



Cofinanziato dall'Unione europea  
Rete transeuropea di trasporto (TEN-T)



FERROVIENORD



Società Esercizi  
Aeroportuali S.p.A.

CODICE  
COMMESSA

M 2 0

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

P

D.P.R.  
207/10

a

PROGRESSIVO  
ELABORATO

0 0 1

CATEGORIA  
OPERA

I T

NUMERO  
OPERA

- -

REVISIONE

R 1

SCALA

===

MXP-AT RAILINK - COLLEGAMENTO FERROVIARIO  
MALPENSA TERMINAL 2 - LINEA RFI SEMPIONE  
*Progetto di fattibilità tecnica ed economica*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI SINTESI

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	NOV. 2016	REVISIONE GENERALE		LS
	0	MAG. 2016	PRIMA EMISSIONE		LS

FERROVIENORD

SEA



NORD\_ING

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## **SOMMARIO**

<b>1. PREMESSE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LA STRUTTURA DELL'AZIONE DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. I PROGETTI PRECEDENTI E IL PRMT .....</b>	<b>7</b>
3.1. Progetto Italferr del 2003 .....	7
3.2. L'accessibilità ferroviaria a Malpensa nel Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti .....	8
<b>4. IL D. LGS. 112 DEL 2015 .....</b>	<b>10</b>
<b>5. LE ALTERNATIVE DI TRACCIATO .....</b>	<b>11</b>
5.1. Alternative interne al sedime aeroportuale .....	11
5.2. Alternative di realizzazione delle interconnessioni con la linea del Sempione .....	11
5.3. La soluzione di riferimento .....	12
5.4. Il profilo altimetrico .....	12
<b>6. IL TRACCIATO DI RIFERIMENTO E GLI IMPIANTI FERROVIARI .....</b>	<b>14</b>
6.1. Parametri di base .....	14
6.2. Tratta dal T2 alle interconnessioni con la linea RFI .....	14
6.2.1. <i>Andamento planimetrico</i> .....	14
6.2.2. <i>Andamento altimetrico</i> .....	15
6.3. Modifiche ai binari della linea RFI del Sempione .....	16
6.3.1. <i>Andamento planimetrico</i> .....	16
6.3.2. <i>Andamento altimetrico</i> .....	16
6.4. Armamento .....	16
6.5. Trazione elettrica .....	17
6.6. Segnalamento .....	19
6.7. Impianti di sicurezza e TLC .....	19
<b>7. DESCRIZIONE OPERE CIVILI.....</b>	<b>20</b>
7.1. Aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici .....	20
7.2. Aspetti sismici .....	20
7.3. Vincoli .....	21
7.4. Descrizione delle opere civili di linea .....	21
7.5. La galleria naturale .....	22
7.6. Opere puntuali .....	23
7.6.1. <i>Spostamento temporaneo SS336</i> .....	23
7.6.2. <i>Cavalcaferrovia SP68</i> .....	23

---

7.6.3. Sottopasso Fabbricati tecnologici .....	24
7.6.4. Nuova Sede S.S. 33.....	24
7.6.5. Sottopasso S.S. 33 .....	24
7.6.6. Sovrappasso S.S.33 .....	24
7.6.7. Sottopasso vie verdi .....	24
7.6.8. Smaltimento delle acque di piattaforma .....	24
<b>8. INDAGINI E LAVORI PRELIMINARI.....</b>	<b>26</b>
8.1. Occupazione delle aree .....	26
8.2. Indagini archeologiche.....	27
8.3. Bonifica da Ordigni bellici.....	27
8.4. Interferenze sottoservizi.....	27
8.5. Interferenze aeronautiche.....	27

## **ALLEGATO: PRESENTAZIONI EVENTO AEROPORTO MALPENSA 7.6.2016**

## **1. PREMESSE**

La presente Relazione Illustrativa riguarda il progetto di fattibilità tecnica ed economica del collegamento ferroviario tra il Terminal 2 dell'Aeroporto Intercontinentale di Malpensa e la linea RFI del Sempione, per una lunghezza di circa 4,6 km di nuovo tracciato verso Gallarate più 1,1 km di raccordo verso Casorate Sempione.

L'intervento previsto è la prosecuzione del collegamento tra il Terminal 1 e il Terminal 2 di Malpensa, con la costruzione di una nuova stazione ferroviaria al Terminal 2, attualmente in corso di completamento.

Con il collegamento alla linea del Sempione e alla rete RFI si completa il sistema di accessibilità da Nord a Malpensa.

L'intervento, peraltro, fa parte di un sistema infrastrutturale molto più ampio, il cui sviluppo rappresenta un importante passo avanti nella strategia a lungo termine per migliorare l'intera rete delle infrastrutture che garantiscono l'accessibilità all'Aeroporto di Malpensa, sia per il traffico passeggeri, sia potenzialmente per il traffico merci, e consente una redistribuzione dei carichi sulla rete ferroviaria regionale.

La Relazione riprende sinteticamente i principali contenuti delle Relazioni tecniche di dettaglio sotto elencate, cui si rinvia per i necessari approfondimenti, inquadrandole nella struttura generale dell'Azione di progettazione in corso che beneficia del co-finanziamento UE

M20Pb001IT--R1\_Relazione inquadramento studi precedenti

M20Pb004VV--R1\_Relazione di esercizio

M20Pb003VV--R1\_Studio alternative tracciato

M20Pb005IT--R1\_Relazione predimensionamento opere civili

M20Pb002IT--R1\_Relazione Tecnica Impianti ferroviari

M20Pb006IT--R1\_Relazione lavori preparatori

M20Pb007IT--R0\_Relazione tecnica sicurezza gallerie

In particolare, per quanto riguarda gli aspetti ambientali si rinvia allo Studio Preliminare Ambientale (M20Pc002VV--R1\_SPA).

La redazione della progettazione è stata sviluppata e coordinata da NORD\_ING la società di ingegneria del gruppo FNM, in stretta collaborazione con le strutture tecniche della Regione Lombardia, di SEA e RFI e avvalendosi di numerosi contributi, tra cui in particolare gli specialisti dell'Università Bocconi e del Politecnico di Milano per le analisi degli Scenari e l'Analisi Costi Benefici.

Per una visione di insieme sintetica delle caratteristiche del Progetto di Fattibilità tecnico – economica si rinvia alle presentazioni predisposte da parte dei componenti del gruppo multidisciplinare di lavoro, effettuate il giorno 7 giugno 2016 all'Aeroporto di Malpensa, riportate in Allegato alla presente Relazione.

## **2. LA STRUTTURA DELL'AZIONE DI PROGETTAZIONE**

Sulla base del Grant Agreement, il documento che definisce i contenuti e le condizioni del cofinanziamento della Comunità Europea, l'Azione di progettazione è articolata in 9 Attività (vedi Figura 1) e prevede numerose Milestone intermedie.

L'Accordo è stato stipulato nel mese di dicembre 2015, anche se le attività erano state avviate nei mesi precedenti, a partire dalla presentazione dell'istanza di finanziamento.

L'Attività 1 – Revisione degli studi e dei progetti precedenti e valutazione delle alternative – è stata conclusa nel corso del 2015 e ha portato alla definizione degli standard tecnici e funzionali in accordo con RFI (Milestone 2) e del tracciato di riferimento da sviluppare nella progettazione preliminare (Milestone 3).

Le attività 2, 3, 4 e 5, il cui completamento è previsto nel 2016, si stanno sviluppando in parallelo. In particolare mentre si portano avanti la Progettazione Preliminare (Attività 5) sul tracciato di riferimento stabilito nell'ambito dell'Attività 1 corredata dallo Studio di Impatto Ambientale (Attività 4), sono in corso le Analisi sulla Domanda (Attività 2A) e la definizione dei possibili Modelli di Servizio (Attività 2B).

Tutte queste attività forniscono i dati di input all'Analisi Costi Benefici (Attività 2C), la cui definizione procede in parallelo alle altre attività. D'altra parte disporre di un Progetto Preliminare e di un SIA già strutturati è importante per fornire dati di ingresso affidabili per l'Analisi Costi Benefici.

L'Analisi Costi Benefici viene condotta secondo le linee guida della Regione Lombardia con il supporto del Politecnico di Milano che si avvale del modello di simulazione e della matrice O/D sviluppati per il Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti.

L'Analisi dovrà tenere conto anche degli effetti sulla rete e quindi delle coerenze con la rete regionale (nodo Gallarate, potenziamento Rho-Gallarate, Raccordo Y, Bovisa-Saronno, Raccordo Z) e con la rete a lunga percorrenza (Novara Linea Lenta, Novara Alta Velocità, Galliate Alta Velocità).

L'indicazione fornita dall'Analisi Costi Benefici permette di confrontare diversi scenari operativi, incluse le ipotesi di non realizzare l'opera, di realizzare solo il ramo lato Gallarate, oppure realizzare entrambi i rami di interconnessione con la linea RFI sia lato Gallarate sia lato Domodossola.

Il Grant Agreement prevede inoltre le seguenti Attività:

- l'Attività 6 comprende la fase di consultazione e le approvazioni a livello preliminare;
- l'Attività 7 riguarda la Progettazione Definitiva che è prevista svilupparsi nel 2017;
- l'Attività 8 conclude la fase di Valutazione di Impatto Ambientale e le approvazioni del progetto definitivo a livello regionale;

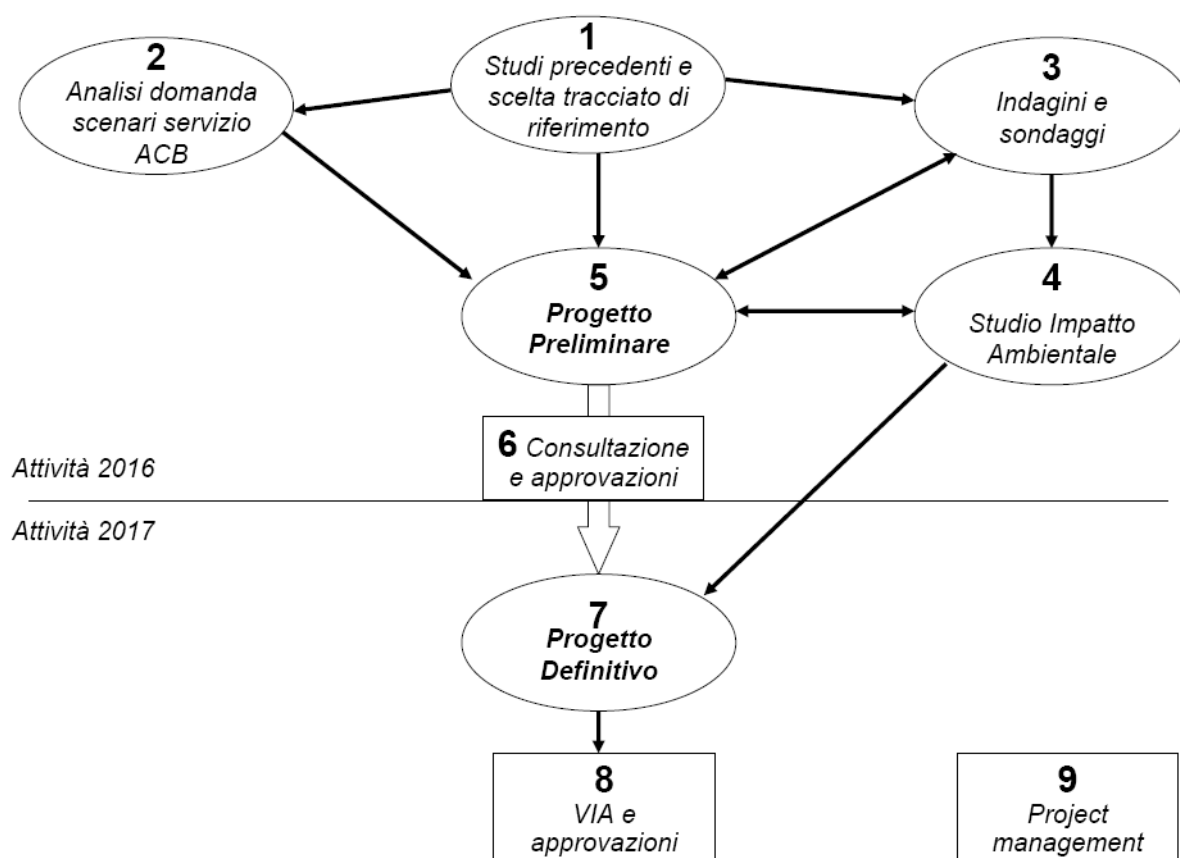
Infine l'Attività 9 è il Project Management che accompagna tutto lo sviluppo dell'Azione.

In merito all'attività 4 si evidenzia che in data 09/06/2016 FERROVIENORD ha depositato l'istanza per svolgere la procedura di consultazione (scoping) propedeutica al procedimento di valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 5 comma 1 e 2 della L.R. 5/2010. Con lettera n. T1.2016.0050707 del 06/10/2016, Regione Lombardia ha dichiarato conclusa la fase di consultazione allegando le indicazioni emerse a seguito dell'istruttoria condotta al fine della definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale relativo al progetto in oggetto.

La fase di scoping si è conclusa positivamente in quanto lo studio di prefattibilità ambientale è stato giudicato adeguatamente strutturato, poiché prende in considerazione tutte le componenti ambientali significativamente coinvolte, anche a livello potenziale, dal progetto.

Ciò evidenzia un primo elemento di maturazione e di condivisione dell'azione in ambito locale, in quanto:

- ai fini della redazione della relazione finale sono pervenuti i contributi della Provincia di Varese e del Parco Lombardo della Valle del Ticino che segnalano alcuni punti di attenzione per la stesura del SIA, quali, ad esempio, la presenza di un'area da bonificare a nord di Malpensa (ex petrolieri), la predisposizione di rendering o foto inserimenti delle opere da progettare, modalità e tempistiche delle deviazioni stradali e gli impatti del cantiere sulla componente faunistica.
- dal punto di vista tecnico del progetto:
  - o il comune di Gallarate ha richiesto di valutare la possibilità di riutilizzo, mediante riqualificazione a pista ciclabile e percorso pedonale, del tracciato della SS del Sempione esistente che verrà dismesso nella soluzione finale dell'intervento progettato e la riqualificazione del sottopasso ferroviario esistente per garantire un collegamento ciclo-pedonale tra la Via Monte Leone e la SS del Sempione, così come modificata dal nuovo intervento proposto;
  - o non sono pervenute osservazioni dagli altri comuni (Somma Lombardo; Casorate Sempione; Cardano al Campo), dalla Provincia di Varese o del Parco del Ticino.

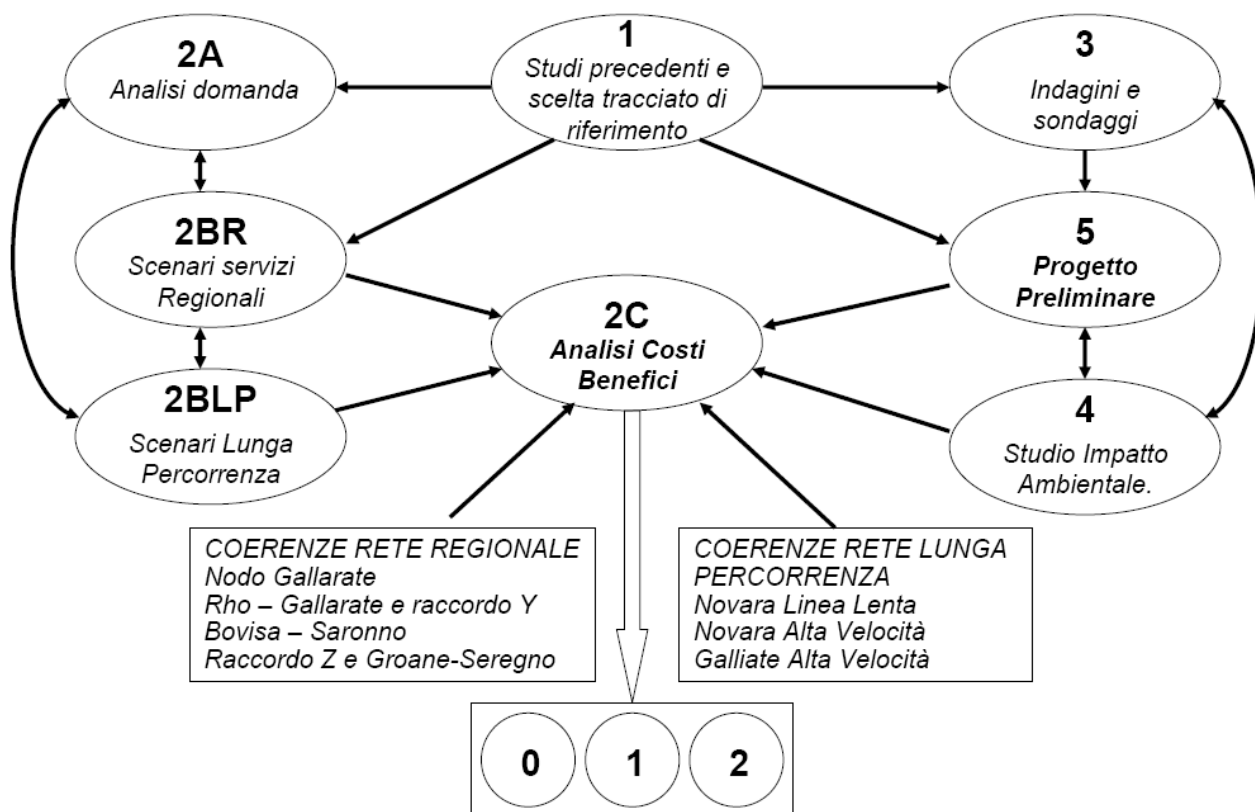


**Figura 1 - Schema struttura Azione di progettazione**

Successivamente alla definizione del Grant Agreement sono intervenuti alcuni provvedimenti che hanno portato a sviluppare ulteriormente l'approccio alla progettazione. In particolare si è tenuto conto dei seguenti elementi di base:

- le Linee guida per le analisi di fattibilità, adottate dalla Regione Lombardia con delibera del 23.10.2015,
- il Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti, adottato dalla Regione con delibera del 23.12.2015,
- il nuovo Codice degli appalti, con cui il Progetto Preliminare viene ridefinito come Progetto di fattibilità tecnico economica (Dlgs. 50 del 18.04.2016).

La figura 2 allegata illustra lo schema del nuovo approccio (relativamente alle attività fino al livello di progettazione preliminare) in cui vengono esplosi i contenuti dell'attività 2, viene evidenziato il ruolo centrale dell'Analisi Costi Benefici e l'importanza delle verifiche di congruenza con la rete ferroviaria afferente, dato che l'intervento estende i potenziali benefici oltre a quelli strettamente legati alla migliore accessibilità ferroviaria all'aeroporto.



**Figura 2 - Schema nuovo approccio alla progettazione**

### 3. I PROGETTI PRECEDENTI E IL PRMT

#### 3.1. Progetto Italferr del 2003

Come già avvenuto per l'estensione della linea dal terminal T1 al terminal T2, la progettazione del link mancante non parte da zero, ma dalla base costituita dalla progettazione preliminare sviluppata da ITALFERR per conto di RFI nel 2003 e dalle raccomandazioni tecniche della Regione Lombardia e di tutti gli Enti coinvolti da Regione Lombardia in sede di Conferenza dei Servizi del 2005 (DGR n° VII/20644 datata 11.02.2005).

Rispetto al primo progetto, estremamente completo e ambizioso nei requisiti e per caratteristiche tecniche, si è previsto però operare importanti semplificazioni, coerenti con il quadro delle disponibilità finanziarie e porre una particolare attenzione ai vincoli territoriali e ambientali, in modo da minimizzare l'impatto.

Dal terminal T2 il progetto elaborato da RFI/ITALFERR prevedeva un collegamento principale (retto tracciato) a doppio binario con l'esistente linea Gallarate – Varese (indi Lugano via Arcisate – Stabio) in galleria naturale, dal camerone fino alla PK 13+402, più due interconnessioni a due binari (con diramazioni sotterranee sempre dal già citato camerone) con la linea Gallarate – Domodossola rispettivamente da e verso nord (Sempione) e da e verso sud (Milano).

La realizzazione di questi collegamenti era da prevedersi per fasi secondo la seguente scansione:

- prima fase: realizzazione dell'interconnessione con la linea del Sempione relativamente al solo ramo da/per Gallarate e, per il collegamento principale, delle opere civili della galleria naturale fino alla PK 8+900;
- seconda fase: completamento del collegamento con la Gallarate – Varese e realizzazione della interconnessione sulla Gallarate – Domodossola da/per Sempione. Tale seconda fase era da collocarsi in un orizzonte temporale concomitante con la realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario a Malpensa “da sud”.

Al fine di consentire l'interconnessione fra i vari rami, l'attuale linea Gallarate – Domodossola, che nella tratta verso Casorate è in affiancamento alla ex SS33, avrebbe dovuto essere deviata verso sud-ovest per circa 1 km mediante la realizzazione di una galleria artificiale e di una trincea.

La linea prevedeva standard plano-altimetrici tali da consentire velocità di progetto di 140 km/h e contenere la pendenza nel 12 per mille sul tracciato principale e nel 20 per mille sulle interconnessioni, verso Gallarate e verso il Sempione.

Secondo la procedura prevista dalla Legge Obiettivo, la Regione Lombardia, provvide all'istruttoria regionale istituendo un gruppo di lavoro e svolgendo consultazioni formali con i principali enti, ai fini di rendere il proprio parere al CIPE. Le osservazioni raccolte dai comuni interessati, dalla Provincia di Varese, dal Parco del Ticino e anche da privati vennero analizzate, valutate e raccolte negli Allegati A (per gli aspetti tecnici) e B (per gli aspetti ambientali) alla Delibera della Giunta Regionale n. VII/20644 del 11/02/2005.

L'attuale riprogettazione ha preso le mosse dal recepimento di tali prescrizioni.

In particolare sono state recepite le osservazioni della Provincia di Varese per quanto riguarda il tratto a doppio binario comune alle due interconnessioni con la linea del Sempione. Il tracciato di questo segmento è stato spostato infatti verso il confine orientale del Comune di Casorate S., minimizzando le interferenze con le strutture dedicate all'equitazione, con le residue attività agricole ed evitando le interferenze con le vasche di spagliamento.



Il collegamento diretto ipotizzato con la Gallarate – Varese (– Arcisate – Stabio) non viene considerato nel presente progetto di fattibilità. Infatti tale collegamento diretto, in gran parte interrato in galleria naturale, appare al momento sovradimensionato, tenuto conto anche del Parere Regionale che osserva che “in coerenza con la capacità indicata nel progetto della nuova linea Arcisate – Stabio approvato dal CIPE nel dicembre 2004, non si potrà avere più di n.1 treno/ora per direzione sulla relazione proveniente da Lugano – Varese”. Viene mantenuta soltanto la previsione di un tratto rettilineo in cui eventualmente innestare un futuro bivio a raso.

Per quanto riguarda l’interconnessione con la linea del Sempione lato Gallarate, tutte le varie opzioni alternative, illustrate approfonditamente nell’apposito elaborato, mantengono entrambi i binari a sud della esistente linea del Sempione, evitando quindi il coinvolgimento del quartiere della Moriggia.

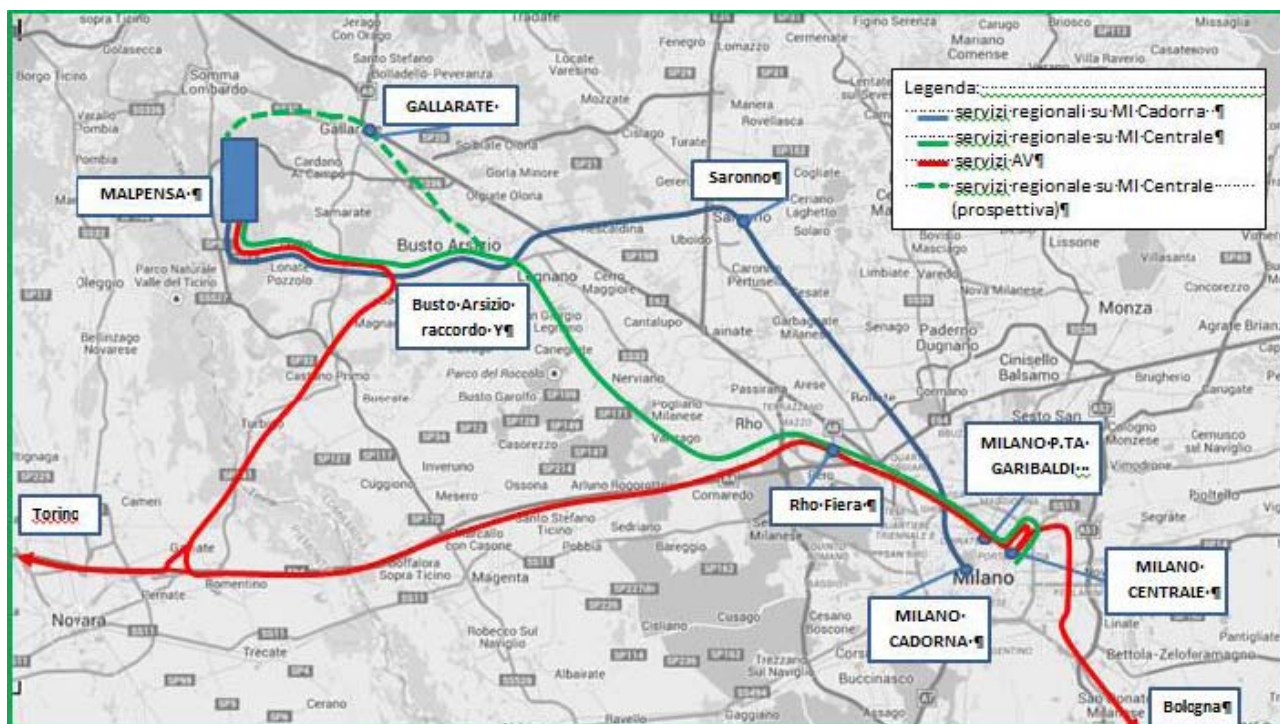
### **3.2. L’accessibilità ferroviaria a Malpensa nel Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti**

All’interno del Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti (PRMT), adottato il 23.12.2015, è indicato che la strategia regionale mira a creare un unico sistema aeroportuale, aperto a sinergie con gli aeroporti del Nord Italia in una logica di sistema macroterritoriale, ma con ruoli ben distinti per i singoli scali, ovvero:

- Malpensa come Gate internazionale ed intercontinentale;
- Linate come City Airport;
- Orio al Serio specializzato per la domanda turistica, in particolare con vettori low cost e courier;
- Montichiari come importante riserva di capacità, per la “felice” collocazione territoriale in un’area ancora non densamente urbanizzata.

La programmazione regionale sottolinea il ruolo intercontinentale di Malpensa, che lo rende una polarità forte, riconosciuta anche nell’ambito della programmazione TEN-T, nel DPR per l’individuazione degli aeroporti di interesse nazionale e nel nuovo Piano Nazionale degli Aeroporti.

Per quanto riguarda le connessioni su ferro per Malpensa, come mostrato in figura 3, nel PRMT si richiamano i collegamenti ferroviari fra i terminal T1 e T2 di Malpensa, il collegamento ferroviario Nord Malpensa (Gallarate-Varese) e Novara (AV)-Busto Arsizio.



**Figura 3 - Servizi di accessibilità ferroviaria a Malpensa**

In particolare poi, l'azione "F6 - Accessibilità a Malpensa", rientra tra le azioni necessarie a perseguire gli obiettivi del PRMT e già oggetto di VAS positiva e viene descritta come segue:

*"L'accessibilità di Malpensa si articola complessivamente negli interventi di: estensione del tracciato ferroviario dal Terminal 1 al Terminal 2; accessibilità da nord a Malpensa; collegamento Novara-Malpensa (Tratta Turbigo-Novara e Variante di Galliate).*

*Il prolungamento ferroviario dal T1 al T2, in corso di realizzazione, consiste in una nuova linea a doppio binario per una lunghezza complessiva di 3,6 km.*

*L'intervento di accessibilità da nord a Malpensa è finalizzato al miglioramento dell'accessibilità ferroviaria dell'aeroporto di Malpensa da Nord (da Gallarate) e consentirà la messa in rete di Malpensa con il sistema dei valichi alpini del Sempione e del Gottardo.*

*A nord sono previsti circa 5 km di nuova linea a doppio binario oltre le connessioni con le direttrici del Sempione e del Gottardo. L'intervento andrebbe a completare con la chiusura dell'anello ferroviario su Gallarate i lavori avviati per il prolungamento del tracciato ferroviario dal Terminal 1 al Terminal 2 dell'Aeroporto di Malpensa.*

*Per l'accessibilità da sud è in corso di approfondimento il collegamento Novara-Malpensa tramite la progettazione di nuovo ulteriore link di circa 5,2 km a est di Galliate.*

*Con questi interventi si potrà rendere l'Aeroporto di Malpensa "passante" tra la linea del Sempione/Gottardo e la linea AV/AC Milano-Torino, portando l'Alta velocità ferroviaria a Malpensa e si potrà procedere a prolungare l'intero servizio attuale da Malpensa T1 a Malpensa T2 e completare il servizio semiorario R Novara – Saronno - Milano.*

*La chiusura ferroviaria a nord di Malpensa in direzione Gallarate permetterà di reimpostare l'intero sistema Milano – Malpensa, deviando l'attuale relazione da Milano Centrale via Saronno lungo l'itinerario via Rho - Gallarate, passando quindi prima da T2 e avendo termine corsa a T1.*

*Saranno da evitare invece itinerari di tipo circolare che non permetterebbero di realizzare un'offerta simmetrica di relazioni in termini di fermate servite e tempi di percorrenza, oltre che di ottimizzare la capacità richiesta all'infrastruttura.*

*Il raccordo Y tra Legnano e Busto Arsizio sarebbe impegnato, in questo scenario, dal prolungamento di uno dei sistemi suburbani supportati dal nuovo quadruplicamento Rho-Parabiago (ad esempio la linea S15)."*

Per ulteriori elementi si rimanda all'elaborato M20Pb001IT--R1\_Relazione inquadramento studi precedenti.

#### **4. IL D. LGS. 112 DEL 2015**

In accordo al D.Lgs. 112 del 2015, a partire dal 15 settembre 2016, anche alla rete FERROVIENORD, ramo Milano, si applica il decreto legislativo 10 agosto 2007, n. 162, e l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF) svolge i compiti e le funzioni previste dal medesimo decreto legislativo anche per tale rete.

Questo comporta che, dal punto di vista della sicurezza, il progetto dovrà essere approvato non più dall'USTIF (Ufficio Speciale Trasporti a Impianti Fissi), come avveniva in precedenza, ma dall'Agenzia, secondo le relative procedure e con un possibile impatto sulle tempistiche di approvazione da verificare nel proseguo.

## **5. LE ALTERNATIVE DI TRACCIATO**

Lo studio delle alternative di tracciato è stato condotto partendo dalle prescrizioni a suo tempo formulate sul progetto RFI e con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto dell'opera sul territorio. Sono state quindi sviluppate 8 diverse ipotesi di tracciato planimetrico, che si differenziano tra di loro sostanzialmente sulla base del modo di realizzare le interconnessioni con la linea RFI del Sempione verso Gallarate e Casorate Sempione, ossia se con intersezione a raso o con salto di montone e con velocità di percorrenza dei rami pari a 60 km/h oppure 100 km/h.

### **5.1. Alternative interne al sedime aeroportuale**

All'interno del sedime aeroportuale e fino al sottoattraversamento della SS.336 sono state studiate due alternative:

- l'Alternativa A abbandona il prima possibile il sedime aeroportuale con un flesso verso Nord e sottopassa la SS.336 con un angolo di incidenza molto ridotto ( $< 20^\circ$ );
- l'Alternativa B, più rettilinea, transita a Sud dei depositi di carburante e attraversa la SS.336 con un angolo superiore a  $60^\circ$ .

L'alternativa B avrebbe il vantaggio di semplificare le opere di attraversamento della superstrada ma avrebbe interferenze con gli oleodotti che alimentano il deposito carburanti dell'aeroporto, passerebbe più vicino ai depositi stessi, avrebbe maggiori interferenze con la pista dell'aeroporto e andrebbe inoltre ad interferire con il Crossodromo. L'insieme di questi elementi ha portato ad abbandonare l'Alternativa B e ad assumere l'Alternativa A come riferimento per la progettazione preliminare.

Le modalità e le fasi di realizzazione dell'attraversamento sono state approfondite con ANAS ed è stata prevista la deviazione provvisoria del traffico realizzando, per circa 900 m, un apposito tracciato provvisorio sul fianco nord della strada esistente, in modo da garantire in ogni fase la doppia corsia per ciascun senso di marcia.

### **5.2. Alternative di realizzazione delle interconnessioni con la linea del Sempione**

Il parametro funzionale essenziale per la realizzazione delle interconnessioni, come accennato, è la scelta dell'innesto a raso oppure a livelli sfalsati (con "salto di montone").

L'innesto con salto di montone comporta un vantaggio molto significativo rispetto alla soluzione a raso, perché elimina le intersezioni tra i flussi che - ovviamente in relazione del numero di treni e alla densità di circolazione - risultano fortemente penalizzanti sulla potenzialità e regolarità della circolazione.

Il secondo parametro significativo è la velocità consentita sui rami deviati.

Attualmente la regola, per le linee esistenti anche della rete primaria, sia sulla rete RFI che sulla rete FERROVIENORD, è la velocità in deviata a 60 km/h, mentre sulle nuove realizzazioni RFI le deviate sono previste - laddove possibile - a 100 km/h.

Nel caso in esame va tuttavia osservato che le interconnessioni si trovano a distanza relativamente limitata sia da Gallarate, sia dalla stazione al Terminal T2 dove è presumibile che praticamente tutti i treni effettuino fermata.

Pertanto la penalizzazione legata alla velocità a 60 km/h non va considerata tanto sui tempi di percorrenza, quanto sulla velocità di “liberazione” della linea e quindi sulla potenzialità/regolarità della linea da cui l’interconnessione si dirama.

Per valutare la funzionalità delle interconnessioni va considerato soprattutto l’effetto combinato dei 2 parametri ora richiamati. In particolare, come confermato anche nei tavoli tecnici con RFI, tra le soluzioni “second best” è largamente preferibile un’interconnessione con “salto di montone” e velocità 60 km/h piuttosto che un’interconnessione a 100 km/h, ma a raso.

All’interno delle soluzioni che prevedono la realizzazione del salto di montone sono state inoltre considerate le possibili alternative per effettuare l’innesto sulla linea del Sempione.

Tuttavia, oltre ai parametri funzionali per la circolazione ferroviaria, la fattibilità e sostenibilità delle diverse alternative deve necessariamente confrontarsi con una serie di altri fattori (che verranno ripresi al punto 3 successivo) e che riguardano in particolare:

- l’impatto sull’ambiente inteso come attraversamento o vicinanza ad aree sensibili (galoppatoi, abitazioni, ecc);
- il consumo di territorio con particolare riguardo alla creazione di aree intercluse tra i tracciati ferroviari;
- il costo/complessità delle opere necessarie per risolvere le interferenze tra i diversi rami ferroviari e con la viabilità.

Infine sono state studiate inoltre diverse alternative di profilo longitudinale per il tratto che si estende tra la SS336 e il bivio tra i due raccordi al fine di ottimizzare da un lato l’impatto dei lavori e dell’opera finita sul territorio e di contenere allo stesso tempo i costi di realizzazione.

La descrizione completa delle alternative di tracciato studiato è riportata nel documento “M20Pb003VV--R0\_Studio alternative tracciato”.

### **5.3. La soluzione di riferimento**

Tra le diverse alternative studiate è stata individuata la soluzione con minor impatto sul territorio, in quanto si mantiene lontana dalle attività equestri, minimizza l’impatto con i siti legati al settore dell’agriturismo e non prevede la formazione di grossi reliquati o aree intercluse. Inoltre minimizza i manufatti da realizzare, in particolare per quanto riguarda le opere stradali necessarie alla deviazione della strada del Sempione (e le opere necessarie per la deviazione dei binari RFI).

Tale soluzione prevede connessioni con la linea RFI a salto di montone per il ramo verso Gallarate e a raso per il ramo verso Casorate Sempione, con velocità di percorrenza pari a 60 km/h in entrambi i casi.

### **5.4. Il profilo altimetrico**

L’andamento altimetrico della linea è fortemente vincolato da una serie di vincoli e punti fissi:

- la quota della stazione al T2;
- la quota del sedime aeroportuale;
- la quota della linea Gallarate – Sempione;
- la quota delle viabilità interferite e in particolare la SS336 e la SS33;
- la tipologia di interconnessione;
- la quota e la geometria del bivio tra i due raccordi.

Nell'ambito dello sviluppo della presente progettazione di fattibilità tecnica ed economica, compatibilmente con i vincoli esistenti, sono state valutate due macro-alternative di profilo altimetrico, che sostanzialmente si differenziano tra loro solo nel tratto che si estende tra la SS336 e il bivio tra i due raccordi:

- l'alternativa A prevede un tracciato meno profondo e una minore lunghezza della tratta coperta;
- l'alternativa B prevede un tracciato di circa 2,5 metri più profondo e un'estensione della tratta in galleria di 2578 metri (dal T2 all'uscita in corrispondenza della SP68), cioè di circa 295 metri superiore rispetto all'Alternativa A (al netto di possibili rimodellazioni).

Dal punto di vista delle livellette massime e della funzionalità ferroviaria le 2 alternative sono equivalenti. L'Alternativa B risulta evidentemente più onerosa dato il maggior tratto di copertura. Tuttavia la maggior profondità (soprattutto in corrispondenza della SP68) consente un migliore inserimento del progetto nel territorio, minimizza l'impatto sulle zone boscate e favorisce la ricucitura dei percorsi ciclopeditoni e faunistici.

Pertanto si è ritenuto di assumere il profilo altimetrico dell'alternativa B come soluzione di riferimento per la progettazione di fattibilità tecnico economica.

Questa soluzione, pur a fronte di un costo di realizzazione maggiore, consente di ridurre sensibilmente l'impatto sul territorio, di minimizzare i movimenti terra ed il taglio delle essenze arboree, come dettagliatamente illustrato nei relativi elaborati progettuali.

Altre considerazioni sulle tipologie costruttive alternative (es. diaframmi di pali vs. paratie) e i conseguenti impatti sui costi e gli impatti in fase di cantiere, sono state sviluppate nelle relazioni specifiche sulle opere civili, ma non incidono sulla scelta del tracciato plano-altimetrico.

## 6. IL TRACCIATO DI RIFERIMENTO E GLI IMPIANTI FERROVIARI

### 6.1. Parametri di base

Si riportano qui di seguito le principali caratteristiche tecniche di base del progetto.

<b>Caratteristiche infrastrutturali</b>	<b>Standard di progetto</b>
Velocità di progetto	100 km/h
Ranghi di velocità	A, B, C, P
Interasse binari	4 metri
Pendenza massima	17 - 20 ‰
Sagoma cinematica	Gabarit C
Categoria peso assiale	D4
Tensione di alimentazione	3000 V dc
Sistema di esercizio	CTC / SCC
Regime di circolazione	BABcc
Controllo marcia treni	SCMT (ERTMS)
Velocità deviatoi	60 km/h in stazione T2 e interconnessioni
Galleria a doppio binario	Artificiali e naturale
STI	Caratteristiche di progetto in accordo con le STI

### 6.2. Tratta dal T2 alle interconnessioni con la linea RFI

Il collegamento del terminal 2 con la linea RFI ha origine in corrispondenza dei paraurti dei binari della stazione di Malpensa Terminal 2, alla progressiva PK 52+073, proseguendo con lo stesso allineamento dei binari della nuova stazione. Dopo la radice nord della nuova stazione, il tracciato prosegue a doppio binario fino alla PK 55+486, dove il nuovo collegamento verso la linea RFI si divide in due rami di interconnessione con un bivio, rimanendo in corretto tracciato in direzione Gallarate e in deviata a 60 km/h in direzione Sempione.

Le caratteristiche del tracciato sono:

- velocità di linea = 100 km/h
  - raggio min = 570 m,
  - pendenza massima = 17 permille
  - h max sopraelevazione trasversale = 120 mm
- rami di interconnessione
- velocità = 60 km/h
  - raggio min 300 m,
  - pendenza massima = 20 per mille lato Casorate
  - pendenza massima = 16 per mille lato Gallarate
  - h sopraelevazione trasversale = 70 mm

#### 6.2.1. *Andamento planimetrico*

Dalla fine dei tronchini della stazione T2, il tracciato prosegue con lo stesso allineamento in galleria artificiale attraversando la viabilità d'accesso all'aeroporto e successivamente tra degli edifici

esistenti adibiti a magazzini, evitandone la completa demolizione e limitando le interferenze alla sola fase di cantierizzazione.

Il primo tratto prevede la costruzione della radice lato nord della stazione T2, completando il collegamento con i binari di precedenza.

Dopo un tratto rettilineo, in cui è previsto l'inserimento di 2 comunicazioni pari dispari con deviatori S60U/400/0,074, il tracciato devia verso nord con una curva di 600 m di raggio per uno sviluppo circolare di 113 m. In questo tratto il tracciato interferisce con il tratto terminale della pista e con gli apparati ILS (Instrumental Landing System).

Sottopassata la superstrada, il tracciato imbocca il corridoio tra alcune vasche per opere idrauliche a nord-ovest ed il Crossodromo evitando interferenze con entrambi i manufatti.

Successivamente, la linea si porta in affiancamento al confine meridionale del comune di Casorate Sempione tagliando la ripida scarpata alluvionale che delimita la brughiera casoratese ("Ciglione").

Alla PK 55+486, con un bivio, il tracciato prosegue sdoppiandosi in due rami di interconnessione con velocità di 60 km/h verso la linea RFI. Il bivio è realizzato con deviatori S60U/400/0,074.

Nella soluzione di riferimento, l'interconnessione lato Gallarate viene realizzata con salto di montone centrale, allargando i binari RFI in modo tale da ottenere lo spazio per i nuovi binari che sottopassano la ex statale 33 e il binario pari RFI. L'innesto sui binari RFI avviene mediante due scambi in deviate con velocità di 60 km/h la cui punta scambio estrema risulta alla PK 56+727 corrispondente alla PK 27+317 della linea RFI.

Per realizzare questo schema, i binari RFI modificano il loro tracciato, partendo dal km 27+160 circa, in corrispondenza del cavalcavia esistente. La modifica planimetrica del binario pari RFI rende necessario lo spostamento della statale 33 del Sempione che altimetricamente rimane all'incirca alla stessa quota dell'esistente, passando sopra la galleria del ramo Gallarate.

Il ramo di interconnessione verso il Sempione dopo il bivio rimane parallelo al ramo per Gallarate per circa 420 m, per poi deviare verso ovest con una curva di 300 m di raggio e con uno sviluppo circolare di 375 m impostando il successivo allineamento per interconnettersi alla linea RFI, con un bivio a raso a 60 km/h, formato con deviatori S60U/400/0,074 la cui punta scambi estrema risulta alla PK 56+593 corrispondente alla PK 28+451 della linea RFI.

### **6.2.2. Andamento altimetrico**

Il dislivello complessivo tra l'inizio intervento e l'innesto sulla linea RFI lato Sempione è di 45 m per una lunghezza di tracciato di 4500 m, mentre per l'innesto lato Gallarate il dislivello è di 37 m per una lunghezza di tracciato di 4560 m, con una differenza tra i due punti di innesto sulla linea RFI di 8 m, dovuta al fatto che la linea RFI ha un'ascesa verso il Sempione mediamente del 10 per mille. In sostanza, il ramo per il Sempione deve recuperare anche la livelletta in salita di RFI.

Per circa 1330 m del tratto iniziale del prolungamento, la livelletta risulta pressoché orizzontale in quanto è vincolata a sottopassare l'area aeroportuale e la superstrada. In questo tratto vengono inseriti in orizzontale tutti gli scambi della radice nord della stazione T2, comprese le comunicazioni pari/dispari.

Complessivamente pertanto dovendo recuperare circa 45 metri di quota con uno sviluppo di circa 3170 la livelletta è vincolata ad un valore medio del 14 permille per il ramo direzione Sempione.



La livelletta dell'interconnessione verso Gallarate rimane quasi in orizzontale, per salire poi con una pendenza del 16 per mille fino a ricongiungersi con quella esistente della linea RFI.

La livelletta dell'interconnessione lato Sempione rimane con la stessa pendenza del 17 permille come per il ramo Gallarate, fino alla PK 55+740.

La livelletta sale poi del 20 permille fino alla PK 56+330 recuperando un dislivello di 12 metri. Segue poi una pendenza del 10 permille, uguale a quella esistente sulla linea RFI, nel tratto dove viene realizzato l'innesto a raso.

### **6.3. Modifiche ai binari della linea RFI del Sempione**

Lato Gallarate l'interconnessione viene realizzata con salto di montone. Come detto la soluzione di riferimento adottata è quella di avere i binari dell'interconnessione tra loro paralleli e "all'interno" dei binari RFI, in modo da realizzare un'opera unica di sottopasso della ex statale 33 e del binario RFI, invece di due opere separate. Per realizzare questo schema, i binari RFI modificano lievemente il loro tracciato, partendo dal km 27+160 circa, in corrispondenza del cavalcavia stradale esistente.

Lato Sempione, l'innesto sulla linea RFI viene realizzato con classico bivio a raso.

#### **6.3.1. *Andamento planimetrico***

Dalla PK 27+173, il binario pari devia verso sud con una curva di 2400 m di raggio. Dopo un tratto di rettilineo dove viene posizionato il deviatore del ramo pari dell'interconnessione, l'allineamento piega ancora leggermente verso sud con una curva di 4700 m di raggio. Passato un tratto di rettilineo il tracciato piega verso nord e con un'ampia curva di 2100 m di raggio impostando l'allineamento per ritornare sul tracciato esistente alla PK 28+185.

Lo spostamento del binario dispari inizia alla PK 27+175 con una curva verso nord di 2500 m di raggio. Il successivo tratto di rettilineo di 60 m consente di posizionare il deviatore del ramo dispari dell'interconnessione. Segue poi un flesso a contatto con direzione prima a nord e poi a sud, formato da curve di 2400 m di raggio, mediante il quale il nuovo tracciato si ricongiunge al binario esistente, alla PK 27+809.

#### **6.3.2. *Andamento altimetrico***

Le livellette dei binari RFI non subiscono modifiche rilevanti.

Dall'inizio intervento la livelletta del binario pari raggiunge una pendenza massima del 12 per mille, per un tratto di circa 300 m per agevolare il sottopassaggio dei binari di interconnessione che avviene al km 27+745. mentre la livelletta del binario dispari rimane sostanzialmente uguale all'esistente.

### **6.4. Armamento**

Si descrivono di seguito le soluzioni tecniche progettuali per l'armamento da utilizzare nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il collegamento ferroviario Malpensa terminal 2 – Linea RFI del Sempione, relativamente agli interventi sinteticamente riassumibili in:

- Collegamento Terminal 2 – linea RFI del Sempione in entrambe le direzioni, Gallarate e Domodossola
- Modifica tracciato binari pari e dispari della linea esistente RFI

La scelta della tipologia d'armamento è conforme alla Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 01 003 A del 1270272016 Standard dei materiali d'armamento per lavori di Rinnovo e costruzione a nuovo. In particolare, la linea RFI del Sempione rientra nel gruppo B,

L'armamento è di tipo tradizionale posato su ballast con traverse in CAP costituito in LRS e scartamento di 1435 mm.

In particolare i componenti elementari costituenti l'armamento sono nel seguito descritti.

- **Rotaie**  
Le rotaie sono del profilo 60E1 acciaio qualità R260 unite in lunga barra saldata con saldatura elettrica a scintillio.
- **Traverse in CAP**  
Le traverse da impiegare sono del tipo RFI-240 per i binari della linea RFI, mentre sono del tipo RFI-230 (indicata come variante ammessa nella suddetta Istruzione) per il tratto di collegamento T2 – linea RFI. Le traverse saranno posate con modulo pari a 60 cm
- **Attacchi**  
Per le traverse in CAP si prevede l'utilizzo di attacchi elastici premontati, omologati da RFI
- **Pietrisco**  
La massicciata sarà costituita da pietrisco tenace di 1° categoria con la geometria della sezione come indicata nelle sezioni tipo del binario. Il pietrisco avrà uno spessore minimo di 35 cm misurato sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa.
- **Scambi**  
Si prevede l'utilizzo di scambi posati su traverse e traversoni in CAP, con cuore a punta fissa, in monoblocco di acciaio fuso al Mn e codoli saldabili.  
In particolare sulla linea Rfi è previsto l'inserimento di 4 nuovi scambi semplici tipo S60U/400/0,074 e una comunicazione pari/dispari con interasse 3,55 m sempre del tipo S60U/400/0,074.  
Il tratto di collegamento invece prevede l'utilizzo per la radice nord del terminal T2 due deviatori semplici del tipo S60U/400/0,094 e due deviatori semplici per i tronchini di sicurezza del tipo S60U/170/0,12. Per il bivio direzione Domodossola invece si prevede l'utilizzo di 4 scambi del tipo S60U/400/0,074 di cui due semplici e due in comunicazione pari/dispari con interasse di 4,00 m.
- **Apparecchi di fine corsa**  
Sono previsti per la radice nord del terminal T2 due paraurti metallici del tipo tradizionale FS
- **Giunzioni isolanti incollate**  
La lunghezza delle giunzioni isolanti incollate è pari a 6 m.

## **6.5. Trazione elettrica**

Il nuovo tracciato si sviluppa prevalentemente in galleria (naturale e artificiale) e in trincea con muri laterali a tutta altezza o parzialmente elevati. Nelle tratte coperte, il sostegno della linea di

contatto verrà attuato con l'utilizzo di supporti penduli piastrati e relativa sospensione fissati tramite attacco halfen o grappe; nelle tratte in trincea con muri a tutta altezza verranno utilizzati pali LSU aggrappati. Nelle tratte in trincea con muri parzialmente elevati verranno utilizzati pali LSU con piastra alla base opportunamente fissata all'estremità del muro.

E' prevista inoltre la realizzazione di n.2 nuovi edifici tecnici di servizio, uno di competenza RFI e uno di competenza FERROVIENORD, con le caratteristiche di seguito indicate.

Il fabbricato RFI avrà funzione di Cabina TE con lo scopo di realizzare un nodo equipotenziale fra le diverse linee e sarà dotato di n.6 interruttori extrarapidi con le seguenti funzioni:

- N.2 interruttori per le alimentazioni verso Gallarate (n. 1 per ciascun binario);
- N.2 interruttori per le alimentazioni verso Sesto Calende (n. 1 per ciascun binario);
- N.2 interruttori per il collegamento sul ramo del bivio Gallarate-MXP T2 (n. 1 per ciascun binario);

Oltre ai n.6 sezionatori di prima fila, vi saranno n.2 sezionatori di seconda fila per il parallelo sulla linea Gallarate-Domodossola.

Gli apparecchi lato FN saranno dotati di un gruppo contatore di energia per la registrazione dell'energia lato 4kV scambiata fra le due reti.

Il fabbricato FN sarà una SSE dotata di n.2 gruppi da 2,7 MW e dotata di n.4 interruttori extrarapidi più 1 di Riserva (secondo il tipico schema di FN) per l'alimentazione della linea MXP T2 e di supporto alla SSE di Ferno. Sarà attrezzata con n.4 sezionatori di prima fila e n.2 sezionatori di seconda fila.

La posizione dei fabbricati è stata scelta in modo che gli stessi siano facilmente raggiungibili con la realizzazione di semplici diramazioni dalle strade esistenti e cercando, nello stesso tempo, di ridurre al minimo l'impatto ambientale.

In particolare la cabina RFI, di dimensioni circa 20x10 m, verrà posizionata in prossimità dell'esistente casello in una zona già di proprietà RFI, mentre la SSE verrà posizionata nei pressi della Strada Provinciale 68 in modo da avere numerosi vantaggi dal punto di vista tecnico (discese direttamente sulla linea senza realizzazione di scarti; maggiore vicinanza della SSE a quella di Ferno).

I sezionatori utilizzati saranno del tipo blindato in versione per montaggio all'esterno o all'interno di nicchie ricavate nelle gallerie, e saranno realizzati in acciaio inox al fine di resistere all'azione degli agenti atmosferici o dell'ambiente specifico. Saranno, inoltre, installati in versione sezionabile in modo di consentirne la manutenzione anche a linea in esercizio alimentata da altro feeder e saranno costituiti da unità in esecuzione fissa, contenenti l'interruttore di manovra sezionatore sottocarico a 3.6kVcc con le relative apparecchiature ausiliarie.

E' necessario realizzare una zona di confine per la separazione elettrica delle alimentazioni fra le due reti con il posizionamento di n. 4 sezionatori (due in serie per il pari e due in serie per il dispari) a cavallo dello spazio d'aria coincidente. Ogni amministrazione comanda la coppia di sezionatori del proprio lato e dovrà vedere lo stato dei sezionatori dell'altro lato (RFI manovra i suoi e vede quelli di FN, FN manovra i suoi e vede quelli di RFI).

Oltre a quanto sopradetto il bivio avrà la seguente configurazione:

- Isolatori di sezione per la separazione elettrica della linea Gallarate-Domodossola dai rami del bivio;
- N.2 sezionatori normalmente chiusi che bypassano due isolatori di sezione (o due tronchi di sezionamento) per l'alimentazione del ramo del bivio per Domodossola;

- N.2 tronchi di sezionamento a protezione del bivio lato MXP T2 in corrispondenza del confine elettrico sopracitato;
- N.1 tronco di sezionamento in corrispondenza delle calate della nuova SSE sulla tratta MXP T2. Questa configurazione ha il vantaggio di essere semplice e con una buona flessibilità in caso di guasti. Unico caso penalizzante per l'esercizio sarà l'eventualità in cui vengano a mancare le alimentazioni della Cabina RFI sul ramo del bivio: in questo caso sarà necessaria la prescrizione di abbassamento pantografi per i treni che impegnarono il bivio.

## **6.6. Segnalamento**

Gli impianti devono essere considerati come installazioni in galleria pertanto dovranno essere impiegate attrezzature ignifughe (paline, attrezzature UNIFER, cassette smistamento, casse stagne, piantane, ecc.) e non propaganti incendio (tutti i tipi di cavi).

Gli impianti avranno le seguenti caratteristiche:

- ACCM – Apparato centrali statici multistazioni senza segnalamento di manovre e con possibilità di telecomando;
- segnali a LED;
- blocco automatico a correnti codificate a quattro codici (75, 120, 180, 270) reversibile con codificazione binari di corsa T1 – T2 – Posto Movimento Casorate.

Tutte le apparecchiature devono essere appositamente collegate a terra. I collegamenti di terra e protezione dell'impianto di segnalamento devono essere realizzati in armonia con quanto prescritto nella circolare C/3 1970 delle Ferrovie dello Stato, aggiornata con quanto contenuto nella SPECIFICA TECNICA IS 728 e/o successivi aggiornamenti.

Si applica la normativa RFI circa l'impiego di corda acciaio/alluminio in sostituzione della corda in rame da 120 mmq.

I lavori comprenderanno gli adeguamenti degli impianti di Malpensa Terminal 1 e Terminal 2 e la realizzazione del Posto di Movimento Casorate Sempione.

La linea sarà attrezzata con Sottosistema di terra di Sicurezza per il Controllo Marcia Treni di tipo SCMT e/o ERTMS, congruente con gli impianti che saranno operativi sulla rete FN e sulla linea RFI del Sempione.

## **6.7. Impianti di sicurezza e TLC**

Lungo la linea di collegamento T2 - Sempione sono previste sette uscite di emergenza, sia sul binario pari che sul dispari, atte a gestire l'esodo dei viaggiatori nei tratti di piena linea.

Inoltre sono previsti due accessi carrabili per le squadre di soccorso che dalla viabilità esterna permettono ad eventuali autoveicoli e autocarri di portarsi alla quota del piano del ferro.

Tutte le uscite e gli accessi carrabili, sia che si trovino all'interno di una galleria che in trincea, saranno dotate di un locale tecnico dedicato in cui posizionare l'armadio Rete/dati e il Q.E. per la gestione e l'alimentazione degli apparati. Verranno gestiti in remoto da un posto centrale.

Tutte le uscite e gli accessi carrabili saranno dotate di impianto video con registrazione digitale in loco, di impianto di telediffusione sonora, di telefoni di servizio, di Help Point, di impianto antincendio e di antintrusione.

La descrizione completa degli impianti ferroviari è riportata nel documento "M20Pb002IT--R1\_Relazione Tecnica Impianti ferroviari".

## 7. DESCRIZIONE OPERE CIVILI

### 7.1. Aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici

I depositi che verranno attraversati dall'opera in progetto appartengono all'Allogruppo di Besnate-Unità di Sumirago nel primo tratto (fra le progressive 52+070 e 53+759 circa) e l'Alloformazione di Golasecca nel tratto finale (si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Entrambi i depositi sono di origine fluvioglaciale e sono essenzialmente costituiti da ghiaie grossolane con ciottoli sabbiosi e da ghiaie e sabbie, caratterizzate dalla presenza al tetto di una copertura loessica di spessore variabile (circa 1.5 m per l'Unità di Sumirago e circa 3÷4 m per l'unità di Golasecca) e da un profilo di alterazione con spessore rispettivamente di circa 2÷3 m e 5 m circa.

I tratti in sotterraneo del nuovo tracciato arrivano a una quota minima di fondo scavo pari a circa 222.00 m s.m. nel settore dove la falda freatica ha una quota variabile fra 180 m s.m. e 197 m s.m., di conseguenza l'opera in progetto non andrà mai ad interferire con la falda acquifera superficiale, che lungo lo sviluppo del tracciato è caratterizzata da una soggiacenza minima rispetto al piano di scavo pari a -25 m circa).

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geologica e geotecnica.

#### *Caratteristiche dei terreni*

Di seguito vengono riportate le caratteristiche di resistenza e deformabilità delle unità interessate dal nuovo tracciato ferroviario in progetto.

Profondità da p.c. (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	E (MPa)	Dr (%)	Vs (m/s)
0÷4	19	0	22÷24	2÷4.6	-	110÷170
4÷6	18	0	31÷34	19÷28	45÷65	205÷260
>6	20	0	36÷38	45÷65	85÷100	285÷375

**Note:**  
 -)  $\gamma$ : peso di volume naturale;  
 -)  $c'$ : coesione efficace;  
 -)  $\phi'$ : angolo di resistenza al taglio efficace;  
 -) E: modulo di rigidità longitudinale;  
 -) Dr: densità relativa;  
 -) Vs: velocità delle onde di taglio;

**Figura 4 - Parametri geotecnici**

I parametri geotecnici di progetto dovranno essere verificati in sede di progetto definitivo/esecutivo attraverso apposite indagini e prove.

### 7.2. Aspetti sismici

L'area in oggetto è caratterizzata da una sismicità bassa, con valore di progetto dell'accelerazione massima orizzontale su suolo rigido per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) di 0.042g.

Anche considerando gli effetti di amplificazione sismica stratigrafica le accelerazioni orizzontali massime sono basse, pari a 0.050g e 0.063g rispettivamente per le unità di Sumirago e Golasecca.

La caratterizzazione sismica è riportata nella relazione geologica e geotecnica cui si rimanda per ulteriori dettagli.

### **7.3. Vincoli**

I principali vincoli per la definizione delle opere civili di sede e le possibili metodologie di realizzazione sono:

1. Vincoli legati alla funzionalità dell'infrastruttura:
  - a. Connessione plano-altimetrica alla rete RFI esistente Milano-Arona-Domodossola
  - b. Pendenza massima della livelletta pari al 19 %
2. Vincoli legati all'intersezione con altre infrastrutture esistenti:
  - a. Passaggio al di sotto dell'area di sicurezza fine pista di Malpensa, con minimizzazione dell'interferenza dei lavori sull'operatività dell'aeroporto
  - b. Passaggio al di sotto della Strada Statale N.336, con minimizzazione dell'interferenza dei lavori sulla funzionalità dell'accesso stradale all'aeroporto
  - c. Intersezione con strada provinciale N. 68, con minimizzazione dei lavori sulla funzionalità della viabilità e l'inserimento ambientale
  - d. Interferenze dei rami di interconnessione con la Strada Statale N.33
3. Vincoli di carattere ambientale e paesaggistico
  - a. Passaggio all'interno del parco del Ticino, con minimizzazione dell'influenza del cantiere sulle matrici ambientali e riduzione dell'occupazione del territorio da parte dell'infrastruttura a lavori terminati.

### **7.4. Descrizione delle opere civili di linea**

La descrizione delle opere civili di linea è riportata nella relazione "M20Pb005IT--R0\_Relazione descrittiva opere civili".

Il progetto di fattibilità dell'opera è stato condotto ipotizzando diverse soluzioni costruttive in grado di tenere in considerazione le interferenze con il territorio circostante e le sue infrastrutture, la variabilità geologica della zona e l'ottimizzazione dei costi di realizzazione.

Per raggiungere questo obiettivo sono state ipotizzate:

- due livellette del tracciato ferroviario (Ipotesi A ed Ipotesi B)
- dieci differenti tipologici di intervento alternativi:
  - Tipologico 1 – Galleria artificiale con metodo “Top-Down” e ripristino morfologico, applicabile quando il piano del ferro del tracciato ferroviario si trova ad una profondità compresa tra i 6.80 m e 11.00 m dal piano campagna;
  - Tipologico 2 – Galleria artificiale con metodo “Top-Down” e copertura sopra al piano campagna, applicabile quando il piano del ferro del tracciato ferroviario si trova ad una profondità compresa tra i 3.80 m e 6.80 m dal piano campagna;
  - Tipologico 4 – Galleria naturale con scavo tradizionale, alternativa al Tipologico 3, che prevede la realizzazione di una galleria naturale con scavo in tradizionale;
  - Tipologico 5 – Scatolare a cielo aperto, applicabile quando il piano del ferro del tracciato ferroviario si trova tra i 2 m e i 5 m al di sotto del piano campagna;
  - Tipologico 8 – Muri di sostegno, applicabile per i tratti in cui il piano del ferro si trova ad una profondità massima di 3.00 m da piano campagna
  - Tipologico 9 – Scatolare a cielo aperto, applicabile quando il piano del ferro del tracciato ferroviario si trova ad una profondità compresa tra i 1.00 m e 3.80 m dal piano campagna
  - Tipologico 10 – Collegamento con stazione T2, previsto per la connessione della nuova tratta con la stazione ferroviaria del terminal 2 dell'aeroporto
  - Tipologico 11 - Muri di sostegno deviazione binari RFI, concepito per sostenere il terreno in corrispondenza del tratto in cui è prevista la deviazione permanente dell'asse dispari della linea RFI esistente

Tipologico 12 - Muri di sostegno rampe sottopasso stradale SS33, applicabile sul tratto di collegamento in direzione Domodossola, si prevede di realizzare un sovrappasso della linea ferroviaria al di sopra del nuovo tracciato della S.S. 33 previsto nell'ambito del presente progetto.

Per ogni livelletta sono state ipotizzate due diverse combinazioni dei tipologici di progetto (soluzione 1 e soluzione 2), che si differenziano per la tecnologia utilizzata per realizzare le opere in sotterraneo nella tratta centrale, dove le coperture sono più rilevanti. Per la descrizione completa delle soluzioni costruttive alternative si rimanda alla relazione specifica.

### **7.5. La galleria naturale**

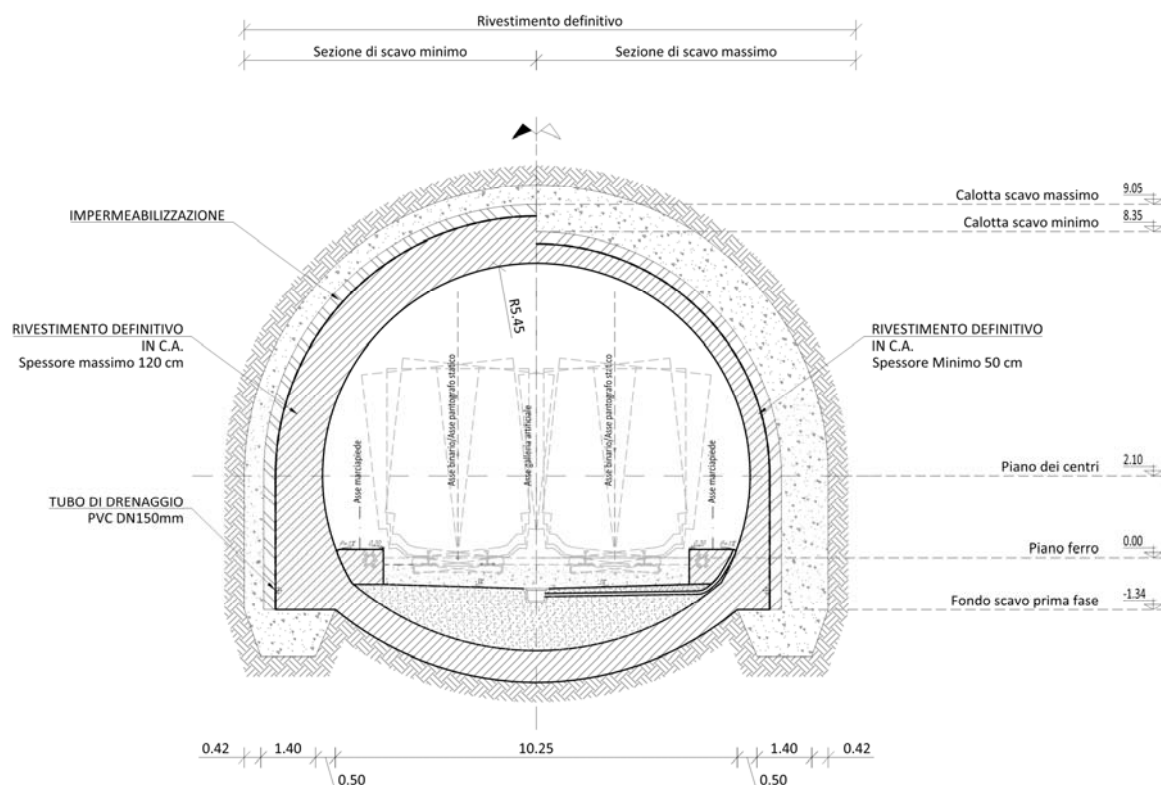
Già in questa fase si è effettuato un approfondimento specifico sulle modalità realizzative ottimali della tratta più critica, quella di sottoattraversamento del Ciglione tra la PK 52+070 e la PK 54+765, dove la galleria raggiunge spessori di copertura significativi.

In questo tratto, come detto, si è assunta come soluzione di riferimento la costruzione non a cielo aperto, ma in galleria naturale.

A seconda della quota della livelletta la lunghezza della galleria naturale varia da 555 m nella Alternativa A a 780 m nella alternativa B più profonda. Considerando anche gli imbocchi in galleria artificiale, la lunghezza della tratta coperta nella soluzione B risulta 295 metri maggiore che nella soluzione A. Ai fini della stima dei costi e delle difficoltà realizzative, in questa fase si è assunta cautelativamente l'Alternativa B.

Data la lunghezza - comunque limitata - della galleria naturale e la quota di imposta, non appaiono proponibili tecnologie meccanizzate; pertanto si è prevista una metodologia tradizionale lavorando in avanzamento.

La sezione di scavo (escluso l'arco rovescio) varia ogni metro di avanzamento con ripetizione ogni 5 m. La sezione di scavo ha una superficie variabile tra 104,5 e 115,2 mq. L'arco rovescio del rivestimento definitivo, di spessore pari a 80 cm, è realizzato ogni 15 m di avanzamento ad una distanza massima dal fronte di 20 m.



**Figura 5 - Sezione galleria naturale**

## 7.6. Opere puntuali

### 7.6.1. Spostamento temporaneo SS336

Per permettere la costruzione del tratto in galleria in uscita dal sedime aeroportuale è necessario realizzare una deviazione temporanea della S.S. 336 esistente. Il tracciato della deviazione provvisoria è stato studiato con ANAS

La sezione trasversale della sede stradale prevista per la deviazione è di categoria B1 – Strade Extraurbane principali – soluzione a 2+2 corsie di marcia, con due corsie di larghezza 3.75 m per senso di marcia più banchine pavimentate di larghezza 1.75 m. Il tracciato provvisorio si svilupperà a nord del tracciato attuale ed avrà uno sviluppo di circa 910 m.

La realizzazione della deviazione provvisoria è prevista come prima fase. Una volta costruito il tratto ferroviario interferente, in galleria, verrà ripristinato il tracciato originale della strada Statale.

### 7.6.2. Cavalcaferrovia SP68

In corrispondenza dell'intersezione la S.P. 68, il tracciato ferroviario risulta in trincea. Per permettere la ricucitura della viabilità esistente è necessario realizzare un cavalcaferrovia.

A tal fine si prevede una deviazione temporanea della S.P. 68, a nord-est del tracciato attuale.

La sezione trasversale della sede prevista per la deviazione è la F2 – Strade locali – soluzione a 2 corsie di marcia, caratterizzata, da una corsia di larghezza 2.75 m per senso di marcia più banchine pavimentate di larghezza 0.50 m. Il tracciato provvisorio avrà uno sviluppo di circa 220 m.



### **7.6.3. Sottopasso Fabbricati tecnologici**

In corrispondenza della progressiva chilometrica 56+220,00 si prevede di realizzare un sottopasso, con la doppia funzione di permettere l'attraversamento del tracciato ferroviario e stradale della S.S. 33 e di permettere l'accesso alla zona fabbricati tecnologici che è stata prevista tra i binari, all'interno del sedile ferroviario.

Le opere d'arte previste consistono in uno scatolare in C.A. gettato in opera e due rampe, sostenute da muri in C.A., anch'essi gettati in opera.

### **7.6.4. Nuova Sede S.S. 33**

Per la realizzazione del collegamento sarà necessario deviare la S.S.33 esistente e realizzare una nuova sede stradale, che si svilupperà parallelamente alla linea RFI esistente per una lunghezza di circa 960 m in un tratto compreso tra i due innesti del collegamento ferroviario dal Terminal 2 di Malpensa.

La categoria scelta per la sezione trasversale è la C1 – Strade extraurbane secondarie – soluzione a 2 corsie di marcia, ed è caratterizzata, in accordo ai requisiti del D.M. 05/11/2001, da una corsia di larghezza 3.75 m per senso di marcia più banchine pavimentate di larghezza 1.50 m.

### **7.6.5. Sottopasso S.S. 33**

Nel tratto di interconnessione in direzione Milano, dove interseca, la sede ferroviaria è in galleria. Si prevede di realizzare il sottoattraversamento del nuovo tracciato della S.S. 33 con il metodo "top-down".

### **7.6.6. Sovrappasso S.S.33**

In corrispondenza della progressiva chilometrica 56+253,00 sul tratto di collegamento in direzione Domodossola, si prevede di realizzare un sottopasso del nuovo tracciato della S.S. 33 al di sotto della linea ferroviaria. Si prevede di realizzare uno scatolare in C.A. gettato in opera secondo le seguenti fasi: scavo di sbancamento fino a quota di progetto, realizzazione per conci successivi, dello scatolare aperto in C.A., rinterro degli scavi a tergo delle pareti dello scatolare aperto fino a completo ripristino morfologico, realizzazione del rilevato ferroviario e della sede stradale della S.S. 33.

### **7.6.7. Sottopasso vie verdi**

Sul tratto di interconnessione in direzione Domodossola, si prevede di realizzare anche un sottopasso con la funzione di ricucire la viabilità ciclo-pedonale esistente.

Le opere d'arte previste consistono in uno scatolare in C.A. gettato in opera e due rampe, sostenute da muri in C.A., anch'essi gettati in opera.

### **7.6.8. Smaltimento delle acque di piattaforma**

La rete di smaltimento delle acque di piattaforma è costituita da elementi differenti a seconda che la piattaforma ferroviaria si trovi in rilevato, in trincea o in galleria.

Per i tratti in rilevato le acque vengono raccolte alle canalette posizionate ai lati della piattaforma grazie alla pendenza trasversale del conglomerato bituminoso di piattaforma.

Le canalette convogliano a loro volta l'acqua ai primi embrici disponibili, posti sulla scarpata con interasse minimo di 15 m che scaricano a loro volta le acque in fossi trapezi in C.A. che convogliano le acque raccolte ai ricettori idraulici individuati nella zona in esame.

Per i tratti in trincea e quelli in galleria, le acque di piattaforma sono raccolte da una o due canalette in C.A. con dimensioni 50x45 cm e pendenza pari a quella del piano ferro, e quindi convogliate a una serie di vasche di accumulo e smaltimento posizionate lungo la tratta.

In questa fase di progettazione si ipotizza la realizzazione di vasche perdenti per lo smaltimento delle acque raccolte.

## **8. INDAGINI E LAVORI PRELIMINARI**

Nelle fasi successive di progettazione e impostazione dell'appalto, si prevede di capitalizzare la specifica esperienza maturata durante la realizzazione del collegamento ferroviario T1-T2 per quanto riguarda la gestione delle attività e dei lavori preparatori necessari per consentire la cantierizzazione delle opere, con particolare riferimento alla acquisizione delle proprietà, al taglio piante, alle indagini archeologiche, alla Bonifica da Ordigni bellici e – per quanto possibile - alla risoluzione delle interferenze con i sottoservizi.

In particolare, salvo emergano specifiche controindicazioni in termini di gestione e durata degli appalti, si prevede di adottare la medesima procedura di suddivisione e anticipazione dei lavori preparatori rispetto all'appalto dei lavori veri e propri.

Nell'esperienza maturata sul T1-T2, infatti, l'anticipazione dei lavori preparatori ha consentito:

- l'ottimizzazione dei lavori di taglio della vegetazione, con mezzi leggeri e con assistenza ai fini della bonifica bellica superficiale, e senza rimozione dei ceppi (che risultano le zone più significative per possibili ritrovamenti), nel periodo antecedente alla fioritura e alla nidificazione,
- la gestione coordinata delle attività di bonifica superficiale e di scavo superficiale con mezzi a lama piatta assistito da archeologici e con la supervisione della Soprintendenza nel periodo ottimale ai fini della luminosità e della possibile durata delle attività,
- l'effettuazione delle attività di bonifica profonda per fasi, con formazione di cumuli in sito senza rimozione di terreni al di fuori dell'area di intervento
- la rimozione dei ceppi solo una volta ottenuta la liberatoria sia dalla soprintendenza che dalle autorità militari.

Tutte queste attività sono state effettuate con specifici contratti in parallelo alla fase della gara dell'appalto principale.

L'esito particolarmente ricco delle indagini archeologiche è legato anche al fatto di avere sviluppato le indagini stesse nel tempo necessario e non come una "rimozione di interferenze" successivamente alla consegna dei lavori all'impresa civile. Al tempo stesso l'effettuazione preliminare della maggior parte dei lavori preparatori ha ridotto in modo significativo le possibilità di contestazioni e contenziosi per ritrovamenti da parte dell'impresa.

### **8.1. Occupazione delle aree**

Le aree necessarie alla realizzazione delle opere sono situate nel comune di Casorate Sempione, Gallarate e in parte - all'interno del sedime aeroportuale - in comune di Somma Lombardo.

Ad eccezione delle aree demaniali (all'interno e in parte all'esterno dell'aeroporto) e delle aree stradali e ferroviarie, le aree da acquisire da privati sono sostanzialmente di carattere boschivo e libere da fabbricati. Attualmente è stato impostato il Piano particellare ed è in corso un'indagine preliminare sulle proprietà, che ha già fornito alcune indicazioni utili ai fini delle esigenze di ricomposizione fondiaria e di stime preliminari dei costi.

## **8.2. Indagini archeologiche**

Durante i lavori di realizzazione del collegamento ferroviario tra il Terminal 1 e il Terminal 2 di Malpensa sono state rinvenute oltre 80 tombe appartenenti alla civiltà di Protogolasecca.

La necropoli della Malpensa costituisce quindi uno dei complessi più significativi per lo studio del Bronzo Finale nell'Italia nord-occidentale.

Sulla base di quanto sopra riportato e sulla base dei contatti già avuti con la Soprintendenza competente, anche se le aree interessate dal progetto si allontanano da Malpensa, l'area interessata dall'intervento rimane ad alto rischio archeologico. Per questo si è concordato con la Soprintendenza di effettuare - preliminarmente alle operazioni di cantiere delle opere e direttamente sotto la sua direzione - lo scavo archeologico preventivo coordinato alla Bonifica da Ordigni Bellici, mediante sterro cauto, secondo le modalità già utilizzate per il collegamento T1-T2.

## **8.3. Bonifica da Ordigni bellici**

In considerazione della vicinanza all'aeroporto di Malpensa e del suo ruolo strategico durante la 2<sup>a</sup> guerra mondiale, e tenuto conto dei numerosi rinvenimenti di ordigni inesplosi avvenuti durante la realizzazione del collegamento T1-T2, prima dell'inizio dei lavori è indispensabile procedere alla bonifica da ordigni bellici.

Su tutta l'area in cui si interviene verrà effettuata la bonifica superficiale e lo sterro cauto, poi in base alle profondità di scavo si passa alle bonifiche con profondità che variano da 3 m a 7 m.

Sulle aree di cantiere si prevede una bonifica con profondità di 3 m.

## **8.4. Interferenze sottoservizi**

Tra i lavori preparatori è fondamentale l'individuazione tempestiva con georeferenziazione delle interferenze con le reti dei sottoservizi e, ovunque possibile, la progettazione e l'esecuzione preventiva delle opere di deviazione da parte dei gestori degli impianti.

All'interno del sedime aeroportuale è stata avviata insieme a SEA la ricognizione puntuale delle interferenze con i fabbricati che vengono lambiti dal prolungamento della linea e le relative utenze, nonché di tutte le reti esistenti sul perimetro aeroportuale ed afferenti al deposito carburanti.

## **8.5. Interferenze aeronautiche**

Le interferenze di carattere aeronautico sono oggetto di uno specifico approfondimento con SEA, ENAV ed ENAC. Durante il cantiere si prevede la necessità di un accorciamento temporaneo della pista interferita con installazione di un impianto ILS (Instrumental Landing System) provvisorio. È in corso la valutazione dell'altezza massima rispetto al piano campagna consentita per le macchine operatrici, in base al piano ostacoli dell'aeroporto.

Per ulteriori elementi si rimanda all'elaborato "M20Pb006I--R1\_Relazione lavori preparatori".