



Studio sulla possibilità di ridurre la lunghezza delle interconnessioni tra una linea ad Alta Capacità ed una linea Convenzionale a tensioni differenti

Study on the possibility of reducing the length of interconnections between a High Capacity line and a Conventional line with different operating voltages

Dott. Ing. Lorenzo BRINO^(), Dott. Ing. Mario FORESTA^(**), Dott. Ing. Paolo POTI^(*)*

1. Introduzione

L'articolo sintetizza lo studio preliminare sviluppato per le interconnessioni previste tra la Nuova Linea ferroviaria Torino-Lione ad Alta Capacità (nel proseguo NLTL) e la Linea Convenzionale sul territorio italiano, che presentano tensioni differenti.

Oltre ad un esame del contesto progettuale e ad un richiamo della situazione ad oggi prevista per le interconnessioni standard (di lunghezza complessiva sempre maggiore di 2100 m), in esso si analizza la possibilità di riduzione della lunghezza delle interconnessioni, al fine di venire incontro ad esigenze stringenti di collocamento sul territorio.

Tale caso è relativo allo schema infrastrutturale che si intendeva adottare in corrispondenza della Piana delle Chiuse in Bassa Valle di Susa, oggi superato da diverse scelte progettuali, e che prevedeva la realizzazione delle interconnessioni nello scenario in cui la Linea Storica è ad una quota superiore rispetto la NLTL. Le verifiche di superamento delle sezioni di separazione di tensione, effettuate per i treni pesanti, sono state completate con differenti scenari di degrado dell'esercizio.

2. Contesto progettuale

La nuova linea ferroviaria Torino-Lione rappresenta una frazione di circa 220 km di un intero asse ferroviario di oltre 4000 km tra Lisbona e Kiev identificato come "Corridoio 5" nella rete TEN.

Sostanzialmente tale corridoio attraversa in senso est-ovest l'Europa, passando a sud delle Alpi, nella pianura padana, e rappresenta uno dei tre grandi itinerari ferroviari previsti dalla Comunità Europea per collegare l'Italia all'Europa (fig. 1).

1. Introduction

The article summarises the preliminary study developed for interconnections planned between the new High Capacity railway line Turin-Lyon (from here on NLTL) and the Conventional line on the Italian territory that have different voltages.

In addition to an examination of the project context and cross-reference of the situation scheduled to date for the standard interconnections (always with an overall length of over 2100 m), the study analyses the possibility of reducing the length of the interconnections in order to meet stringent requirements for placement on the territory.

This case is related to the infrastructural scheme that was to be adopted in correspondence of the Chiuse Plain in the lower Susa Valley, now superseded by various design choices, and that planned for the construction of interconnections in the scenario where the Historical Line is at an altitude higher than the NLTL. Verifications of the crossing of the voltage separation sections, carried out for heavy trains, have been completed with different operation degradation scenarios.

2. Project context

The new Turin-Lyon railway line represents a fraction of approximately 220 km of an entire railway backbone of over 4000 km between Lisbon and Kiev identified as "Corridor 5" on the TEN network.

Basically, this corridor crosses Europe from east to west, passing south of the Alps, in the Po Valley and represents one of the three major railway routes planned by the European Community to link Italy to Europe (fig. 1).

^(*) LTF S.a.s.

^(**) Italferr S.p.A.

^(*) LTF S.a.s.

^(**) Italferr S.p.A.

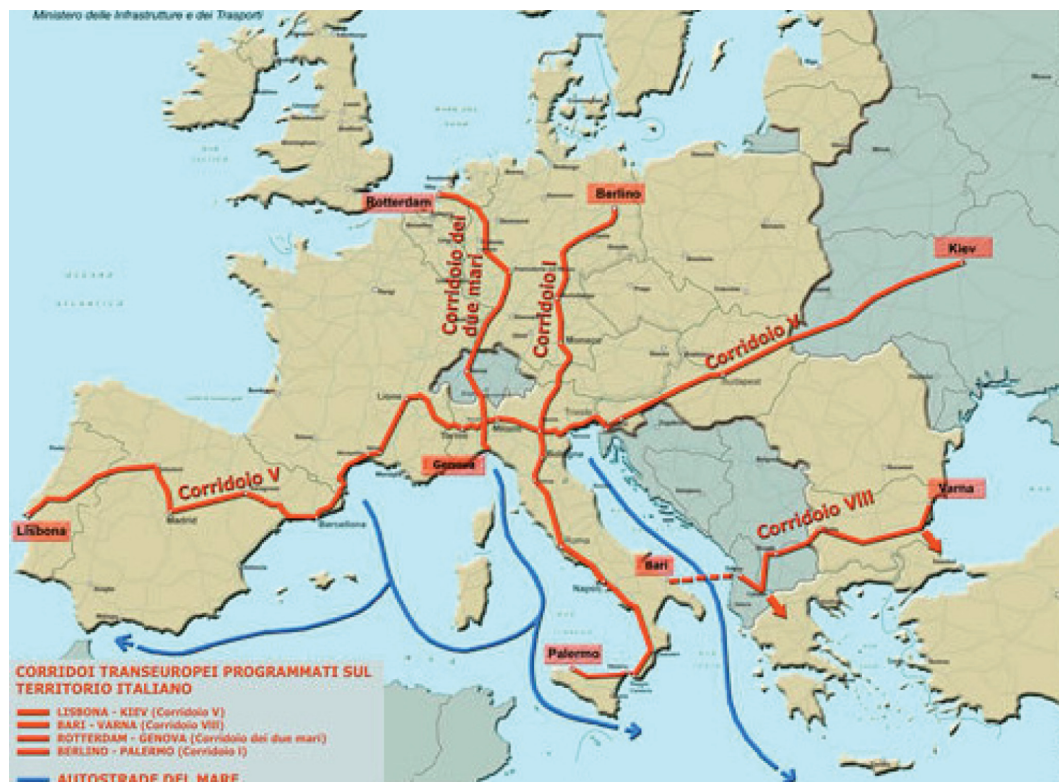


Fig. 1 - Corridoi di interesse europeo. *Corridors of European interest.*

Con riferimento alla fig. 2, il collegamento Torino-Lione, è costituito da tre parti:

- parte nazionale francese;
- parte comune italo francese (tratta internazionale);
- parte nazionale italiana.

La *parte nazionale francese*, di competenza RFF, si estende da Est di Lione a Saint Jean de Maurienne e prevede:

- un itinerario merci e un itinerario per Autostrada Ferroviaria: tra l'Est di Lione ed il Sillon Alpin (ad Est di Chambéry);
- un itinerario misto tra il Sillon Alpin e Saint-Jean-de-Maurienne.

La *parte comune italo francese*, di competenza Lyon Turin Ferroviaria (LTF), si estende da Saint Jean de Maurienne a Chiusa San Michele, e comprende il tunnel di base transfrontaliero di 57 km, l'attraversamento della Piana di Susa, il tunnel dell'Orsiera di 19 km e le opere della piana delle Chiuse (area di sicurezza, interconnessione con Linea Storica e deviazione della stessa).

With reference to fig. 2, the Turin-Lyon link, consists of three parts:

- The French national section;
- The French/Italian common section (international stretch);
- the Italian national section.

The *French national section*, of RFF competence, extends from East of Lyon to Saint Jean de Maurienne and provides for:

- a freight route and a Railway Motorway route: between the east of Lyon and the Sillon Alpin (east of Chambéry);
- a mixed itinerary between Sillon Alpin and Saint-Jean-de-Maurienne.

The *French/Italian common section*, of competence of Lyon Turin Ferroviaria (LTF), extends from Saint Jean de Maurienne to Chiusa San Michele, and includes the cross-border base tunnel of 57 km, the crossing of the plain of Susa, the tunnel of Orsiera of 19 km and the works of the Chiuse plain (safety area, interconnection with Historical Line and diversion of the same).

La *parte nazionale italiana*, di competenza RFI, si estende da Est di Chiusa San Michele a Settimo Torinese, sottopassando in galleria la Collina Morenica di Rivoli/Rivalta Torinese, attraversando lo scalo intermodale di Orbassano a cui risulta direttamente connessa, proseguendo poi in galleria sull'asse di Corso Marche e sotto la tangenziale nord, sino a raggiungere Settimo Torinese ove si innesta sulla linea AC/AV Torino-Milano.

The *Italian national section*, of competence of RFI, extends from east of Chiusa San Michele to Settimo Torinese, passing under the Morainic Hill of Rivoli/Rivalta Torinese by way of a tunnel, crossing the intermodal hub of Orbassano to which it is directly connected, continuing through the tunnel on the axis of Corso Marche and under the north ring road, until Settimo Torinese where it comes out onto the Turin-Milan HS/HC line.

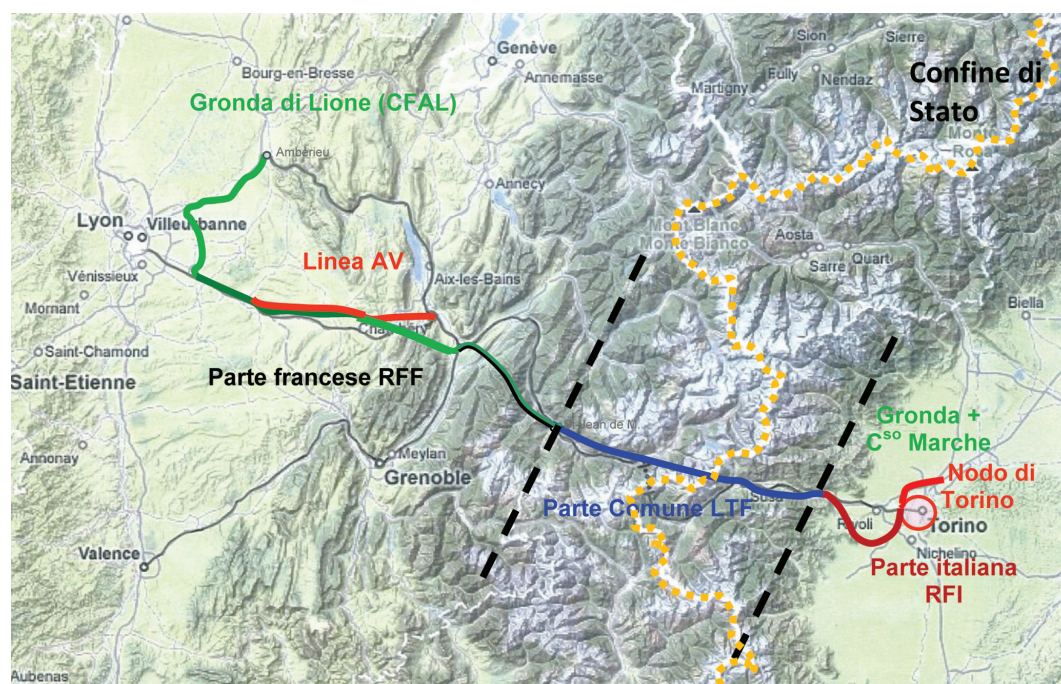


Fig. 2 - Nuova linea ferroviaria Torino-Lione. *New Turin-Lyon railway line.*

Analizzando rapidamente la parte comune di competenza LTF e procedendo da ovest verso est, dopo i primi 3 km di tracciato a cielo aperto in corrispondenza della piana di Saint- Jean de Maurienne ha inizio il Tunnel di Base, la cui lunghezza di poco superiore a 57 km lo rende il tunnel più lungo al mondo.

Di questi 57 km, 45 km sono in territorio francese e 12 km in territorio italiano.

Esso è costituito da due gallerie a singolo binario di interasse normalmente di 40 m. Ogni galleria presenta sezione circolare di diametro minimo utile interno di 8,40 m, comprensivo di 30 cm di tolleranze costruttive (la fig. 3 ne evidenzia lo schema e le principali opere connesse).

Uscendo dal tunnel di base e procedendo verso Torino si incontrano le seguenti sezioni:

- Piana di Susa a cielo aperto per 2,8 km;

Quickly analysing the common section of competence of LTF and proceeding from west to east, after the first 3 km of open air track in correspondence of the plain of Saint-Jean de Maurienne, the Base Tunnel begins with a length of just over 57 km making it the longest tunnel in the world.

Of these 57 km, 45 km are in the French territory and 12 km in the Italian territory.

It consists of two single-track tunnels with a distance between centres normally of 40 m. Each tunnel has a minimum useful internal circular section diameter of 8.40 m, inclusive of 30 cm of construction tolerances (fig. 3 underlines the layout and related main works).

Exiting from the base tunnel and proceeding towards Turin the following sections are met:

- Susa plain open air section for 2.8 km;

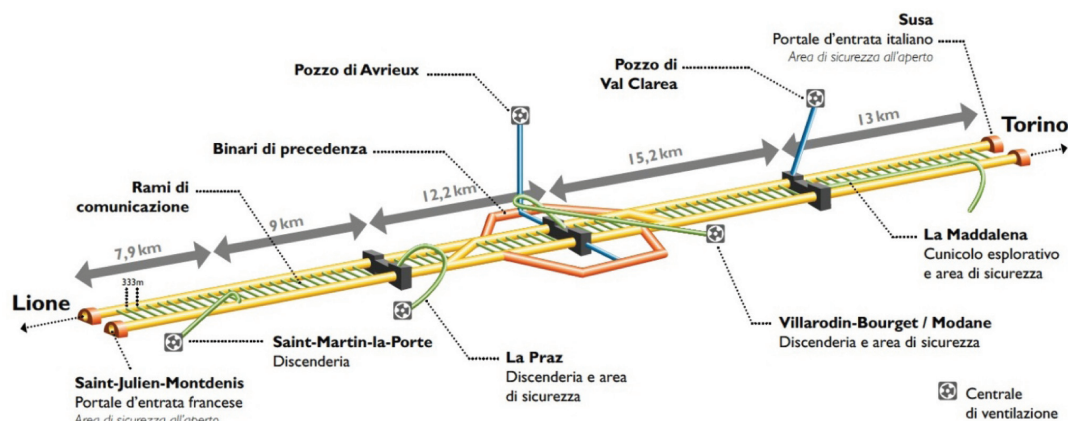


Fig. 3 - Schema del Tunnel di Base di 57,2 km e delle principali opere connesse. *Base Tunnel Layout of 57.2 km and major related works.*

- Tunnel dell'Orsiera di 19,2 km concepito con lo stesso schema a due gallerie singolo binario del tunnel di base;
- Piana delle Chiuse a cielo aperto per 1,1 km.

Per quanto sopra la lunghezza complessiva della parte comune italo-francese è di 84,1 km a fronte di un totale, in territorio italiano, di 35,4 km (fig. 4).

L'oggetto del presente articolo riguarda lo studio effettuato per consentire la realizzazione dell'interconnessione Ovest⁽¹⁾ tra la LN (prevista ad un livello inferiore) e la LS

- Orsiera Tunnel 19.2 km long conceived with the same pattern with two single-track tunnels
- Chiuse Plain open air section for 1.1 km.

For the above, the total length of the French-Italian common section is 84.1 km with a total of 35.4 km in the Italian territory (fig. 4).

The aim of this article concerns the study carried out to enable the realisation of the west interconnection⁽¹⁾ between the LN (planned at a lower level) and the LS



Fig. 4 - Planimetria di inquadramento del tracciato della parte comune italo-francese in territorio italiano. *Grading plan of the layout of the joint French-Italian section in the Italian territory.*

⁽¹⁾ L'interconnessione Est ricade già nella parte italiana e perciò di competenza progettuale di RFI.

⁽¹⁾ The eastern interconnection already falls in the Italian section and is therefore of RFI design competence.

(prevista sul piano campagna) in corrispondenza della Piana delle Chiuse (fig. 5).

Nella Piana delle Chiuse, gli importanti vincoli di spazio hanno imposto la progettazione di un'interconnessione che minimizzasse l'utilizzo del territorio e di conseguenza il suo sviluppo lineare.

Quanto sopra ha condotto i progettisti a ipotizzare soluzioni non standard, alcune delle quali richiederebbero deroghe, tutt'altro che scontate, ai vigenti regolamenti di RFI.

Per completare il quadro del contesto progettuale occorre evidenziare che nel corso del 2011 i governi italiani e francesi si sono orientati a realizzare l'opera per fasi.

In particolare per quanto concerne le opere in territorio italiano è stato approvato un fasaggio longitudinale che prevede due fasi realizzative distanti nel tempo, ovvero:

- fase 1: realizzazione dell'intero tunnel di base, di tutte le opere previste della piana di Susa nonché dell'interconnessione Ovest alla linea storica in corrispondenza di Bussoleno (da realizzarsi cioè anticipata verso Ovest);
- fase 2: realizzazione del tunnel dell'Orsiera con eliminazione dell'interconnessione Ovest nella Piana delle Chiuse (già prevista in fase 1 anticipata su Bussoleno).

Va da sé che in questo contesto "fasato" non risulta più necessaria l'interconnessione ridotta nella Piana delle Chiuse e pertanto il suo studio resterà un esercizio prototipale utilizzabile per altre applicazioni similari.

(scheduled on ground level) in corrispondence of Piana delle Chiuse (fig. 5).

In the Chiuse Plain, the considerable space constraints have imposed the design of an interconnection that would minimise the use of the territory and consequently its linear development.

The above has led the designers to think of non-standard solutions, some of which require derogations to the RFI regulations in force that are far from granted.

To complete the picture of the project context it must be highlighted that during 2011 the French and Italian Governments turned to the execution of works in stages.

Particularly with regard to works in the Italian territory a longitudinal phasing was approved that included two construction phases separated in time, namely:

- phase 1: construction of the entire base tunnel, of all planned works of the Susa Plain and the Western interconnection to the historical line in correspondence of Bussoleno (that is to be carried out anticipated westwards);
- phase 2: construction of the Orsiera tunnel with elimination of the Western interconnection in the Chiuse Plain (already scheduled in anticipated phase 1 on Bussoleno).

It goes without saying that in this "phased" context, the reduced interconnection in the Chiuse Plain is no longer required and therefore the relevant study will remain a prototype exercise that can be used for other similar applications.

3. Le interconnessioni standard in Italia

La necessità di sezione di separazione di tensione deriva dalla presenza di una alimentazione differente delle linee storiche (3 kV corrente continua) rispetto alle nuove linee AV/AC alimentate con il sistema 25 kV corrente alternata 50 Hz.

3. Standard interconnections in Italy

The need for voltage separation sections derives from the presence of a different power supply of the historical lines (3 kV DC) compared to the new HS/HC lines powered by 25 kV AC 50 Hz system.

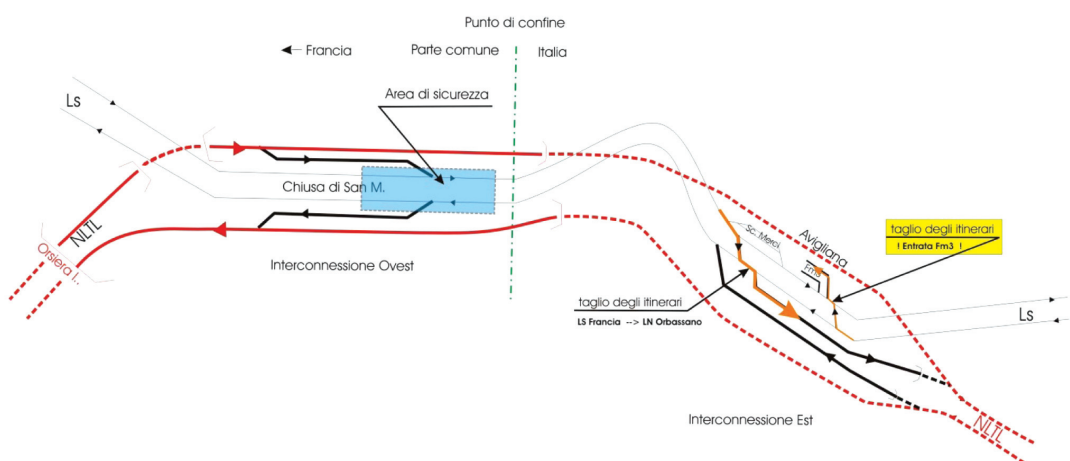


Fig. 5 – Schema delle interconnessioni previste nella piana delle Chiuse. *Layout of interconnections planned in the Chiuse Plain.*

È quindi necessario per garantire il corretto esercizio ferroviario prevedere dei punti di passaggio di tensione (denominati anche POC - Posto Origine Catenaria) sia sui binari principali per l'innesto sui nodi urbani che sulle interconnessioni tra linee tradizionali e nuove linee AV/AC.

In tali punti si sovrappone la necessità di prevedere anche il passaggio di sistema di segnalamento tra il sistema ERTMS di livello 2 senza segnalamento laterale adottato nelle linee AV/AC e il sistema SCMT con segnalamento laterale adottato in quasi tutte le linee tradizionali.

Di seguito si riassumono rapidamente i principi adottati in Italia da RFI per l'installazione delle sezioni di separazione per una soluzione standard.

3.1. Principali vincoli di installazione

Per la sezione di separazione ubicata sui binari delle interconnessioni (caso in esame):

- la lunghezza del tratto neutro deve essere almeno uguale a 115 m (in media 150 m da superare a pantografo abbassato);
- la lunghezza dell'interconnessione è generalmente sempre oltre 2000 m.

L'installazione del segnale di protezione e quella della sezione di separazione delle tensioni devono permettere a un treno fermo al segnale di affrontare la sezione di separazione a una velocità sufficiente affinché possa superarla completamente.

La distanza minima tra il segnale di arresto più vicino alla zona neutra deve essere tale che il treno possa attraversare per inerzia la zona neutra ad almeno 30 km/h.

Il passaggio da un sistema di segnalamento all'altro deve avvenire senza arresto del treno e senza riduzione della velocità.

Dopo un arresto a monte di una sezione di separazione, il treno deve acquisire un minimo di energia cinetica per superare senza alimentazione la zona dove nessun pantografo è alimentato.

A valle di una sezione di separazione, il treno si deve potere fermare al successivo segnale liberando la sezione di separazione.

3.2. Principali vincoli di segnalamento

Una sezione di separazione di tensione costituisce un punto singolare e forma oggetto di un segnalamento particolare la cui installazione deve permettere al macchinista/sistema di intervenire correttamente.

Pertanto in una interconnessione LN/LS si incontrano i seguenti segnali (con le relative ipotesi di installazione):

- segnale di "preavviso cambio fase" a 500 m a monte della zona neutra;
- segnale di "inizio tratto neutro per cambio fase" (BOA) tra 30 e 100 m a monte della zona neutra;

In order to ensure proper railway operation, it is therefore necessary to plan voltage change points (also known as COP - Catenary Origin Point) both on the main tracks for coming out onto the urban nodes and on the interconnections between traditional lines and new HS/HC lines.

These points are overlapped with the need to provide for the passageway of the signalling system between the level 2 ERTMS system without side signalling adopted by the HS/HC lines and the SCMT system with lateral signalling adopted in almost all traditional lines.

Below is a summary of the principles adopted by RFI in Italy for the installation of separation sections for a standard solution.

3.1. Main installation constraints

For the separation section located on the interconnections tracks (study case):

- the length of the neutral section shall be at least equal to 115 m (on average of 150 m to be overcome with the pantograph lowered);
- the length of the interconnection is generally more than 2000 m.

The installation of the protection signal and the voltage separation section should allow a train standing still at the signal to face the separation section at a speed sufficient to cross it completely.

The shortest distance between the stop signal closest to the neutral section must be such that the train can cross the neutral section by inertia at a speed of at least 30 km/h.

Passing from one signalling system to another must occur without stopping the train and without reducing speed.

After a stop upstream a separation section, the train must gain a minimum of kinetic energy to cross without any power supply the area where no pantograph is powered.

Downstream from a separation section, the train must be able to stop at the next signal, clearing the separation section.

3.2. Main signalling constraints

A voltage separation section is a singular point and is the subject of particular signalling, whose installation must enable the driver/system to intervene correctly.

Therefore in an LN/LS interconnection the following signals are found (with the relative installation assumptions):

- "phase change warning" signal at 500 m upstream of the neutral zone;
- "beginning of neutral section for phase change" signal (Balise) between 30 and 100 m upstream of the neutral zone;

- segnale di esecuzione "alzamento archetti" (BOA) 5 m a valle della zona neutra;
- gli automatismi associati dovranno tenere conto dei diversi sistemi di segnalamento (ERTMS livello 2 sulla linea nuova, sistemi di segnalamento in vigore sulle parti nazionali).
- "Signal to raise pantographs" (Balise) 5 m downstream of the neutral section;
- associated automatisms must take account of the different signalling systems (ERTMS level 2 on the new line, signalling systems in force on national sections).

3.3. Vincoli di installazione nei confronti della compatibilità elettromagnetica

La problematica è comune a tutte le nuove linee AV/AC alimentate a 25 kV c.a. e si ripercuote sugli impianti di segnalamento e telecomunicazione delle linee storiche limitrofe alimentate a 3 kV c.c.

Il fenomeno, sostanzialmente, è dovuto alle interferenze che la frequenza del sistema di trazione in c.a. (50Hz) induce sul sistema di segnalamento delle linee tradizionali. Questo problema è risolto tramite l'installazione di dispositivi messi a punto da RFI; in particolare:

- unità trasformatore di separazione lato 25 kV c.a.;
- unità moduli filtri lato 3000 V c.c.;
- dispositivi di protezione della zona neutra;
- verifica della necessità di modificare la frequenza di codifica sulle tratte di linea storica in cui c'è vicinanza e/o sovrapposizione con la Nuova Linea.

3.4. Analisi dei principali parametri che influiscono sulla lunghezza delle interconnessioni attrezzate con il POC

L'attrezzaggio si sviluppa, come schematizzato in fig. 6, su tratti di binario di lunghezza complessiva compresa fra 1500 m e 2500 m ed include due sezioni indipendenti di binario e di Linea di contatto (ciascuna di lunghezza compresa tra 750 m e 1250 m), opportunamente collegate e disposte in maniera simmetrica rispetto al POC, o meglio rispetto al giunto GPOC che costituisce il punto di sezionamento fra i circuiti di ritorno TE dei differenti sistemi di alimentazione.

La zona di binario interessata dal POC viene attrezzata con speciali apparecchiature che sono in grado di limitare le correnti condotte tra i due sistemi di trazione. Tutte le apparecchiature interessate possono essere funzionalmente ricomprese nelle tre unità rappresentate in figura ovvero:

- Unità Trasformatore Separatore (UTS);
- Unità di Protezione (UP);
- Unità Filtri (UF).

Per ciò che concerne gli spazi impegnati dal segnalamento, con riferimento alle figg. 7 e 8 è sempre possibile individuare le seguenti 3 distanze:

- D1 spazio di ricovero, variabile da 850m a 950m a seconda della pendenza;
- D2 spazio di ripresa, dipendente dalla pendenza. Il valore

3.3. Installation constraints with regard to electromagnetic compatibility

The problem is common to all new HS/HC lines powered at 25 kV AC and affects signalling and telecommunication systems of the surrounding historical lines powered at 3 kV DC.

The phenomenon is essentially due to interferences that the AC traction system frequency (50 Hz) induces on the signalling system of conventional lines. The installation of devices developed by RFI solves this problem; in particular:

- 25 kV AC side separation transformer unit;
- 3000 V DC side filter module units;
- protection devices of the neutral zone;
- verification of the need to change the encoding frequency on the historical line sections where there is proximity and/or overlap with the New Line.

3.4. Analysis of main parameters that affect the length of POC equipped interconnections

Equipping develops, as shown in fig. 6, on track sections with a total length between 1500 m and 2500 m and includes two independent track and contact line sections (each with a length between 750 m and 1250 m), properly connected and arranged in a symmetric manner compared to the POC, or better compared to the GPOC joint that is the sectioning point between the ET return circuits of the different feeding systems.

The track area affected by the POC is equipped with special equipment that can limit the conducted currents between the two traction systems. All equipment involved can be functionally included in the three units represented in the figure, i.e.:

- Separator Transformer Unit (STU);
- Protection Unit (PU);
- Filter Unit (FU).

For what concerns the spaces occupied by signalling, with reference to fig. 7 and 8 the identification of the following 3 distances is however possible:

- D1 stabling space, variable from 850 m to 950 m depending on the gradient;
- D2 speed recovery space, gradient-dependent. The gradient value to be considered for the determination of

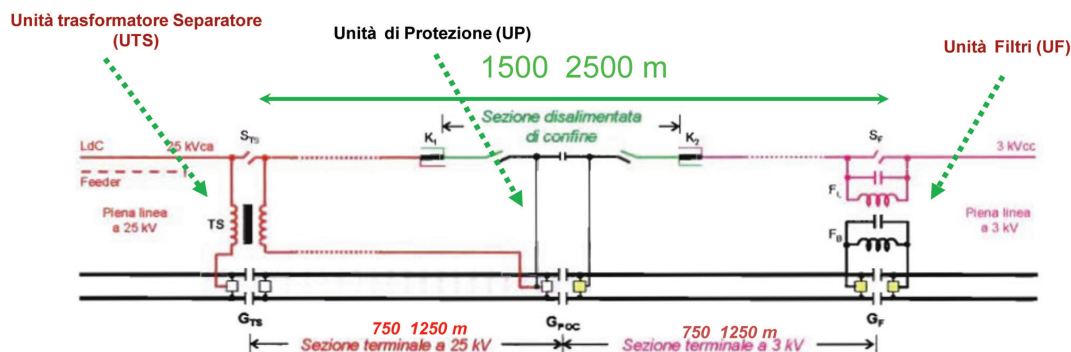


Fig. 6 - Attrezzaggio di un'interconnessione standard. *Equipping of a standard interconnection.*

di pendenza da considerare per la determinazione di tale spazio è la pendenza massima nei 1000m precedenti il tratto neutro;

D3 Cautelativamente è considerato che tale distanza deve essere almeno pari a 16m.

In direzione LS>LN (fig. 7) il segnale visivo di confine è allocato a monte del tratto neutro. Esso deve essere posto ad una distanza D2 dal POC tale che il treno possa superarlo per inerzia considerando la situazione più sfavorevole, che è sempre rappresentata dalla partenza da fermo nello spazio di ricovero D1 a monte del segnale di confine stesso.

Analogamente in direzione LN>LS (fig. 8) i segnali di protezione virtuali del bivio sulla linea nuova AV/AC e del bivio sulla linea storica, devono essere posti ad una distanza D2 dal POC tale da garantire l'agevole superamento del tratto neutro con tutto treno, nel caso in cui questo si arresti ai citati segnali.

A titolo di esempio, la fig. 9 riporta il caso di una configurazione standard per un'interconnessione LN>LS banalizzata; in essa si ottiene una lunghezza complessiva di 2186m (distanza tra le punte scambi) per una pendenza ipotizzata al 9‰.

Per quanto sopra, in un'interconnessione standard la sommatoria delle esigenze di spazio lineari legate alla TE sovrappo-

this space is the maximum gradient in 1000 m before the neutral section;

D3 Pre-emptively this distance must be considered as at least equal to 16 m.

In the LS>LN direction (fig. 7) the borderline visual signal is allocated upstream of the neutral section.

It should be placed at a D2 distance from the POC so that the train can cross it by inertia given the less favourable situation, which is always represented by the departure from a standstill in the D1 stabling space upstream the borderline signal.

Similarly in the LN>LS direction (fig. 8) the virtual protection signals of the junction on the new HS/HS line and the junction on the historical line, must be placed at a D2 distance from the POC to assure easy crossing of the neutral section with all the train, in case this stops at the mentioned signals.

By way of illustration, fig. 9 reports the case of a standard configuration for an LN>LS two-way working interconnection; it has a total length of 2186 m (distance between points of switch tongue) for an hypothesized gradient of 9‰.

Insofar as above, the summation of linear space requirement in a standard interconnection related to ET overlapped

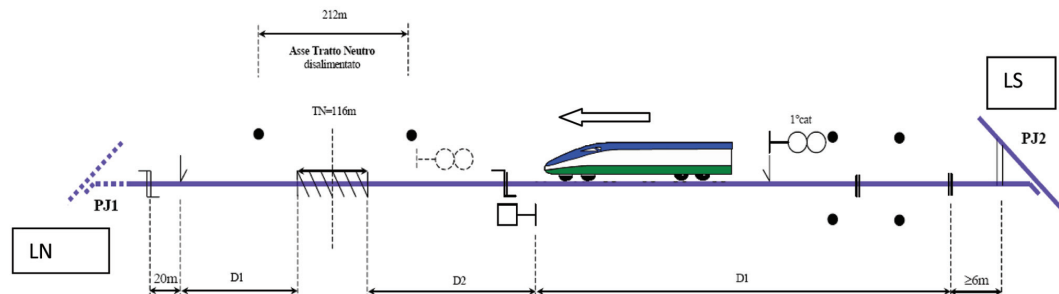
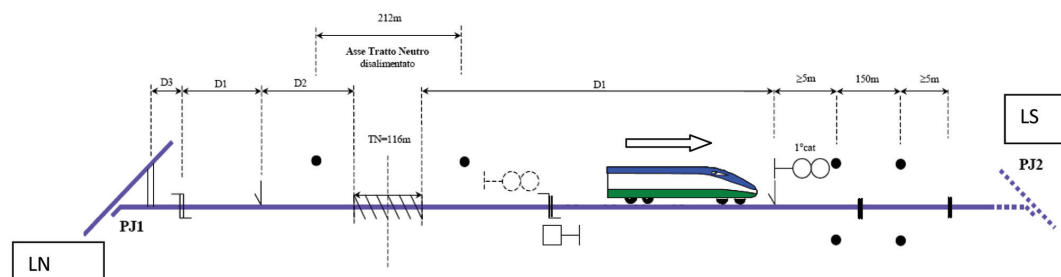
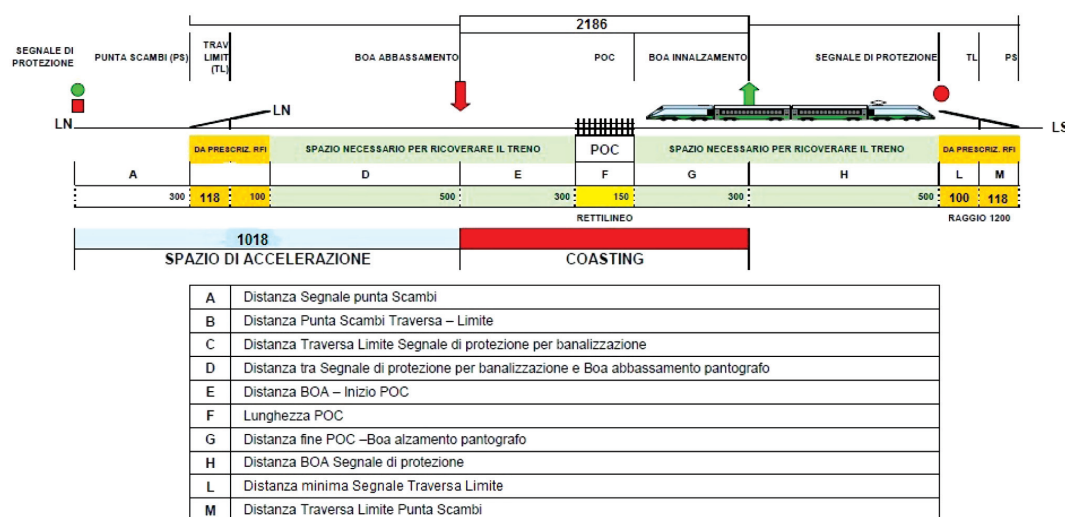


Fig. 7 - Segnalamento in direzione LS>LN. *Signalling in the LS>LN direction.*

Fig. 8 - Segnalamento in direzione LN>LS. *Signalling in the LN>LS direction.*Fig. 9 - Interconnessione standard banalizzata nell'ipotesi di pendenza al 9‰. *Standard two-way working interconnection assuming a 9‰ gradient.*

ste a quelle del segnalamento conduce ad una lunghezza complessiva di almeno 2100m (distanza tra le punte scambi).

with the signalling ones leads to a total length of at least 2100 m (distance between the points of switch tongue).

4. Il caso particolare dell'interconnessione nella Piana delle Chiuse

Come accennato in premessa, al fine di ottenere il migliore inserimento possibile sul territorio, è stata studiata la possibilità di minimizzare a non oltre 1650 m la lunghezza delle interconnessioni est lato Italia nella Piana delle Chiuse.

I principali input forniti ai progettisti per questo studio sono stati i seguenti:

- ipotesi di progettazione in deroga alla normativa vigente al fine di contenere al massimo la lunghezza dei rami delle interconnessioni;
- la pendenza dell'interconnessione è pari al 12‰ per

4. The particular case of the interconnection in the Chiuse Plain

As mentioned in the introduction, in order to obtain the best possible placement on the territory, the possibility of minimising the length of the east interconnections on the Italian side of the Chiuse Plain to not over 1650 m has been studied.

The main inputs provided to designers for this study were the following:

- the design hypothesis notwithstanding existing legislation in order to contain the maximum length of the interconnection branches;
- the interconnection gradient is equal to 12‰ for a

uno scenario in cui la Linea Storica è ad una quota superiore rispetto alla Nuova Linea (figg. 10 e 11);

- l'interconnessione è banalizzata ed è percorsa da treni con modulo massimo di 750m sia viaggiatori che merci in linea con il modello di esercizio in condizioni normale e degradate;
- la velocità sull'interconnessione è di 100 km/h (deviatoio tg 0,040 cpm).

scenario in which the Historical Line is at an altitude higher than the New Line (figg. 10 and 11);

- the interconnection is two-way worked and run by both passenger and cargo trains with maximum module up to 750 m in line with the operating model in normal and degraded conditions;
- the speed on the interconnection is 100 km/h (turnout tg 0.040 with movable point frog).

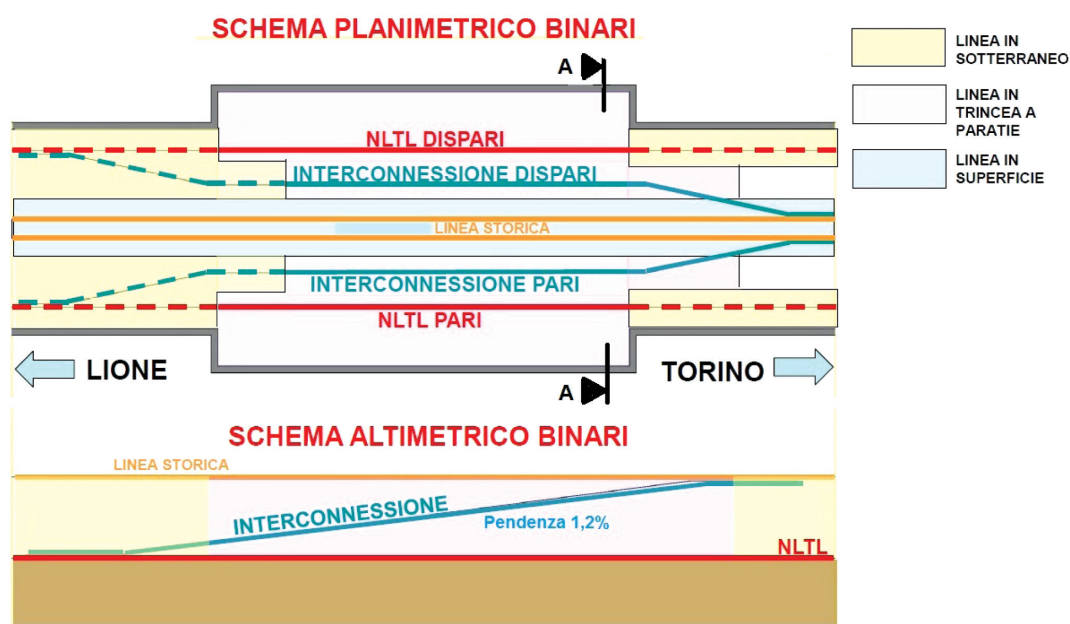


Fig. 10 - Schema plano-altimetrico dell'interconnessione. *Interconnection plano-altimetric diagram.*

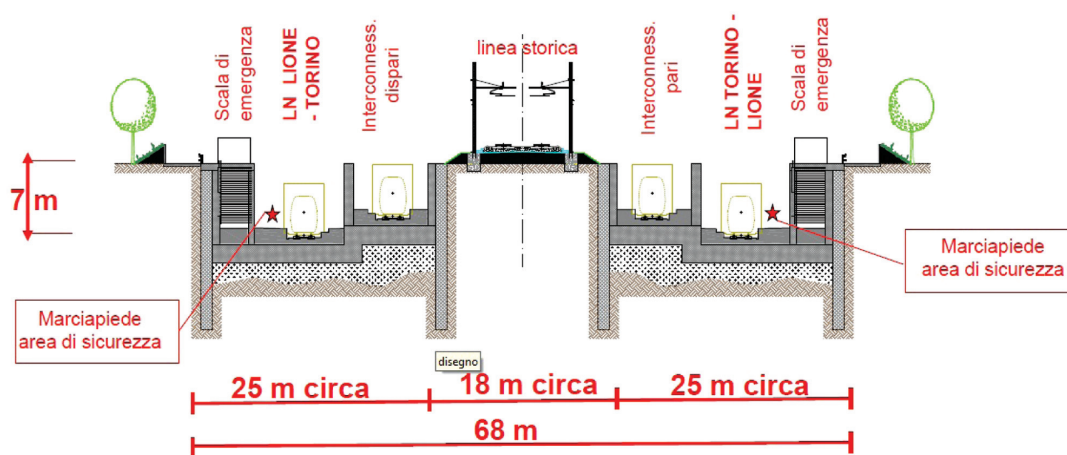


Fig. 11 - Sezione A-A della linea in trincea con indicate le principali quote. *Section A-A of the cutting line with the main altitudes indicated.*

Partendo da questi input si è proceduto ad ipotizzare dove poter andar ad agire rispetto ad una configurazione standard (vd. anche fig. 9) e come disporre i vari elementi al fine di mantenere inalterata la funzionalità dell'interconnessione e al contempo minimizzare le eventuali deroghe da domandare al gestore della rete ferroviaria (RFI).

In fig. 12 si riporta il risultato di tale studio rappresentato dallo schema dell'interconnessione per il binario pari LS>LN (pendenza a favore) non standard e di lunghezza complessiva pari a 1623 m con esplicitate le principali interdistanze rappresentative.

Per ottenere una configurazione di questo tipo in grado di poter sostenere anche la banalizzazione di itinerario, si sono dovute ipotizzare una serie di deroghe alla normativa vigente, ovvero:

- *Trazione elettrica*
 - deroga sull'installazione del Trasformatore Separatore (TS) e sulla sezione terminale a 25 kV rispetto alla specifica Tecnica Filtri POC (RFI/TC.TE-SSE.POC1 REV.B del 10/07/07).
- *Segnalamento*
 - deroga per risolvere il problema del cartello "avviso di abbassamento archetti" posto ad almeno 600 m dall'asse POC e quindi ricadente sulla linea AV/AC.
 - deroga per la inapplicabilità del requisito di protezione del POC realizzata con segnale ad hoc posto sull'interconnessione per motivi normativi (requisito 3.4.1.1.4 dell'allegato 4 alle SRS Vol.1 del 15/03/07).
 - Deroga sull'apertura del segnale di protezione del

These inputs were to suggest where to act with respect to a standard configuration (see also fig. 9) and how to arrange the various elements in order to maintain the interconnection functionality unaltered and at the same time minimise any possible derogations to request to the Manager of the railway network (RFI).

Fig. 12 reports the result of this study represented by the interconnection layout for the non-standard LS>LN up track (favourable gradient) and with an overall length equal to 1623 m; the main representative inter-distances are even reported.

To obtain a configuration of this type that can even support the route two-way working, a series of derogations from the legislation in force were hypothesised, namely:

- *Electric Traction*
 - derogation on the installation of the Separation Transformer (ST) and on the terminal section at 25 kV with respect to the POC Filters technical specification (RFI/TC.TE-SSE.POC1 REV.B of 10/0707).
- *Signalling*
 - derogation to solve the problem of the "warning signal to lower pantographs" placed at least 600 m from the POC axis and therefore falling on the HS/HC line.
 - derogation for the inapplicability of the POC protection requirement implemented with an ad hoc signal placed on the interconnection for regulatory reasons (3.4.1.1.4 requirement of annex 4 to SRS Vol. 1 of 15/03/07).
 - Derogation on the opening of the junction protec-

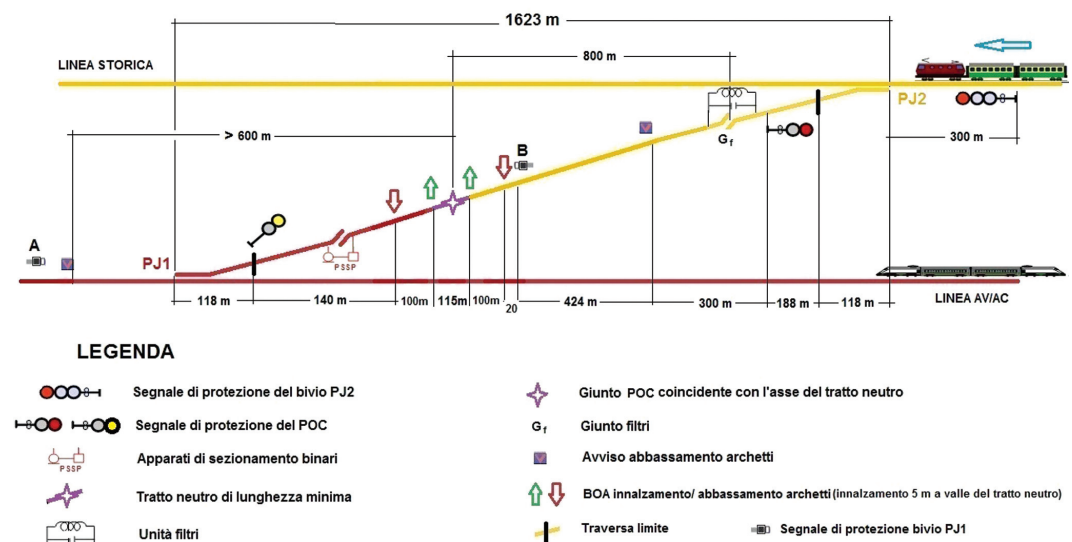


Fig. 12 - Schema teorico funzionale dell'interconnessione ridotta LS>LN banalizzata. Theoretical functional diagram of the reduced two-way working LS>LN interconnection.

bivio sulla linea storica verso l'AV/AC (direzione LS>LN) che è condizionato alla formazione dell'itinerario sul bivio sulla linea AV/AC.

- Deroga sull'applicabilità della gestione di un grado di 1° e 2° livello per itinerari verso la LS.

Il confronto tra le figg. 12 e 13 dimostra che tali ipotesi di configurazione per lunghezze ridotte a circa 1600 m non possono che condurre ad un'asimmetria tra le connessioni pari e dispari nell'attrezzaggio tecnologico (es. ubicazione del tratto neutro, ubicazione dei dispositivi di segnalamento ecc).

Con tali premesse sono state quindi eseguite tutta una serie di simulazioni di transito per verificare che le ipotesi assunte "reggessero" da un punto di vista operativo (sebbene in via teorica).

5. Le simulazioni di transito

In condizioni di esercizio normale sull'interconnessione in esame non è prevista nessuna circolazione di nessuna tipologia di treno.

La verifica di superamento del POC è stata quindi effettuata riportando i diagrammi di marcia con i valori delle velocità di superamento del POC per i treni:

- merci con locomotore E402B 1600 t in doppia trazione;
- merci con locomotore E402B 1150 t in semplice trazione.

Tali treni sono i treni critici (a livello di pesantezza e di assorbimento di corrente) abilitati al passaggio LN>LS e viceversa proprio in virtù dei limiti infrastrutturali dell'attuale Linea Storica Torino-Modane⁽²⁾.

Difatti si da per scontato che il rapporto potenza/peso assai più favorevole per i treni passeggeri, consenta loro di superare il POC in ogni situazione di marcia.

Sotto tali ipotesi, gli scenari assunti per le verifiche di marcia sono stati quelli di volta in volta più gravosi dal punto di vista dell'esercizio, ovvero:

- *Scenario 1*: esercizio degradato sulla NLTL, passaggio LN>LS sull'interconnessione pari in salita (fig. 13).
- *Scenario 2*: degrado di 2° livello per un itinerario LN>LS sul binario dispari banalizzato in salita (fig. 12), perdita di controllo del deviatoio dell'interconnessione PJ1 con treno in modalità SR "Staff Responsible".
- *Scenario 3*: degrado di 2° livello per un itinerario LN>LS sul binario dispari banalizzato in salita (fig. 12), perdita di controllo del deviatoio dell'interconnessione PJ1 con treno in modalità SR "Staff Responsible" e locomotiva in panne per un treno in doppia trazione;

tion signal on the historical line towards the HS/HC (LS>LN direction) that is conditioned to the setting of the route on the HS/HC line junction.

- Derogation of the applicability of a 1st and 2nd level degradation management for routes towards the LS.

The comparison between figg. 12 and 13 shows that these configuration hypotheses for lengths reduced to about 1600 m can only lead to a technological equipping asymmetry between up and down connections (e.g. location of the neutral section, location of signalling devices etc.).

With these conditions, a series of transit simulations were therefore performed to verify that the assumptions taken "would hold" from an operational point of view (although in theory).

5. Transit simulations

Under normal operating conditions on the interconnection under consideration, no circulation of any type of train is planned for.

Verification of the POC crossing was therefore performed with running diagrams with POC overcoming speed values for:

- freight trains with E402B 1600 t locomotive in double traction;
- freight trains with E402B 1150 t locomotive in simple traction.

These trains are critical trains (in terms of heaviness and of current demand) enabled for the LN>LS transit and vice versa just by virtue of the infrastructural limitations of today's Turin-Modane⁽²⁾ Historical Line.

In fact it is taken for granted that the power/weight ratio much more favourable for passenger trains, enables them to cross the POC in every operating situation.

Under these assumptions, the scenarios taken for running verifications were the toughest ones from time to time from the operational point of view, namely:

- *Scenario 1*: degraded operation on the NLTL, LN>LS transit on the uphill up interconnection (fig. 13).
- *Scenario 2*: 2nd level of degradation for an LN>LS route on a two-way working uphill down track (fig. 12), loss of control of the PJ1 interconnection turnout with train in SR "Staff Responsible" mode.
- *Scenario 3*: 2nd level of degradation for an LN>LS route on a two-way working uphill down track (fig. 12), loss of control of the PJ1 interconnection turnout with train in SR Staff Responsible "mode and locomotive breakdown for a train in double traction;

⁽²⁾ Difatti i treni cosiddetti di "Autostrada Ferroviaria Gran Gabarit" con massa di 2050 t, allo stato attuale non sono abilitati al transito sulla Linea Storica per incompatibilità di gabarit.

⁽²⁾ In fact, the so-called "Gran Gabarit Railway Motorway" trains with a mass of 2050 t, are currently disenabled for transit on the Historical Line due to gabarit incompatibility.

- **Scenario 4:** treno fermo al segnale di protezione "B" del PJ1 sul ramo dell'interconnessione (fig. 12);
- **Scenario 5:** degrado di 1° livello per un itinerario LN>LS, circuito di binario indebitamente occupato con treno in modalità "on sight" (OS) fermo al segnale di protezione "A" del PJ1 (fig. 12).
- **Scenario 4:** train at a standstill at the "B" protection signal of the PJ1 interconnection branch (fig. 12);
- **Scenario 5:** 1st level of degradation for an LN>LS route, track circuit unduly occupied with train in "on sight" (OS) mode at a standstill at the "A" protection signal of the PJ1 (fig. 12).

5.1. Verifiche per lo scenario 1 di degrado sulla NLTL

Le verifiche di superamento del POC sono state effettuate per treni che si muovono in salita dalla NLTL alla linea storica (LN>LS) tramite l'interconnessione dispari attrezzata secondo schema di fig. 13, nei seguenti scenari di esercizio degradato sulla Nuova Linea Torino Lione:

- treno in transito al segnale di protezione del POC;
- treno fermo al segnale di protezione del POC.

La fig. 14 riporta il diagramma di marcia di un treno merci in doppia trazione con 1600 t che circola sull'interconnessione in transito al segnale di protezione dell'Interconnessione.

La fig. 15 riporta il diagramma di marcia di un treno merci in semplice trazione con 1150 t rimorchiati che circola sull'interconnessione in transito al segnale di protezione dell'Interconnessione.

La fig. 16 riporta il diagramma di marcia di un treno merci in doppia trazione con 1600 t rimorchiati che circola sull'interconnessione con partenza da fermo al segnale di protezione dell'Interconnessione.

La fig. 17 riporta il diagramma di marcia di un treno

5.1. Verifications of degradation for scenario 1 on the NLTL

The POC crossing checks were made for trains moving uphill from NLTL to the historical line (LN > LS) through the down interconnection equipped according to the diagram in fig. 13, in the following degraded operating scenarios on the new Turin-Lyon line:

- train in transit at the POC protection signal;
- train at a standstill at the POC protection signal.

Fig.14 reports the running diagram of a 1600 tons double traction freight train running the interconnection in transit at the interconnection protection signal.

Fig.15 reports the running diagram of a 1150 towed tons simple traction freight train running the interconnection in transit at the interconnection protection signal.

Fig. 16 reports the running diagram of a 1600 towed tons double traction freight train running an interconnection with departure from a standstill at the interconnection protection signal.

Fig. 17 reports the running diagram of a 1150 towed

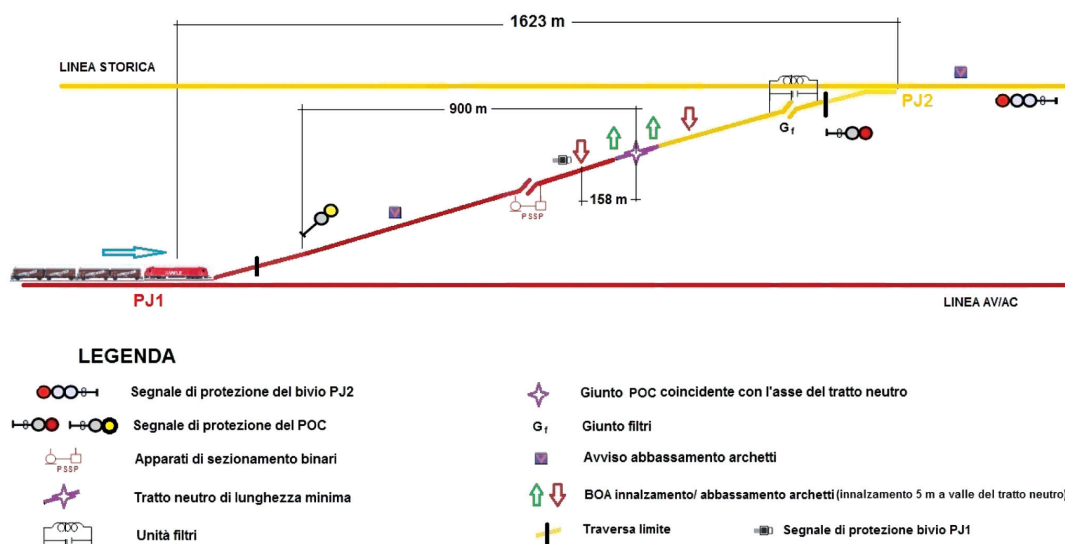


Fig. 13 - Schema teorico funzionale dell'interconnessione ridotta LN>LS banalizzata. Theoretical functional diagram of the two-way working reduced LN > LS interconnection.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Treno in transito al segnale di protezione. Treno merci E402B doppia trazione con 1600 tonnellate rimorchiate.

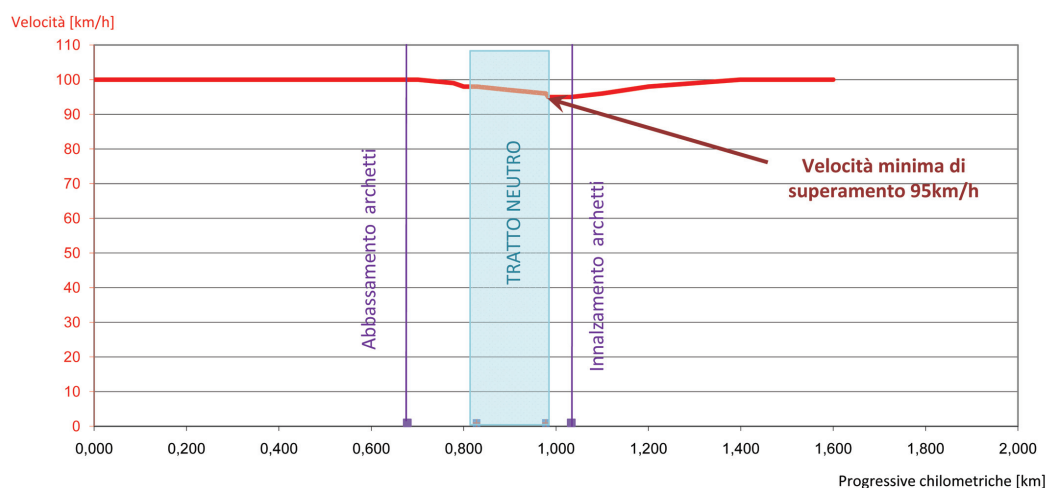


Fig. 14 - Diagramma di marcia LN>LS (in salita) di un treno 1600 t doppia trazione. *LN >LS running diagram (uphill) of a 1600 t double traction train.*

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Treno in transito al segnale di protezione. Treno merci E402B semplice trazione con 1150 tonnellate rimorchiate.

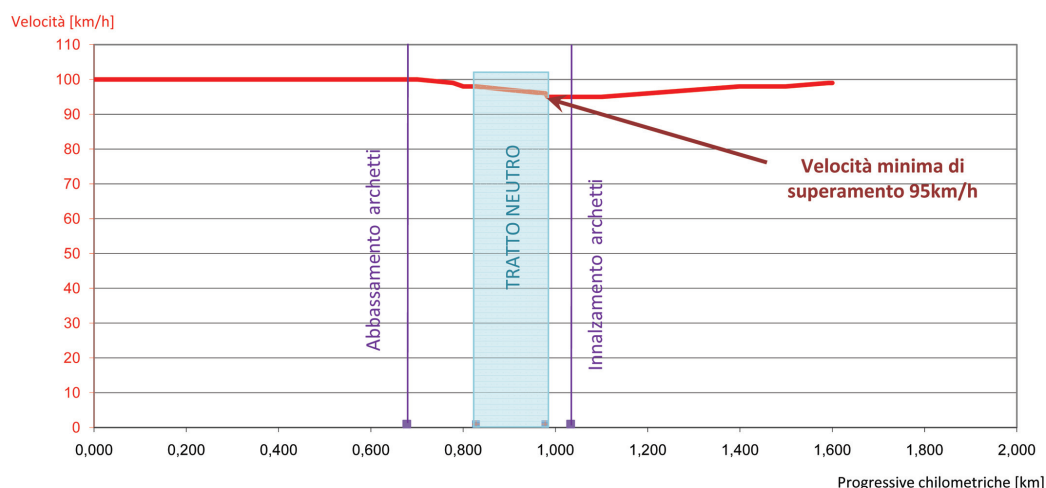


Fig. 15 - Diagramma di marcia LN>LS (in salita) di un treno 1150 t semplice trazione. *LN >LS operation diagram (uphill) of a simple traction 1150 tons train.*

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Treno fermo al segnale di protezione. Treno merci E402B doppia trazione con 1600 tonnellate rimorchiate.

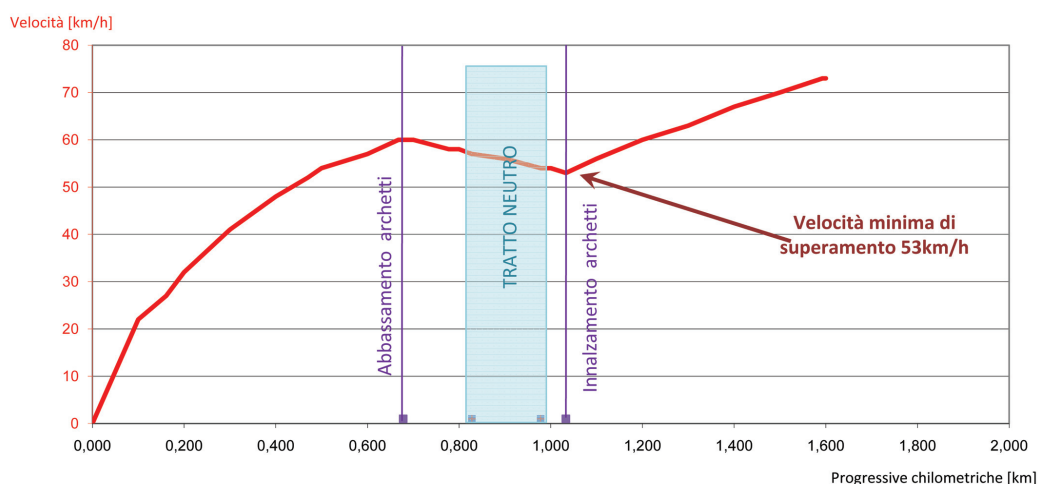


Fig. 16 - Diagramma di marcia LN>LS (in salita) di un treno 1600 t doppia trazione fermo al segnale di protezione del POC. LN >LS operation diagram (uphill) of a 1600 tons double traction train at a standstill at the POC protection signal.

merci in semplice trazione con 1150 t rimorchiate che circola sull'interconnessione con partenza da fermo al segnale di protezione dell'Interconnessione.

tons simple traction freight train running an interconnection with departure from a standstill at the interconnection protection signal.

5.2. Verifiche per lo scenario 2 e 3 di degrado di 2° livello per un itinerario LN> LS sul binario dispari banalizzato (in salita) e una locomotiva in panne del treno da 1600 t rimorchiate in doppia trazione.

Nella seguente simulazione si è verificata la marcia di treni che si muovono dalla linea AV verso la linea storica in salita sull'interconnessione pari banalizzata (fig. 12).

Si è supposto che sulla linea ci sia un degrado che imponga al macchinista l'avanzamento in manovra sull'itinerario da percorrere, fermando il treno prima di impegnare ciascun deviatoio che poi dovrà oltrepassare d'iniziativa con cautela e comunque senza superare i 30 km/h dopo aver accertata la regolare disposizione.

Queste condizioni si traducono nei seguenti due vincoli:

- fermare la marcia del treno prima del deviatoio che instrada dalla linea AV verso la linea storica;
- percorrere il deviatoio alla velocità massima di 30 km/h.

Obiettivo della simulazione è stato quello di verificare se i treni, nelle suddette condizioni, riescono a superare il POC.

5.2. Verifications for scenarios 2 and 3 with 2nd level of degradation for an LN>LS route on a two-way working down track (uphill) and a broken-down 1600 towed tons train locomotive in double traction.

In the following simulation, trains moving uphill from the HS line towards the historical line on the two-way working up interconnection (fig. 12) were verified.

It was assumed that there is a degradation on the line requiring the driver to move on sight on the running route, stopping the train before running over each turnout that he will then have to pass cautiously by initiative and without in any case exceeding 30 km/h after having ascertained the regular position.

These conditions are reflected in the following two constraints:

- stop the running of the train before the turnout that routes from the HS line to the historical line;
- run over the turnout at the maximum speed of 30 km/h.

The aim of the simulation was to verify whether the trains, in these conditions, are able to cross the POC.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Treno fermo al segnale di protezione. Treno merci E402B semplice trazione con 1150 tonnellate rimorchiate.

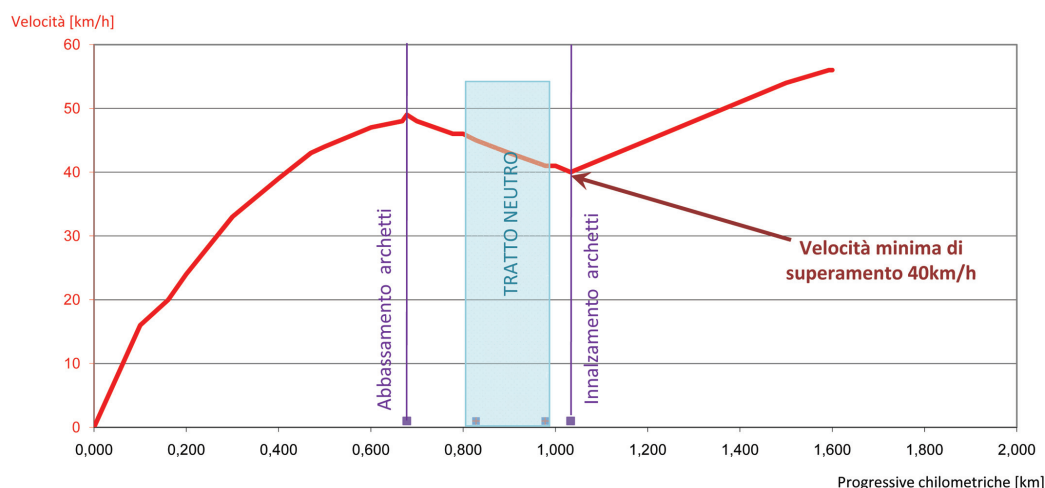


Fig. 17 - Diagramma di marcia LN>LS (in salita) di un treno 1150 t semplice trazione fermo al segnale di protezione del POC. LN >LS running diagram (uphill) of a simple traction 1150 tons train at a standstill at the POC protection signal.

Le verifiche di superamento del POC sull'interconnessione di Piana delle Chiuse sono state effettuate per il seguente scenario di esercizio degradato sulla interconnessione:

- treno da 1600 t in doppia trazione, fermo alla punta scambio esterna del deviatoio;
- uno dei due locomotori in avaria.

Nella fig. 18 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1150 t con singola trazione.

Nella fig. 19 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1600 t con doppia trazione.

La fig. 20 riporta il diagramma di marcia di un treno merci da 1600 t che circola sull'interconnessione pari in direzione LN>LS (banalizzata) con partenza da fermo dal deviatoio dell'interconnessione PJ1 con una locomotiva in panne.

5.3. Verifiche per lo scenario 4: superamento POC per treno fermo sull'interconnessione al segnale di protezione "B" del bivio PJ1 (rif. fig. 12).

Nella seguente simulazione è stata verificata la marcia dei treni che si muovono dalla linea storica verso la linea AV sull'interconnessione dispari e quindi con la pendenza del 12‰ a favore.

Si suppone che i treni partano da fermi dal segnale di protezione "B" del PJ1 di figura 12. Obiettivo della simulazione è verificare che i treni, nelle suddette condizioni, riescano a superare il POC.

The POC crossing verifications on the interconnection of the Chiuse Plain were performed for the following degraded operation scenario on the interconnection:

- 1600 tons double traction train at a standstill at the outer point of switch tongue.
- breakdown of one of the two locomotives.

In fig. 18 the running simulation of a single traction 1150 tons freight train is shown.

In fig. 19 the simulation of a 1600 tons freight train in operation with double traction is represented.

Fig. 20 reports the running diagram of a 1600 tons freight train running the up interconnection in the LN>LS direction (two-way working) with departure from a standstill from the PJ1 interconnection turnout with a broken-down locomotive.

5.3. Verifications for scenario 4: POC crossing for a train standing still on the interconnection at the "B" protection signal of the PJ1 junction (ref. fig. 12).

In the following simulation the running of trains moving from the historical line towards the HS line on the down interconnection, and therefore with a gradient in favour of 12 ‰, has been verified.

It is assumed that trains depart from a standstill from the "B" protection signal PJ1 of figure 12.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Ripartenza da fermo al deviatoio dell'interconnessione dopo la battuta di arresto. Treno merci E402B semplice trazione con 1150 tonnellate rimorchiate. Limite 30kmh.

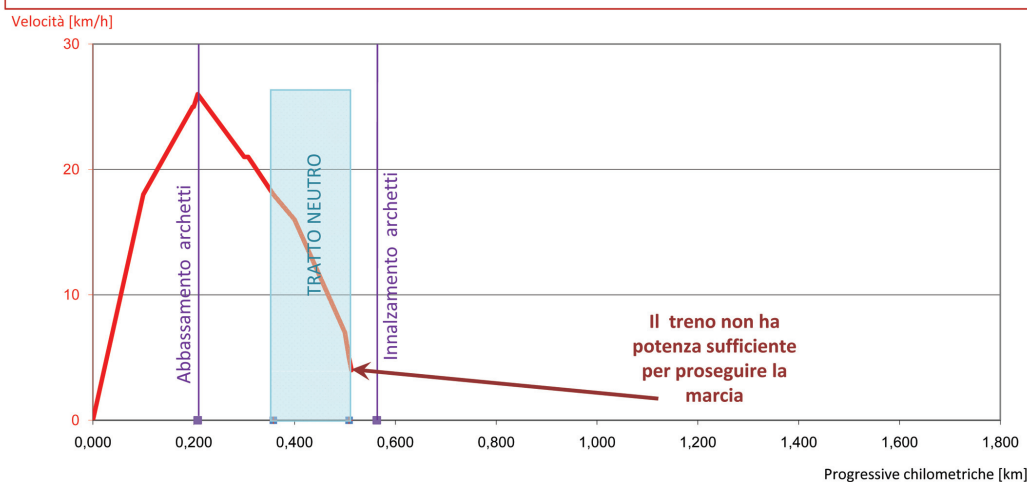


Fig. 18 - Diagramma di marcia LN>LS sul binario pari in salita di un treno merci da 1150 t singola trazione fermo al deviatoio del PJ1. LN>LS running diagram of a 1150 tons single traction freight train on a uphill up track at a standstill at the PJ1 turnout.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Ripartenza da fermo dal deviatoio dell'interconnessione dopo la battuta di arresto. Treno merci E402B doppia trazione con 1600 tonnellate rimorchiate. Limite 30kmh.

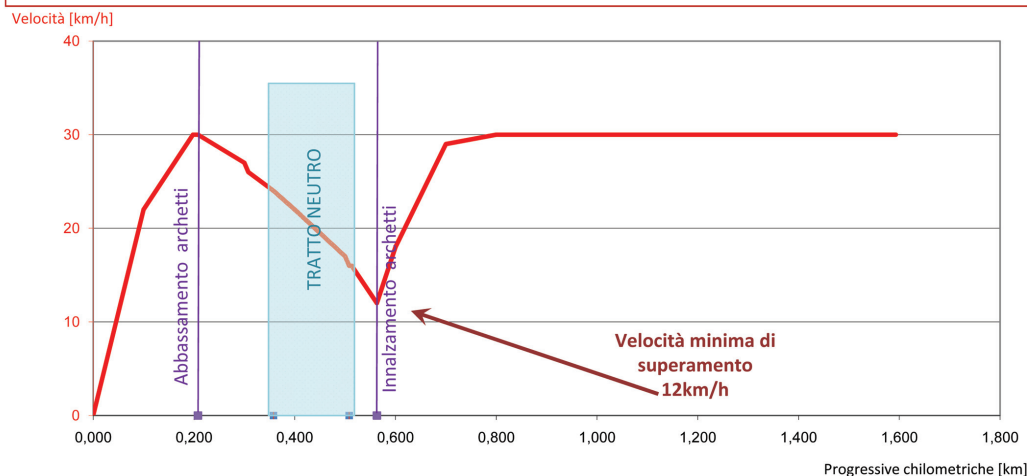


Fig. 19 - Diagramma di marcia LN>LS in salita di un treno merci da 1600 t in doppia trazione fermo al deviatoio del PJ1. LN>LS running diagram of a 1600 tons double traction freight train at a standstill, uphill, at the PJ1 turnout.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL, su dev. interc. e un loc. Partenza da fermo alla PSE interc. Treno merci E402B semplice trazione (degrado su un locomotore) con 1600 tonnellate rimorchiate.

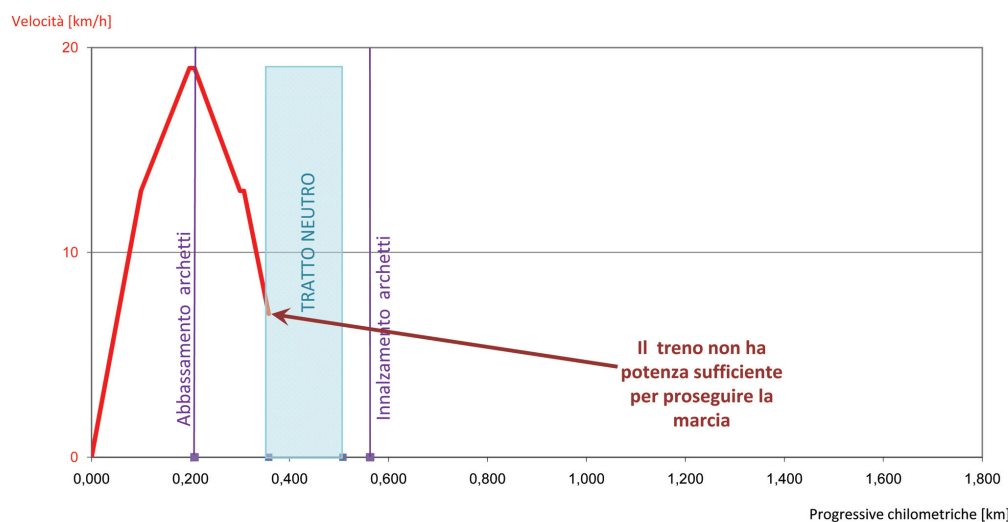


Fig. 20 - Diagramma di marcia LN>LS in salita di un treno merci da 1600 t in semplice trazione (un locomotore in panne) fermo al deviatoio del PJ1. *LN >LS running diagram of a 1600 tons freight train uphill in simple traction (a broken locomotive) at a standstill at the PJ1 turnout.*

Nella fig. 21 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1150 t con singola trazione.

Nella fig. 22 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1600 t con doppia trazione.

5.4. Verifiche per lo scenario 5: superamento POC in caso di degrado di 1° livello per itinerario LN>LS su interconnessione pari banalizzata (on sight- rif. fig. 12).

Nella seguente simulazione è stata verificata la marcia di treni che si muovono dalla linea AV verso la linea storica sul binario pari banalizzato.

Si è supposto che sulla linea ci sia un degrado che imponga la modalità “on sight” al treno, questo si traduce in un vincolo di una velocità massima del treno di 30 km/h.

Con riferimento alla fig. 12, si è ipotizzato che i treni partano da fermi dal segnale di protezione “A” del PJ1 lato AV e posto a circa 900 m dall’asse del tratto neutro.

Obiettivo della simulazione è verificare che i treni, nelle suddette condizioni, riescano a superare il POC.

Nella fig. 23 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1150 t con singola trazione.

The aim of the simulation is to verify that trains, in these conditions, are able to cross the POC.

Fig. 21 represents the running simulation of a single traction 1150 tons freight train.

In fig. 22 the running simulation of a 1600 tons double traction freight train is represented.

5.4. Verifications for scenario 5: POC crossing in case of 1st level degradation for the LN>LS route on two-way working up interconnection (on sight - ref. fig. 12).

In the following simulation the running of trains moving from the HS line towards the historical line on a two-way working up track was verified.

It was assumed that there is a degradation requiring the “on sight” mode to the train, this translates into a constraint of a maximum train speed of 30 km/h.

With reference to fig. 12, it was suggested that the trains depart from a standstill from the “A” protection signal of the PJ1 on the HS side and placed at approximately 900 m from the axis of the neutral section.

The aim of the simulation is to verify that trains, in these conditions, are able to cross the POC.

**Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Linea Storica Torino Lione a NLTL.
Binario pari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in discesa.
Condizione di esercizio degradato su LS. Treno in fermo al segnale di protezione.
Treno merci E402B semplice trazione con 1150 tonnellate rimorchiate.**

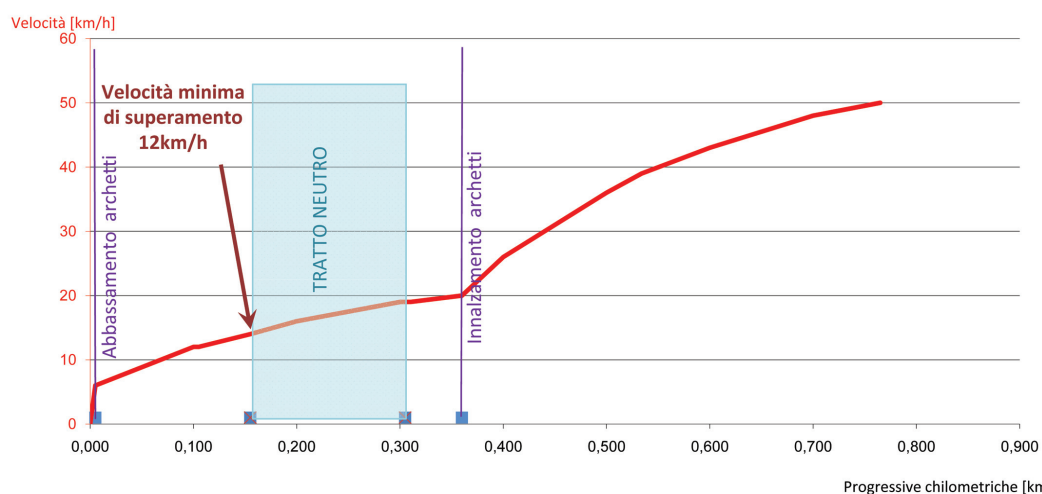


Fig. 21 - Diagramma di marcia LS>LN (in discesa) di un treno merci da 1150 t con singola trazione fermo al segnale di protezione di PJ1. *LS>LN running diagram (downhill) of a 1150 tons single traction freight train at a standstill at the PJ1 protection signal.*

**Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Linea Storica Torino Lione a NLTL.
Binario pari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in discesa.
Condizione di esercizio degradato su LS. Treno in fermo al segnale di protezione.
Treno merci E402B in doppia trazione con 1600 tonnellate rimorchiate.**

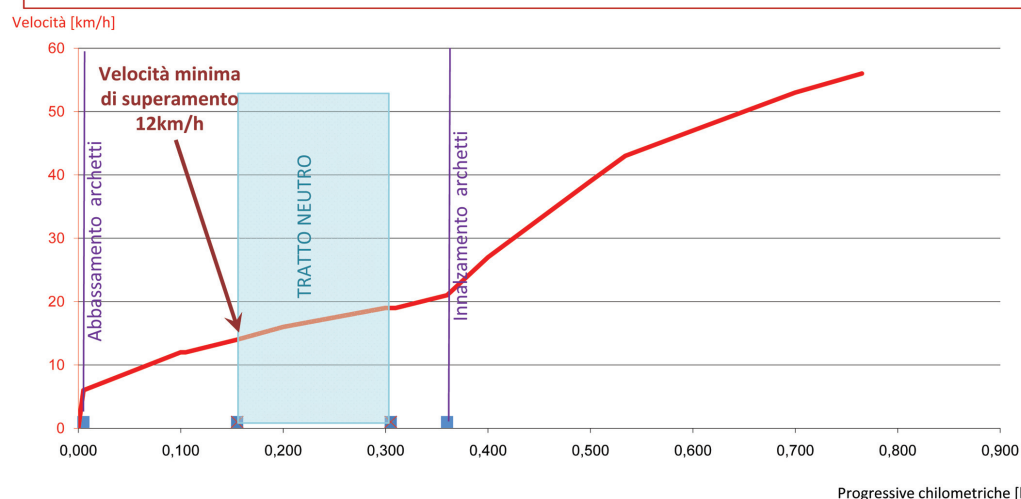


Fig. 22 - Diagramma di marcia LS>LN (in discesa) di un treno merci da 1600 t con doppia trazione fermo al segnale di protezione di PJ1. *LS>LN running diagram (downhill) of a 1600 tons double traction freight train at a standstill at the PJ1 protection signal.*

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Ripartenza da fermo in caso di cdb indebitamente guasto (on sight). Treno merci E402B semplice trazione con 1150 tonnellate rimorchiate. Limite 30km/h.

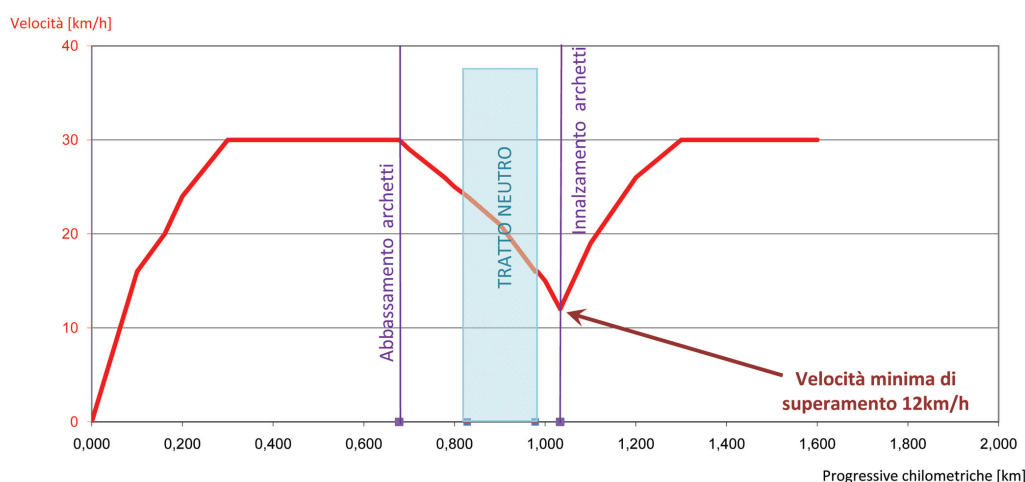


Fig. 23 - Diagramma di marcia LN>LS di un treno merci da 1150 t con singola trazione fermo al segnale di protezione del bivio PJ1.
LN>LS running diagram of a 1150 tons single traction freight train at a standstill at the PJ1 junction protection signal.

Nella fig. 24 è rappresentata la simulazione della marcia di un treno merci da 1600 t con doppia trazione.

In fig. 23 the running simulation of a single traction 1150 tons freight train is represented.

In fig. 24 the running simulation of a 1600 tons double traction freight train is represented.

5.5. Esiti delle simulazioni

5.5. Results of simulations

Di seguito sono riassunti gli esiti delle simulazioni di marcia effettuate:

The results of the running simulations carried out are summarised below:

Esito scenario 1:

Scenario 1 result:

In condizioni di esercizio degradato solo sulla NLTL i treni merci, da 1600 t rimorchiate e da 1150 t rimorchiate, superano il POC con una velocità superiore a 30km/h.

In degraded operating conditions only on NLTL, 1600 and 1150 towed tons freight trains cross the POC at a speed exceeding 30 km/h.

Esito scenario 2 e 3:

Scenario 2 and 3 result:

Le simulazioni dimostrano che l'unico treno in grado di superare il POC è il treno da 1600 t rimorchiate in doppia trazione, ma ad una velocità inferiore a 30 km/h.

Simulations show that the only train capable of crossing the POC is the 1600 towed tons double traction train but at a speed not exceeding 30 km/h.

Si tratta però di una verifica effettuata sull'interconnessione pari banalizzata nel senso LN>LS.

It is, however, a verification carried out on the two-way working up interconnection in the LN>LS direction.

Esito scenario 4:

Scenario 4 result:

Le simulazioni dimostrano che i treni superano il POC con una velocità inferiore a 30km/h.

Simulations show that trains cross the POC at a speed lower than 30 km/h.

Diagramma di marcia per il superamento del tratto neutro. Da Nuova Linea Torino Lione a Linea Storica. Binario dispari del ramo di interconnessione a Chiusa San Michele in salita. Condizione di esercizio degradato su NLTL. Ripartenza da fermo in caso di cdb indebitamente guasto (on sight). Treno merci E402B doppia trazione con 1600 tonnellate rimorciate. Limite 30km/h.

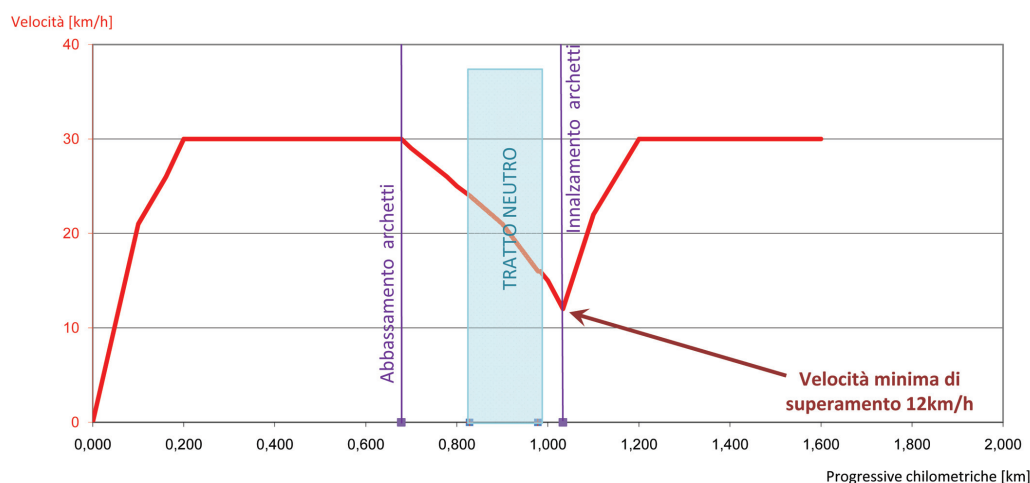


Fig. 24 - Diagramma di marcia LN>LS di un treno merci da 1600 t con doppia trazione fermo al segnale di protezione del bivio PJ1. *LN>LS running diagram of a 1600 tons double traction freight train at a standstill at the PJ1 junction protection signal.*

Esito scenario 5:

Le simulazioni dimostrano che i treni superano il POC con una velocità inferiore a 30km/h.

Scenario 5 result:

Simulations show that trains cross the POC at a speed lower than 30 km/h.

6. Conclusioni

Qualora si dovesse realizzare un'interconnessione di questo tipo (vedi anche conclusioni § "contesto progettuale") tale studio, eseguito in linea teorica su un caso specifico, andrebbe poi "calato" sul progetto infrastrutturale.

Difatti è da tenere presente che nella pratica progettuale, dove esistono problemi di inserimento territoriale che non consentono la completa applicazione degli standard progettuali, la configurazione impiantistica viene adattata alle esigenze dell'infrastruttura pur nel rispetto delle performance richieste.

Sotto tali premesse si è dimostrata la fattibilità di una riduzione di circa 500 m (più del 20%) sulla lunghezza standard di oltre 2100 m sulle interconnessioni Linee AV/AC - Linee Storiche.

È chiaro che per ottenere un risultato di questo tipo nella garanzia della funzionalità dell'interconnessione, si è dovuti ricorrere ad ipotizzare alcune deroghe ai regolamenti di RFI specifici per le interconnessioni LN/LS.

Definite le condizioni al contorno e il contesto opera-

6. Conclusions

Should an interconnection of this kind be carried out (see also conclusions § "project context") this study, theoretically performed on a specific case, would then be "cast" on the infrastructural project.

In fact, one should keep in mind that in the design practice, where there are territorial insertion problems that do not allow full application of design standards, the system configuration is adapted to infrastructure needs while respecting the performance requirements.

Under these premises, the feasibility of a reduction of approximately 500 m (over 20%) was demonstrated on a standard length of over 2100 m on the HS/HC-Historical Lines interconnections.

It is clear that in order to achieve a result like this in the assurance of interconnection functionality, some exemptions to the RFI regulations for LN/LS interconnections had to be assumed.

Having defined the boundary conditions and the oper-

tivo, si è quindi proceduto ad effettuare una serie di simulazioni sui treni pesanti ammessi a percorrere l'interconnessione.

A valle di tali simulazioni si è riscontrato che, dinanzi ad un'eventuale fermata del treno in caso di degrado della circolazione, la pendenza non costituisce particolare criticità alla ripartenza di treni merci fino a 1600 t doppia trazione.

Unico caso critico si avrebbe per un degrado di 2° livello sui treni merci pesanti che imporrebbe ai treni di fermarsi al deviatore PJ1 sul binario dispari banalizzato in direzione LN>LS.

Tale evento ovviamente è da ritenersi assai raro e comunque gestibile con delle direttive di circolazione.

Come ovvio in ogni interconnessione, resterebbe poi da analizzare più nel dettaglio se in un contesto infrastrutturale di questo tipo il sistema di alimentazione a 25 kV provochi (con tensioni e correnti indotte/condotte) interferenze elettromagnetiche sugli impianti della linea tradizionale, in particolare sugli impianti di segnalamento e telecomunicazioni che sono alimentati alla frequenza di 50 Hz.

D'altro canto è pur vero che le correnti di ritorno del 3 kVcc potrebbero provocare disturbi sulla linea AV.

ational context, we then proceeded to make a series of simulations on heavy trains allowed to run the interconnection.

Downstream of these simulations it was found that, in case of train stoppage for running degradation, the gradient is not especially critical to the re-start of freight trains up to 1600 tons with double traction.

The only critical case would be for a 2nd level degradation on heavy freight trains that would require the trains to stop at the PJ1 junction on the two-way working down track in the LN>LS direction.

This event if of course believed to be very rare and however manageable with running directives.

As obvious in any interconnection, one should then analyse in more detail if in such infrastructural context the 25 kV power supply system would cause (with induced/conducted currents and voltages) electromagnetic interference on the traditional line systems, particularly on signalling and telecommunications systems that are powered at a frequency of 50 Hz.

On the other hand it is also true that the 3 kV DC return current may cause disturbances to the HS line.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] STI Sottosistema Energia 2008/284/CE del 6 marzo 2008.
- [2] Norma sui Filtri POC - RFI/TC.TE.SSE.POC1 REV B. del 10/07/07.
- [3] LTF, (2010), Revisione PP- "Sezione di separazione di tensione lato Italia".