione traffico su via Larga
- b) Realizzazione dei pozzi per intercettare lo scolmatore
- c) Realizzazione paratie di fermata via Larga non interferenti con l'esercizio esistente
- d) Realizzazione paratie di sostegno rilevato rampa di accesso alla tangenziale
- e) Esecuzione dei diaframmi allineamento Nord
- f) Esecuzione dei diaframmi allineamento Sud

FASE 2) INTERRUZIONE DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO PER IL COMPLETAMENTO DELLE OPERE

Fase 2a) Realizzazione cavalca ferrovia e trincea micropali

- a) Realizzazione del cavalca ferrovia di via Larga
- b) Realizzazione rampe di raccordo nuovo scavalco via Larga, attivazione circolazione stradale
- c) esecuzione trincea tra paratie di micropali in corrispondenza del cavalcaferrovia autostradale, scavo solettone e completamento pareti trincea
- d) Parzializzazione e deviazione traffico su via scandellara
- e) Realizzazione intersezione su via scandellara e attivazione circolazione stradale in configurazione finale

Fase 2b) Scavi compresi tra inizio e fine Lotto:

- a) Scavo tra paratie fermata via Larga.
- b) scavi e solettone di fondo trincea tra paratie

- c) Realizzazione scatolari fognari in corrispondenza dello scavalco di via Larga
- d) attivazione circolazione stradale sullo scavalco via Larga Scavi nel tratto lato Bologna
- e) Scavi nel tratto lato Porto Maggiore

Fase 2c) Realizzazione trincea binario definitivo

- a) solettone di fondo trincea tra paratie
- b) esecuzione muri di sostegno nel tratto lato Bologna, scavo, solettone di fondo
- c) esecuzione scatolare aperto nel tratto lato Bologna
- d) esecuzione muri di sostegno nel tratto lato Porto Maggiore, scavo, solettone di fondo
- e) esecuzione scatolare aperto nel tratto lato Porto Maggiore
- f) Esecuzione solettone, strutture fermata e impalcato pista ciclopedonale

Fase 2d) Armamento, impiantistica elettroferroviaria ed opere di completamento:

- a) Inizio realizzazione sede ferroviaria, posa impianti
- b) Opere di completamento finiture e impianti nuova fermata via Larga
- c) Completamento posa sede ferroviaria comprensiva di armamento, mensole T.E. e predisposizioni impiantistiche
- d) Completamento connessioni sede ferroviaria con linea esistente, armamento, impiantistica elettroferroviaria, prove e verifiche pre esercizio
- e) Attivazione linea definitiva
- f) Completamento pista ciclopedonale e sistemazioni esterne

11. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

11.1. PREMESSA

Il Cronoprogramma delle attività si orienta a programmare, individuando insiemi di lavori omogenei, i tempi di esecuzione per la costruzione della nuova linea ferroviaria attraverso la disaggregazione delle attività principali, l'ordine sequenziale e le loro possibili contemporaneità.

11.2. DESCRIZIONE DEL CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma dell'ipotesi di studio senza binario provvisorio è stato elaborato sulla base del Progetto Definitivo, suddividendo il lotto in 2 fasi distinte: la prima di 320 giorni contempla le opere da realizzare in presenza di esercizio ferroviario, la seconda di 290 giorni riguarda le opere da realizzarsi durante la sospensione dell'esercizio.

Le attività della prima fase consistono principalmente nelle opere civili realizzabili in presenza di esercizio ferroviario; nella seconda fase invece trovano compimento tutte le rimanenti attività. Tali periodi sono difficilmente comprimibili poiché la scelta progettuale è stata quella di ridurre al massimo i tempi di realizzazione delle opere per conseguire il ripristino del servizio ferroviario nella sede definitiva.

Lo svolgimento delle attività è previsto con un unico turno di lavoro su sette giorni lavorativi settimanali; la durata espressa a lato attività è in giorni naturali consecutivi (sabati, domeniche e/o altre festività incluse).

Come si evince dal diagramma di Gantt la durata prevista dell'intervento è stata stimata in 610 giorni naturali consecutivi.

La realizzazione dell'intervento è stata elaborata – come già detto – per le 2 fasi sopra individuate.

E' stato considerato il lavoro a ciclo continuo (su sei/sette giorni lavorativi o a doppio turno), in quanto almeno per la seconda fase è necessario ridurre al minimo i tempi di sospensione di esercizio ferroviario. Si è ritenuto utile comprimere il più possibile nel tempo il periodo dei disagi dovuti al cantiere, attraverso l'intensificazione e la sovrapposizione degli interventi, anziché diluire nel tempo le attività, in modo tale da ottenere un dimezzamento dei tempi previsti per il completamento dell'opera. Per il rispetto dei tempi risulta molto importante la capacità organizzativa e la disponibilità di attrezzature dell'impresa.

Seguendo tali indicazioni si prevede che nella prima fase per la realizzazione delle paratie, opere provvisorie e consolidamento del foro cieco sotto via Bentivogli in presenza di esercizio ferroviario siano necessari 320 giorni.

Per quanto riguarda la seconda fase la possibilità di intervenire senza la presenza del binario provvisorio e l'esercizio ferroviario permette di suddividere i lavori in più cantieri, attaccando l'opera da più punti, sviluppando i lavori in parallelo, in modo tale da ridurre l'interruzione del servizio a 290 giorni.

Se per fare un esempio analizzassimo il Cronoprogramma potremmo notare che per quanto riguarda il Lotto 1 le opere di scavo e completamento delle opere civili potrebbero essere suddivise in tre microlotti da realizzarsi in contemporanea: da inizio galleria a via Bentivogli, il sottopasso di via Bentivogli a foro cieco e da via Bentivogli a fine Lotto.

12. CRONOPROGRAMMA

Nelle pagine seguenti è rappresentato il Cronoprogramma delle Opere come sopra descritto.

ID	Nome attività	Durata	M22	M21	M20	M19	M18	M17	M16	M15	M14	M13	M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1		
1	CRONOPROGRAMMA INTERRAMENTO	624 g	[Red bar with arrowheads at M22 and M1]																							
2	fase 1 esecuzione opere linea in esercizio	320 g	[Pink bar with arrowheads at M22 and M11]																							
3	lotto 1 San Vitale Rimesse	320 g	[Thick black bar with arrowheads at M22 and M11]																							
4	allestimento cantiere	40 g	[Blue bar from M22 to M21]																							
5	eliminazione impianti T.E.	20 g	[Blue bar from M21 to M20]																							
6	realizzazione diaframmi lato Nord	280 g	[Blue bar from M20 to M11]																							
7	realizzazione diaframmi lato sud	280 g	[Blue bar from M20 to M11]																							
8	predisposizione spostamento sottoservizi	190 g	[Blue bar from M17 to M11]																							
9	consolidamenti dall'alto foro cieco Bentivogli	15 g	[Blue bar from M11 to M10]																							
10	Lotto 2 via Larga	150 g	[Thick black bar with arrowheads at M17 and M11]																							
11	allestimento cantiere	30 g	[Blue bar from M17 to M16]																							
12	Realizzazione Pozzo Sud	77 g	[Blue bar from M16 to M15]																							
13	Realizzazione Pozzo Nord	77 g	[Blue bar from M16 to M15]																							
14	realizzazione diaframmi lato Nord da prog 0+235 a 0+725	150 g	[Blue bar from M16 to M11]																							
15	realizzazione diaframmi lato sud da prog 0+235 a 0+725	150 g	[Blue bar from M16 to M11]																							
16	interruzione esercizio	0 g	[Black diamond at M11]																							
17	FASE 2 ESECUZIONE OPERE CON INTERRUZIONE ESERCIZIO	304 g	[Pink bar with arrowheads at M11 and M1]																							
18	LOTTO 1 SAN VITALE-RIMESSE	304 g	[Thick black bar with arrowheads at M11 and M1]																							
19	attività preliminari/demolizioni	45 g	[Thick black bar with arrowheads at M11 and M10]																							
20	Rimozione infrastrutture ferroviarie	30 g	[Blue bar from M11 to M10]																							
21	Deviazione viabilità via delle Rimesse	20 g	[Blue bar from M10 to M9]																							
22	Protezione dello scavo via delle Rimesse mediante palancole	25 g	[Blue bar from M10 to M9]																							
23	Realizzazione opere comprese fra inizio galleria e via Bentivogli	160 g	[Thick black bar with arrowheads at M11 and M10]																							
24	Scavo fino a quota fondo	90 g	[Blue bar from M11 to M10]																							
25	Solettone di fondo e piedritti galleria c.v.	50 g	[Blue bar from M10 to M9]																							
26	contropareti e strutture verticali galleria c.v.	40 g	[Blue bar from M9 to M8]																							
27	posa elementi copertura	15 g	[Blue bar from M8 to M7]																							
28	posa armamento	20 g	[Blue bar from M8 to M7]																							
29	Sottopasso del ponte di via Bentivogli	87 g	[Thick black bar with arrowheads at M10 and M9]																							
30	Scavo galleria	30 g	[Blue bar from M10 to M9]																							
31	Galleria a foro cieco	35 g	[Blue bar from M9 to M8]																							
32	posa armamento	7 g	[Blue bar from M8 to M7]																							
33	Realizzazione opere comprese fra via Bentivogli, via delle Rimesse efine Lotto	224 g	[Thick black bar with arrowheads at M11 and M1]																							
34	Esecuzione delle rimanenti paratie	20 g	[Blue bar from M11 to M10]																							
35	Scavo tratto galleria	64 g	[Blue bar from M10 to M9]																							
36	Scavo tratto trincea	50 g	[Blue bar from M9 to M8]																							
37	Scavo tratta fermata Rimesse	30 g	[Blue bar from M8 to M7]																							
38	Strutture di fondo/aggottamento Libia e locali tecnologici	35 g	[Blue bar from M7 to M6]																							
39	solettone fondo da fine allargamento Libia a fine galleria	25 g	[Blue bar from M6 to M5]																							
40	Solettone di fondo trincea	30 g	[Blue bar from M5 to M4]																							

ID	Nome attività	Durata	M22	M21	M20	M19	M18	M17	M16	M15	M14	M13	M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
41	Strutture di fondo e manufatto scavalco viabilità in Via delle Rimesse	40 g																						
42	Strutture in elevazione e copertura locali tecnologici/Libia	55 g																						
43	Contropareti della galleria di linea	60 g																						
44	ripristino sottoservizi	60 g																						
45	posa elementi copertura	50 g																						
46	posa armamento galleria	20 g																						
47	Posa armamento trincea	20 g																						
48	Posa armamento tratto fermata Rimesse	20 g																						
49	IMPIANTISTICA	125 g																						
50	Impianti Ventilazione Galleria	50 g																						
51	impianti civili meccanici	40 g																						
52	impianti civili elettrici	105 g																						
53	Posa impianti T.E	45 g																						
54	collaudi impianti	25 g																						
55	LOTTO 2 VIA LARGA	275 g																						
56	attività preliminari/demolizioni	65 g																						
57	Rimozione infrastrutture ferroviarie	20 g																						
58	impalcato via Larga	30 g																						
59	realizzazione collegamento scolmatore tra i due pozzi	15 g																						
60	diaframmi con micropali sotto viadotto	122 g																						
61	realizzazione diaframma di micropali	60 g																						
62	scavo tra micropali	12 g																						
63	solettone di fondo	20 g																						
64	rivestimento e finitura trincea	15 g																						
65	opere civili	155 g																						
66	scavi inizio e fine lotto	15 g																						
67	muri da 0+00 a 0+90	40 g																						
68	muri a U da 0+90 a 0+168	60 g																						
69	muri da 0+850 a 0+918	40 g																						
70	muri a U da 0+725 a 0+850	60 g																						
71	scavo tra diaframmi da prog 0+235 a 0+725	40 g																						
72	Realizzazione solettone di fondo	60 g																						
73	Elevazioni, banchina, scale e manufatti di stazione e impalcato pis	40 g																						
74	Posa armamento trincea	20 g																						
75	IMPIANTISTICA	95 g																						
76	impianti civili meccanici	40 g																						
77	impianti civili elettrici	90 g																						
78	Posa impianti T.E	45 g																						
79	collaudi impianti	25 g																						

