

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – TRATTA COMUNE ITALO-FRANCESEREVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO  
CUP C11J05000030001

## EQUIPEMENT - IMPIANTI

## ARMEMENT DE LA VOIE – ARMAMENTO

## GENERALITES - GENERALE

## GENERALITES - ELABORATI GENERALI

## Méthode de pose de voie dans le tunnel - Relazione metodo di posa dei binari nel tunnel

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0	S BOURDIN (SYSTRA)	G. BOVA. C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Révision suite aux commentaires LTF et CCF / Emissione a seguito commenti LTF e CCF	S BOURDIN (SYSTRA)	G. BOVA. C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF et CCF / Emissione a seguito commenti LTF e CCF	S BOURDIN (SYSTRA)	G. BOVA. C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	0	0	3	9	B
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	PD2	//	//	01	00	00	10	04

ECHELLE / SCALA



LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet  
est cofinancé par  
l'Union européenne  
(DG-TREN)



Questo progetto  
è cofinanziato  
dall'Unione europea  
(TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME.....	4
1. INTRODUCTION.....	5
2. MÉTHODE DE POSE DES VOIES.....	5
2.1 Voie courante.....	5
2.1.1 Travaux d'implantation e de piquetage.....	5
2.1.2 Titre Mise en place des traverses et pose à blanc.....	6
2.1.2.1 Approvisionnement et pose des traverses.....	6
2.1.2.2 Approvisionnement et pose des LRS.....	6
2.1.2.3 Pose de la voie.....	6
2.1.3 Soudage.....	6
2.1.4 Relevage, réglage et bétonnage de la voie.....	6
2.1.5 Libération et homogénéisation des LRS.....	7
2.1.6 Travaux de finition.....	7
2.1.7 Enregistrement continu des paramètres de voie.....	7
2.1.8 Meulage préventif des rails.....	7
2.1.9 Contrôle ultrasonique des rails.....	7
2.2 Pose des appareils de voie.....	8
2.2.1 Implantation des appareils de voie.....	8
2.2.2 Méthodes d'assemblage et de pose.....	8
2.2.3 Soudage.....	8
2.2.4 Relevage, réglage et betonnage des appareils de voie.....	8
2.2.5 Enregistrement continu des paramètres de la voie.....	9
2.2.6 Meulage préventif des rails.....	9
3. RENDEMENTS.....	9
3.1 Ritmi di betonaggio.....	9
3.2 Ritmi di posa dei binari.....	13
3.2.1 Mise en place des traverses.....	14
3.2.2 Mise en place des LRS.....	14
3.2.3 Pose de la voie.....	14
3.2.3.1 Rendement moyen adopté pour la planification des travaux.....	14
RIASSUNTO.....	4
1. INTRODUZIONE.....	5
2. METODO DI POSA DEI BINARI.....	5
2.1 Binario corrente.....	5
2.1.1 Lavori d'impianto e di picchettatura.....	5
2.1.2 Disposizione e montaggio del binario in prova.....	6
2.1.2.1 Disposizione delle traversine.....	6
2.1.2.2 Disposizione delle LRS.....	6
2.1.2.3 Posa globale del binario.....	6
2.1.3 Saldatura.....	6
2.1.4 Sollevamento, regolazione e betonaggio del binario.....	6
2.1.5 Liberazione e/o omogeneizzazione delle LRS.....	7

2.1.6	Lavori di finitura .....	7
2.1.7	Registrazione continua dei parametri del binario .....	7
2.1.8	Molatura preliminare delle rotaie.....	7
2.1.9	Controllo ad ultrasuoni delle rotaie.....	7
2.2	Installazione dei deviatori .....	8
2.2.1	Impianto dei deviatori .....	8
2.2.2	Metodi di assemblaggio e di posa .....	8
2.2.3	Saldatura.....	8
2.2.4	Sollevamento, regolazione e betonaggio dei deviatori.....	8
2.2.5	Registrazione continua dei parametri del binario .....	9
2.2.6	Molatura preliminare delle rotaie.....	9
3.	RENDIMENTI .....	9
3.1	Rendement du bétonnage.....	9
3.2	Rendement de pose de voie .....	13
3.2.1	Disposizione delle traversine .....	14
3.2.2	Disposizione delle LRS.....	14
3.2.3	Posa globale dei binari .....	14
3.2.3.1	Ritmo medio adottato per la pianificazione dei lavori .....	14

## **RESUME**

## **RIASSUNTO**

Ce document la méthode de pose de la voie et des appareils de voie sur dalle béton pour les zones en tunnel.

Il presente documento si propone di descrivere il metodo in installazione dei binari e degli scambi su calcestruzzo per la sezione in tunnel.

## 1. Introduction

### 1. Introduzione

Il metodo di posa proposto nel presente documento si fonda su quelli impiegati per la costruzione delle seguenti opere:

- TML (tunnel sotto la Manica);
- CTRL (collegamento ad alta velocità tra il tunnel sotto la Manica e Londra).

Questo metodo ruota intorno all'utilizzazione di "treni di betonaggio" per l'esecuzione della platea di bloccaggio dei binari. Tale utilizzazione è resa necessaria dai seguenti fattori:

- tunnel separati per i due binari (che rende impossibile l'utilizzazione del binario adiacente per il rifornimento del cantiere);
- ritmi di betonaggio rapidi;
- distanze notevoli quando il fronte si avvicina al centro del tunnel.

La sequenza globale di posa dei binari si suddivide in due grandi fasi:

- posa dei binari in prova;
- betonaggio dei binari.

Nella prima fase il binario è armato in prova (traversine e rotaie) sulla platea del Genio Civile, mentre nella seconda è sollevato su delle sagome, regolato e betonato. Si sottolinea che, durante la fase di betonaggio, la disposizione dei binari in prova è irrealizzabile nel tunnel in questione, poiché i treni di rotaie e traversine non possono attraversare il fronte di sollevamento-betonaggio.

## 2. Méthode de pose des voies

### 2. Metodo di posa dei binari

#### 2.1 Voie courante

##### 2.1 Binario corrente

La posa comprenderà le seguenti operazioni:

- lavori d'impianto e di picchettatura;
- disposizione e montaggio del binario in prova;
- saldatura;
- sollevamento, regolazione e betonaggio;
- liberazione e/o omogeneizzazione di LRS (Lunghe Rotaie Saldate);
- lavori di finitura (posa dei paraurti, pulizia, posa delle tavole chilometriche e ettometriche, ecc.);
- registrazione continua dei parametri del binario;
- molatura preliminare delle rotaie;
- controllo ad ultrasuoni delle rotaie.

#### *2.1.1 Travaux d'implantation e de piquetage*

##### *2.1.1 Lavori d'impianto e di picchettatura*

Sulla base della poligonale, l'installatore procederà all'impianto dei principali punti d'asse del binario:

- ogni 50 m in allineamenti dritti e ogni 10 m in curva;
- a inizio e fine raccordo, di profilo longitudinale;
- a inizio e fine curva e alle estremità delle clotoidi;
- alle giunzioni di punta degli apparecchi del binario

### ***2.1.2 Titre Mise en place des traverses et pose à blanc***

#### ***2.1.2 Disposizione e montaggio del binario in prova***

La posa in prova è organizzata in queste due fasi, che si susseguono l'una rispetto all'altra:

- disposizione delle traversine;
- disposizione delle LRS (Lunga Rotaia Saldata)

#### ***2.1.2.1 Approvisionnement et pose des traverses***

##### ***2.1.2.1 Disposizione delle traversine***

Le traversine sono trasportate fino al fronte su di un treno a carri piatti, poi sono scaricate da un ponte mobile sulle banchine del tunnel. Grazie ad un ponte di posa si può contare su un ritmo di posa dell'ordine di 700-800 traversine per postazione di lavoro, ossia 400 ml di binari attrezzati per postazione di lavoro. È possibile stoccare su un carro piatto di 20 m da 200 a 230 traversine. Un treno sarà quindi composto di una locomotiva + 4 carri piatti.

#### ***2.1.2.2 Approvisionnement et pose des LRS***

##### ***2.1.2.2 Disposizione delle LRS***

La lunghezza delle LRS utilizzate per il TML e il CTRL è stata rispettivamente di 180 e 216 m. È necessario, quindi, prevedere un treno di LRS dell'ordine di 200 m (10 carri) per il trasporto delle LRS fino al fronte. In situ, le LRS sono tirate su dei cilindri grazie allo stesso ponte utilizzato per la disposizione delle traversine. Sui carri si caricherà un solo strato di 8 LRS, che saranno tirate e installate in un'unica postazione, per un avanzamento pari a 800 ml di binario per postazione.

#### ***2.1.2.3 Pose de la voie***

##### ***2.1.2.3 Posa globale del binario***

Il fronte di posa del binario è una successione di disposizioni di traversine e di rotaie, per 2 giornate consecutive di traversine (2 x 400 ml) seguite da una giornata di rotaie (1 x 800 ml). Il ritmo medio di posa è quindi di 800 ml ogni tre giorni, ossia circa 260 ml/giorno.

### ***2.1.3 Soudage***

#### ***2.1.3 Saldatura***

L'installatore procederà alla connessione delle rotaie tra di loro, tramite saldatura alluminotermica o saldatura elettrica.

#### ***2.1.4 Relevage, réglage et bétonnage de la voie***

##### ***2.1.4 Sollevamento, regolazione e betonaggio del binario***

Il metodo consiste in:

- sollevamento del binario e messa su sagoma con un apposito elevatore di binari;
- contropinta del binario;
- regolazione precisa del binario con un carrello di servizio di test (rilevazione grafica dei diversi parametri geometrici);
- installazione delle armature (pozzetti, canaletti laterali, ecc.);

- betonaggio del binario tramite un treno di betonaggio (v. descrizione al paragrafo 3.1) con controllo geometrico;
- disarmo e pulizia del binario.

### ***2.1.5 Libération et homogénéisation des LRS***

#### ***2.1.5 Liberazione e/o omogeneizzazione delle LRS***

Ad entrambe le estremità del tunnel si effettuerà la liberazione delle LRS per circa 150 m (tale superficie sarà ulteriormente calcolata). Sulle altre zone all'interno del tunnel si omogeneizzeranno le tensioni delle rotaie.

### ***2.1.6 Travaux de finition***

#### ***2.1.6 Lavori di finitura***

Tali lavori consisteranno nell'installazione dei paraurti, nella posa delle tavole chilometriche ed ettometriche e nella pulizia del cantiere.

### ***2.1.7 Enregistrement continu des paramètres de voie***

#### ***2.1.7 Registrazione continua dei parametri del binario***

Tale registrazione sarà effettuata grazie ad un veicolo ferroviario rimorchiato o automotore in grado di registrare di continuo i parametri dei binari, di fornire tali parametri immediatamente sotto forma di stampa su carta per il controllo a bordo in cabina e di registrare informaticamente i dati delle misurazioni.

### ***2.1.8 Meulage préventif des rails***

#### ***2.1.8 Molatura preliminare delle rotaie***

Al termine della costruzione del binario e dell'utilizzazione di rotabili o veicoli misti ferroviari e stradali, si realizzerà una molatura preliminare delle rotaie grazie ad un treno molatore. Il passaggio di tale treno si effettuerà prima della prova di messa in funzione. I tronchini di servizio Equipaggiamento e il binario deviato degli apparecchi del binario che vi dà accesso non saranno molati. La molatura preliminare ha lo scopo di:

- eliminare quanto più è possibile i difetti di laminazione e i danni superficiali causati alle rotaie durante i lavori di costruzione;
- ottimizzare il contatto rotaia-ruota e garantire un funzionamento migliore del circuito del binario.

Prima dell'inizio della molatura, le rotaie saranno sottoposte a un controllo visivo e qualsiasi difetto che non potrà essere eliminato con la molatura dovrà essere riparato :

- sperrore  $\leq 1,5$  mm con ricarico all'arco della rotaia,
- sperrore  $> 1,5$  mm con la sostituzione della rotaia danneggiata con una barra nuova di lunghezza non inferiore a 12 metri.

### ***2.1.9 Contrôle ultrasonique des rails***

#### ***2.1.9 Controllo ad ultrasuoni delle rotaie***

Al termine della costruzione del binario e dell'utilizzazione di rotabili o veicoli misti ferroviari e stradali, si controlleranno tutte le rotaie con una vettura di controllo ad ultrasuoni.

## 2.2 Pose des appareils de voie

### 2.2 Installazione dei deviatori

Il presente capitolo tratta delle condizioni di esecuzione per la posa degli scambi.

Le principali operazioni sono le seguenti:

- impianto;
- assemblaggio e posa;
- sollevamento, regolazione e betonaggio;
- saldatura;
- finiture;
- picchettatura;
- realizzazione della parte posteriore di ogni deviatoio.

#### 2.2.1 Implantation des appareils de voie

##### 2.2.1 Impianto dei deviatori

L'impianto inizierà nell'asse del binario diretto da giunzione di punta, centro matematico e giunzione di calcio, continuerà poi con la giunzione di calcio nell'asse del binario deviato.

La picchettatura (centro matematico escluso) sarà effettuata su ogni lato per la giunzione di punta e sul lato esterno al binario per le giunzioni di calcio. Questa picchettatura di rigetto sarà completata da picchetti ogni 10 m a partire dalla punta e in direzione dei calci, sia per il binario diretto che per quello deviato.

Plusieurs méthodes pourront être utilisées pour la mise en place des appareils de voie :

- Montage in situ avant la pose de la voie courante
- Par substitution d'une voie provisoire

#### 2.2.2 Méthodes d'assemblage et de pose

##### 2.2.2 Metodi di assemblaggio e di posa

È possibile utilizzare due metodi:

- montaggio all'esterno del deviatoio e trasporto in situ con carrelli di servizio automotori muniti di ponti;
- trasporto dei vari elementi (semitelaio, cuore, traversine, ecc.) e assemblaggio in situ. A tal fine, è necessario che il Genio Civile disponga dei punti di presa sulla volta, che serviranno per le operazioni di manutenzione successive.

#### 2.2.3 Soudage

##### 2.2.3 Saldatura

L'installatore procederà alla connessione dei vari elementi del deviatoio tramite saldatura alluminotermica.

#### 2.2.4 Relevage, réglage et bétonnage des appareils de voie

##### 2.2.4 Sollevamento, regolazione e betonaggio dei deviatori

Il metodo consiste in:

- sollevamento dello scambio e messa su sagoma con un apposito elevatore di binari;
- contropinta dell'apparecchio del binario;

- regolazione del binario con un carrello di servizio di test (rilevazione grafica dei diversi parametri geometrici);
- installazione delle armature (pozzetti, canaletti laterali, listelli, ecc.);
- betonaggio dell'apparecchio tramite un treno di betonaggio (v. descrizione al paragrafo 3.1) con controllo geometrico;
- disarmo e pulizia del deviatore.

### ***2.2.5 Enregistrement continu des paramètres de la voie***

### ***2.2.5 Registrazione continua dei parametri del binario***

Tale registrazione sarà effettuata grazie ad un veicolo ferroviario rimorchiato o automotore in grado di registrare di continuo i parametri del binario, di fornire tali parametri immediatamente sotto forma di stampa su carta per il controllo a bordo in cabina e di registrare informaticamente i dati delle misurazioni.

### ***2.2.6 Meulage préventif des rails***

### ***2.2.6 Molatura preliminare delle rotaie***

Al termine della costruzione dei deviatori e dell'utilizzazione di rotabili o veicoli misti ferroviari e stradali, si realizzerà una molatura preliminare delle rotaie grazie ad un treno molatore. Il passaggio di tale treno si effettuerà prima della prova di messa in funzione.

Prima dell'inizio della molatura, le rotaie saranno sottoposte a un controllo visivo e qualsiasi difetto che non potrà essere eliminato con la molatura dovrà essere riparato :

- sperrore  $\leq 1,5$  mm con ricarico all'arco della rotaia.
- sperrore  $> 1,5$  mm con la sostituzione i pezzi danneggiati.

## **3. Rendements**

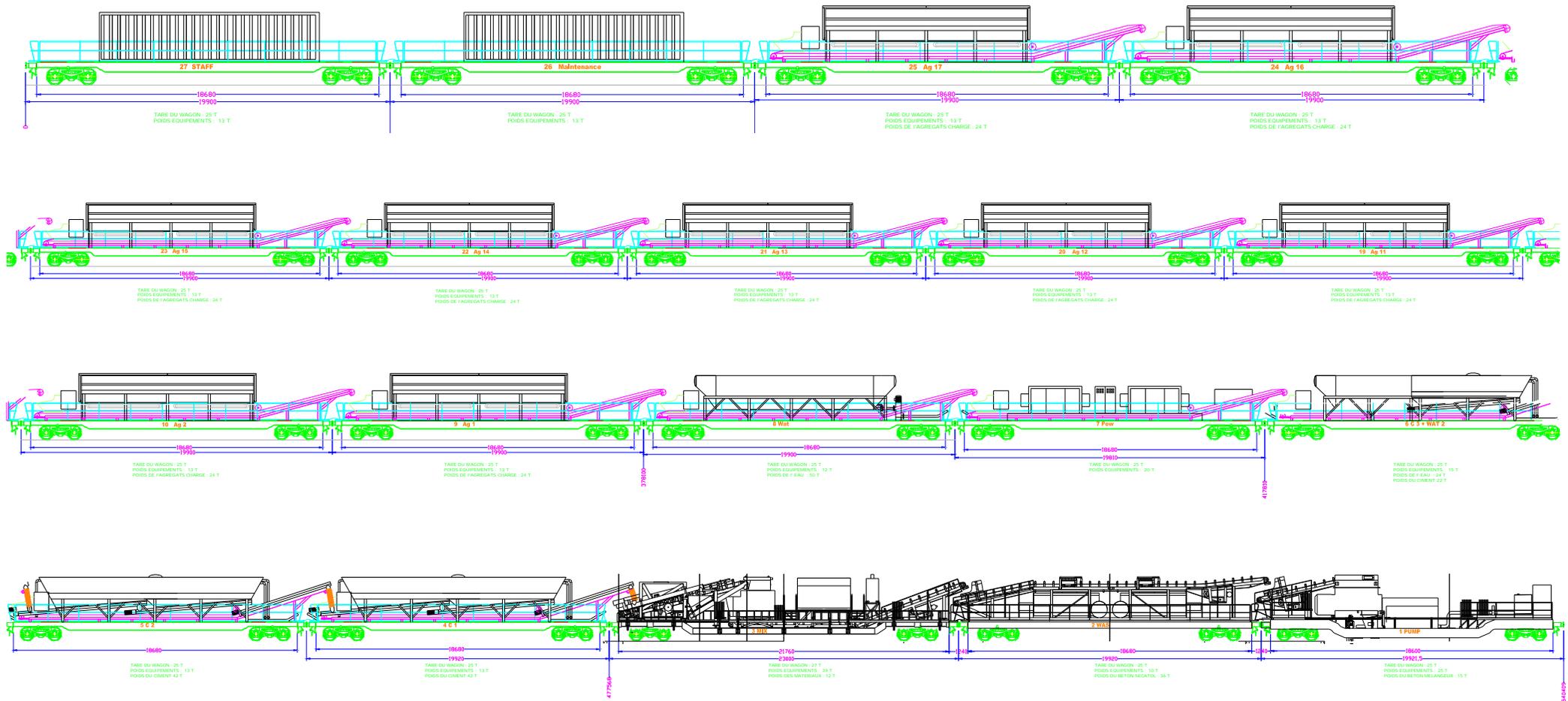
## **3. Rendimenti**

### **3.1 Rendement du bétonnage**

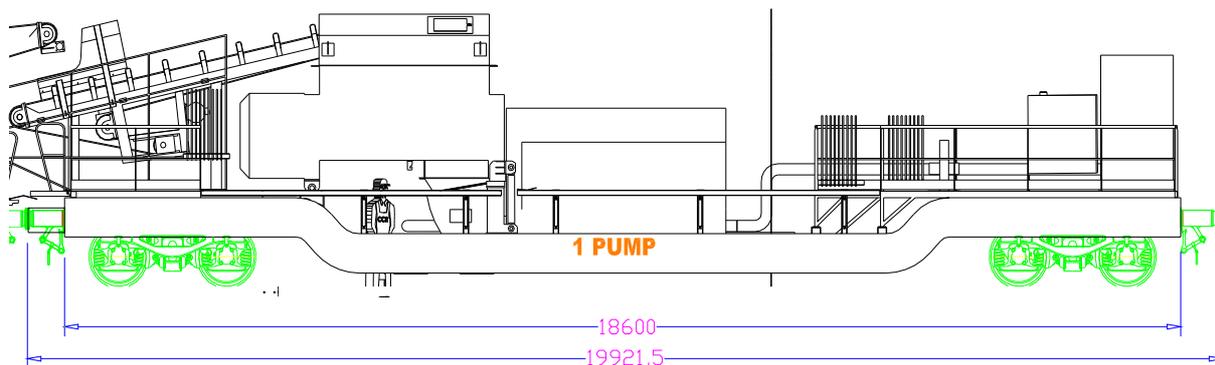
### **3.1 Ritmi di betonaggio**

Un treno di betonaggio è una centrale di betonaggio a bordo di un treno composto da:

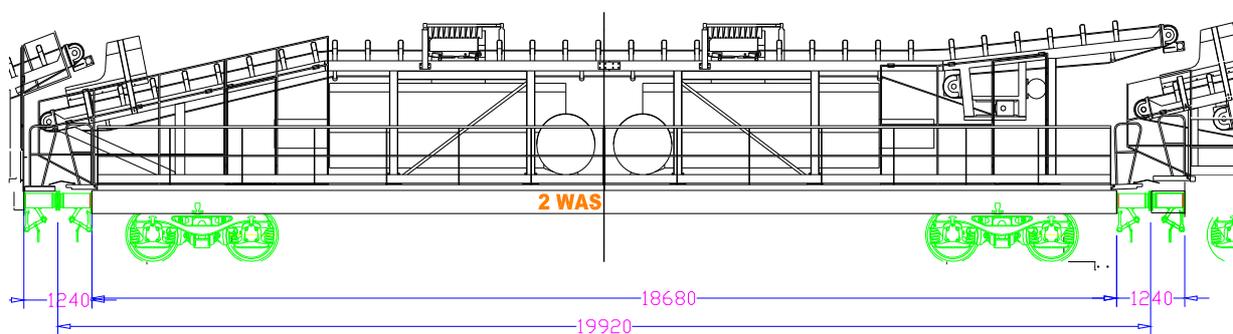
- Treno di betonaggio



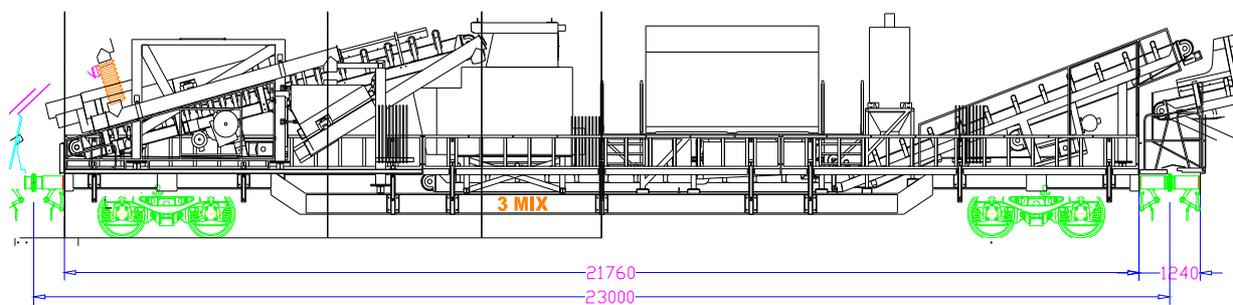
- Un carro di distribuzione (pompa per calcestruzzo)



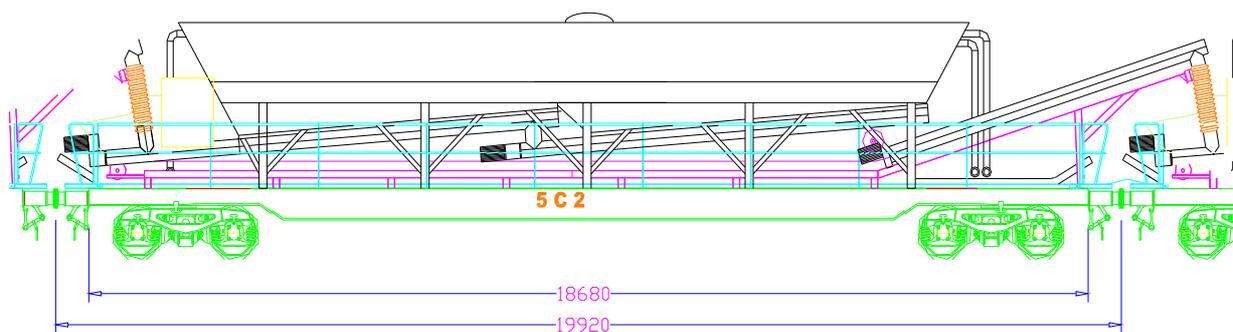
- Un carro di scarico (per il recupero del calcestruzzo non utilizzato)



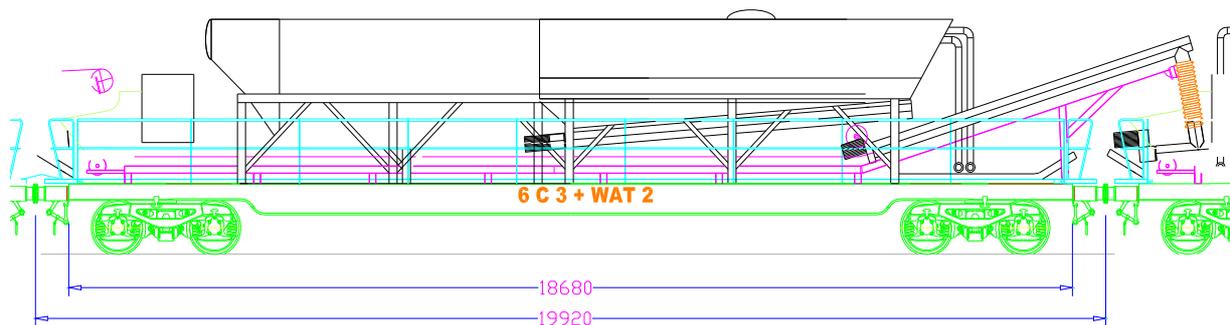
- Un carro betoniera (con betoniera e automa)



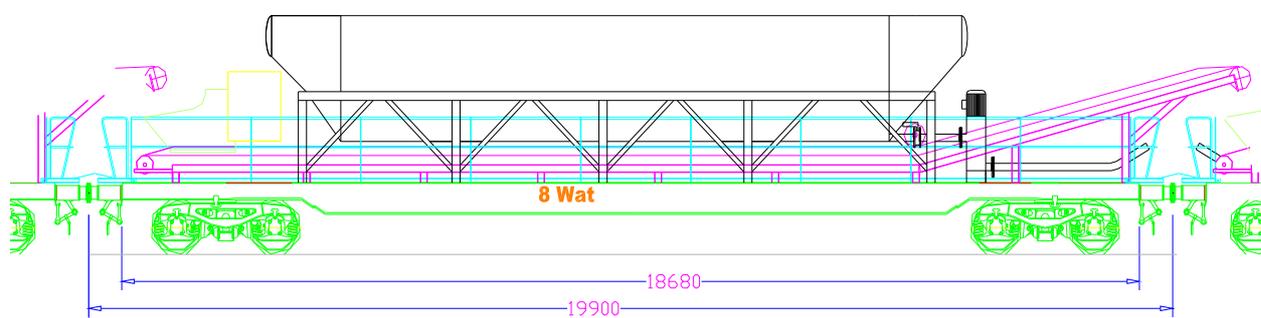
- Due carri di cemento



- Un carro misto acqua e cemento



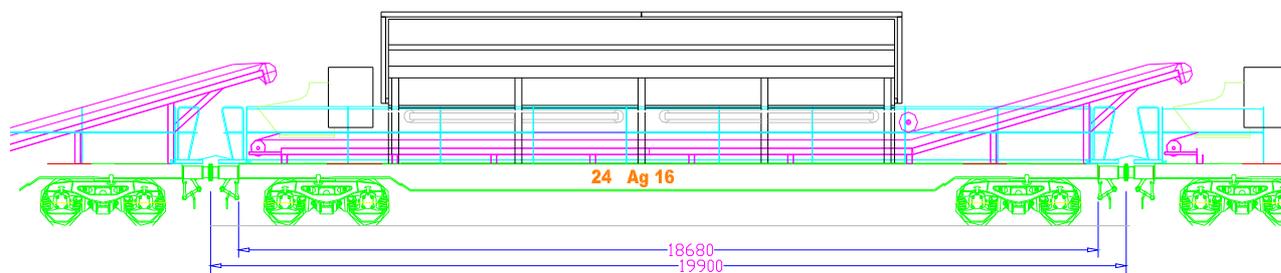
- Un carro di acqua



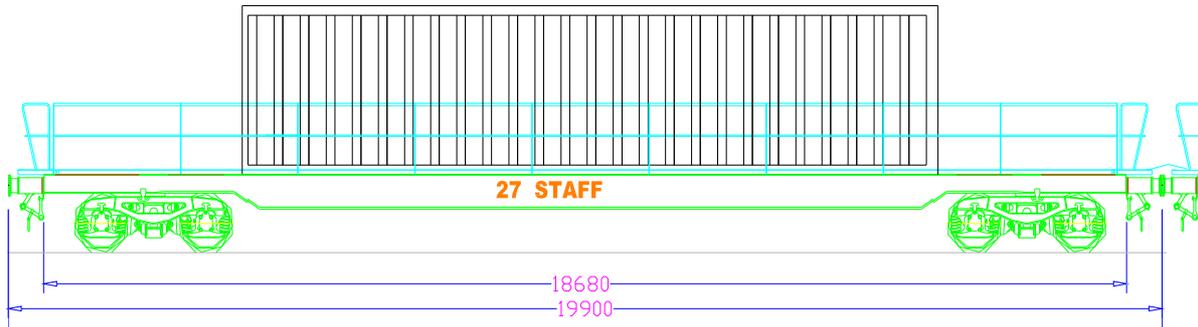
- Un carro energia (gruppi elettrogeni)



- N carri di inerti (contenenti sabbia e inerti premescolati)



- 2 carri per la manutenzione e il personale



L'utilità di tale treno risiede nel fatto che può caricare e fornire ininterrottamente il calcestruzzo necessario ad una giornata di lavoro completa, evitando in questo modo:

- i numerosi viaggi di andata e ritorno necessari per rifornire il fronte di betonaggio, che intralciano le fasi dei lavori seguenti al betonaggio del binario;
- il tempo di arresto per rifornimento.

I ritmi ottenuti con questo treno sono limitati dalla velocità della centrale di bordo (2 m3 di impasto ogni 5-6 minuti), il che corrisponde ad una velocità di circa 20-25 m3/h. Tale rendimento non può essere migliorato con una centrale di capacità superiore, poiché la messa in opera diventerebbe critica. In funzione dell'organizzazione del cantiere in 2 o 3 postazioni, dedotto il tempo del tragitto tra la base dei lavori e il fronte del cantiere, il tempo di lavoro effettivo e la quantità di lavoro in cubatura, risultano i seguenti:

N. postazioni	Durata	Postazioni utilizzate Betonaggio dei binari	Tempo effettivo (escluso trasporto)	Cubatura realizzabile	Tracciato dei binari	Lunghezza del treno
2	12h	1	10h	200 m3	230 ml	490 m
3	8h	1	6h	120 m3	140 ml	370 m
3	8h	2	14h	280 m3	325 ml	590 m

L'altro limite è costituito dalla lunghezza del treno di betonaggio, composto da 11 carri fissi (distribuzione, scarico, betoniera, cemento, acqua, energia, personale, 2 locomotive) di circa 210 m e un numero di carri di inerti in funzione della quantità di inerti necessaria alla cubatura totale (1 carro di inerti ogni 15 m3 di calcestruzzo). È necessario disporre di un binario di una lunghezza sufficiente per la formazione di questo treno.

### 3.2 Rendement de pose de voie

#### 3.2 Ritmi di posa dei binari

La posa dei binari in prova è organizzata nelle seguenti fasi che si susseguono l'una rispetto all'altra:

- disposizione delle traversine;
- disposizione delle LRS.

### **3.2.1 Mise en place des traverses**

#### **3.2.1 Disposizione delle traversine**

Le traversine sono trasportate fino al fronte su di un treno a carri piatti, poi sono scaricate da un ponte mobile sulle banchine del tunnel. Grazie ad un ponte di posa si può contare su un ritmo di posa dell'ordine di 700-800 traversine per postazione di lavoro, ossia 400 ml di binari attrezzati per postazione di lavoro. È possibile stoccare su un carro piatto di 20 m da 200 a 230 traversine. Un treno sarà quindi composto da una locomotiva + 4 carri piatti.

### **3.2.2 Mise en place des LRS**

#### **3.2.2 Disposizione delle LRS**

La lunghezza delle LRS utilizzate per il TML e il CTRL è stata rispettivamente di 180 e 216 m. È necessario, quindi, prevedere un treno di LRS dell'ordine di 200 m (10 carri) per il trasporto delle LRS fino al fronte. In situ, le LRS sono tirate su dei cilindri grazie allo stesso ponte utilizzato per la disposizione delle traversine. Sui carri si caricherà un solo strato di 8 LRS, che saranno tirate e installate in un'unica postazione, per un avanzamento pari a 800 ml di binario per postazione.

### **3.2.3 Pose de la voie**

#### **3.2.3 Posa globale dei binari**

Il fronte di posa dei binari è una successione di disposizioni di traversine e di rotaie, per 2 giornate consecutive di traversine (2 x 400 ml) seguite da una giornata di rotaie (1 x 800 ml). Il ritmo medio di posa è quindi di 800 ml ogni tre giorni, ossia circa 260 ml/giorno.

#### **3.2.3.1 Rendement moyen adopté pour la planification des travaux**

##### **3.2.3.1 Ritmo medio adottato per la pianificazione dei lavori**

La pianificazione del Genio Civile mostra una liberazione della piattaforma in tempi diversi per le estremità francese e italiana e il tratto centrale.

### **IN ATTESA DI DEFINIZIONE DEL PLANNING**

In conseguenza, prevediamo un'organizzazione dei lavori in tre postazioni e i ritmi presentati qui sotto per le due fasi seguenti:

- Produzione 1: formazione per i primi chilometri del tunnel;
- Produzione 2: produzione a regime

Questi ritmi tengono conto di una riserva dal 10 al 15%.

<b>Operazione</b>	<b>Produzione 1</b>	<b>Produzione 2</b>
Posa dei binari	600 ml/settimana	1200 ml/settimana
Betonaggio dei binari	800 ml/settimana	1500 ml/settimana