

## “Trasporto ferroviario delle merci” per Verifica del modello di esercizio per la tratta nazionale

(POLITECNICO DI TORINO, prof. B. Dalla Chiara, ing. Angela Carboni 13.09.2017)

“L'Unione europea ha ribadito la necessità – riscuotendo il consenso della comunità internazionale – di ridurre drasticamente le emissioni di gas serra a livello mondiale [...] L'Unione europea dipende tuttora dal petrolio e dai suoi derivati per coprire il 96% del fabbisogno energetico del settore dei trasporti. [...]. Sulle percorrenze superiori a 300 km il 30% del **trasporto di merci** su strada dovrebbe essere trasferito verso altri modi, quali la **ferrovia** o le vie navigabili, entro il 2030. Nel 2050 questa percentuale dovrebbe passare al 50% grazie a corridoi merci efficienti ed ecologici. Per conseguire questo obiettivo dovranno essere messe a punto infrastrutture adeguate.” (Libro Bianco, European Commission, 2011). Le indicazioni dell'Unione Europea sono ineccepibili: il trasporto ferroviario deve divenire l'alternativa alla strada per il trasporto delle merci sulle tratte medio-lunghe; per far ciò deve raggiungere livelli tecnico-qualitativi adeguati e di attrattività rispetto all'evoluzione tecnologica dei tempi correnti e futuri per essere effettivamente competitivo.

Le caratteristiche del trasporto su ferro devono soddisfare requisiti specifici, sia dal punto di vista tecnico che economico, tracciabili e misurabili durante e dopo gli interventi implementati. In un'ottica, ormai consolidata in diversi ambiti ingegneristici e non, di approccio di sistema – comunemente definita **ingegneria di sistema** – è fondamentale definire *in primis* i **requisiti d'utente e i casi d'uso**, nonché i vincoli al contorno per ottenere una visione complessiva di tutto il sistema. I requisiti devono essere tracciabili ed il loro soddisfacimento deve essere riscontrato a fine progetto, in esercizio.

Un sistema può essere definito come un insieme di componenti – persone, procedure, software, hardware, ... - che interagiscono tra loro per il raggiungimento di un obiettivo comune, rispettando i requisiti individuati. Il sistema “trasporto ferroviario delle merci” dovrà, nei prossimi anni, contribuire al raggiungimento degli obiettivi europei con ricadute positive in termini ambientali, seguendo un percorso di sviluppo che garantisca un equilibrio soddisfacente tra costo ed efficacia. Alcuni casi d'suo sono sintetizzati in fondo al presente paragrafo e sono imprescindibili.

Il trasporto merci su ferrovia si può essenzialmente distinguere in:

- **Diffuso**, ossia il trasporto di merce alla rinfusa; la movimentazione avviene direttamente operando sui carri e non con unità di trasporto intermodali (UTI) sopra carri a pianale; il loro smistamento avviene presso le stazioni equipaggiate con selle di lancio; questo smistamento è evitabile nel caso di origine e destinazione predefinite mediante treni a carico completo;
- **intermodale**, definito come il trasferimento di merce mediante una medesima unità di caricamento o un medesimo veicolo stradale utilizzando due o più modi di trasporto e senza la manipolazione della merce stessa [UN/ECE]. Le unità di trasporto intermodali, UTI, possono essere i container, le casse mobili e i semirimorchi; questi ultimi hanno registrato una crescente diffusione nel recente periodo (2014-2017). Nello specifico, se si tratta di un trasporto intermodale tra due modalità di trasporto, può essere definito trasporto combinato, e nel caso di combinazione tra la modalità stradale e ferroviaria si parla di trasporto combinato strada-rotaia o *ferroustage*. È possibile ulteriormente distinguere il trasporto intermodale in:
  - *accompagnato*, è un trasporto intermodale in cui il conducente accompagna il complesso veicolare stradale su una modalità differente da quella stradale.
  - *non accompagnato*, in questa soluzione intermodale il conducente e la motrice non seguono l'UTI sulla modalità alternativa.

Il **trasporto intermodale non accompagnato** si può considerare la migliore alternativa alla modalità stradale, poiché in grado di garantire una buona capillarità (ultimo miglio stradale) e un'efficienza economico-ambientale grazie alla tratta più lunga effettuata con modalità alternativa (es. ferrovia). Rispetto all'alternativa *accompagnata*, la motrice e l'autista stradale – vale a dire i fattori di produzione – non sono immobilizzati sulla modalità alternativa e possono quindi continuare a muovere volumi di trasporto e produrre fatturato mentre le UTI viaggiano su rotaia. La modalità accompagnata è poco utilizzata.

Negli anni passati il trasporto delle merci su ferro ha accumulato un gap tecnico molto rilevante rispetto al servizio passeggeri: lo sviluppo delle linee ad alta velocità e la diffusione del servizio offerto con standard qualitativi in grado di soddisfare i bisogni degli utenti ha permesso lo spostamento modale di traffici verso l'alternativa ferroviaria per lunghezze medio lunghe (vedasi i collegamenti Milano-Roma<sup>1</sup>). Le **linee di AV** sono state progettate per il traffico condiviso passeggeri e merci, ma ad oggi questo fino ad oggi non è avvenuto in Italia: l'adeguamento del trasporto merci affinché questa condivisione divenga reale potrebbe ridurre il divario di cui sopra e garantire obiettivi e standard tali da rendere effettivamente competitivo il trasporto merci su ferro rispetto alla strada per ottenere ricadute in termini ambientali, senza prescindere da caratteristiche indispensabili quali puntualità, flessibilità, economicità e rapidità. Un treno merci, per spartire l'infrastruttura predisposta per l'alta velocità con i treni passeggeri, dovrà avere specifici requisiti tecnici che permettano, per esempio, di percorrere anche le porzioni di linee tradizionali, per i collegamenti con le stazioni di smistamento e i terminal intermodali, che sono nodi fondamentali della rete e indispensabili per il servizio; questo requisito si traduce in treni *policorrente* e *politensione*, dotati di sistemi di segnalamento compatibili con le dotazioni delle linee AV, ossia l'European Rail Traffic Management System/European Train Control System (ERTMS/ETCS) di livello 2; tale livello due è quello previsto per le linee AV esistenti e future, su un orizzonte temporale verosimilmente di almeno 10-15 anni, probabilmente anche ben più esteso.

Nella visione di sistema in precedenza descritta e auspicata, non possono essere messi in second'ordine i vincoli al contorno che permettano uno sviluppo completo ed efficiente del trasporto merci ferroviario, ovvero sia le stazioni di smistamento e i **terminal intermodali**, in cui avviene il cambio di modalità, non possono essere trascurati. Lo smistamento di carri completi che avveniva negli anni passati nelle stazioni di smistamento, dette "selle di lancio", oggi viene in gran parte sostituito dalla movimentazione verticale soltanto delle UTI, con la tecnica **gateway**. I nodi della rete di trasporto intermodale, per essere in linea con i tempi e le esigenze di mercato (economico-politiche), non dovranno soltanto essere il punto di cambio modalità di trasporto ma anche di scambio di UTI fra treni utilizzando la tecnica di smistamento orizzontale dei carri e la movimentazione verticale delle unità.

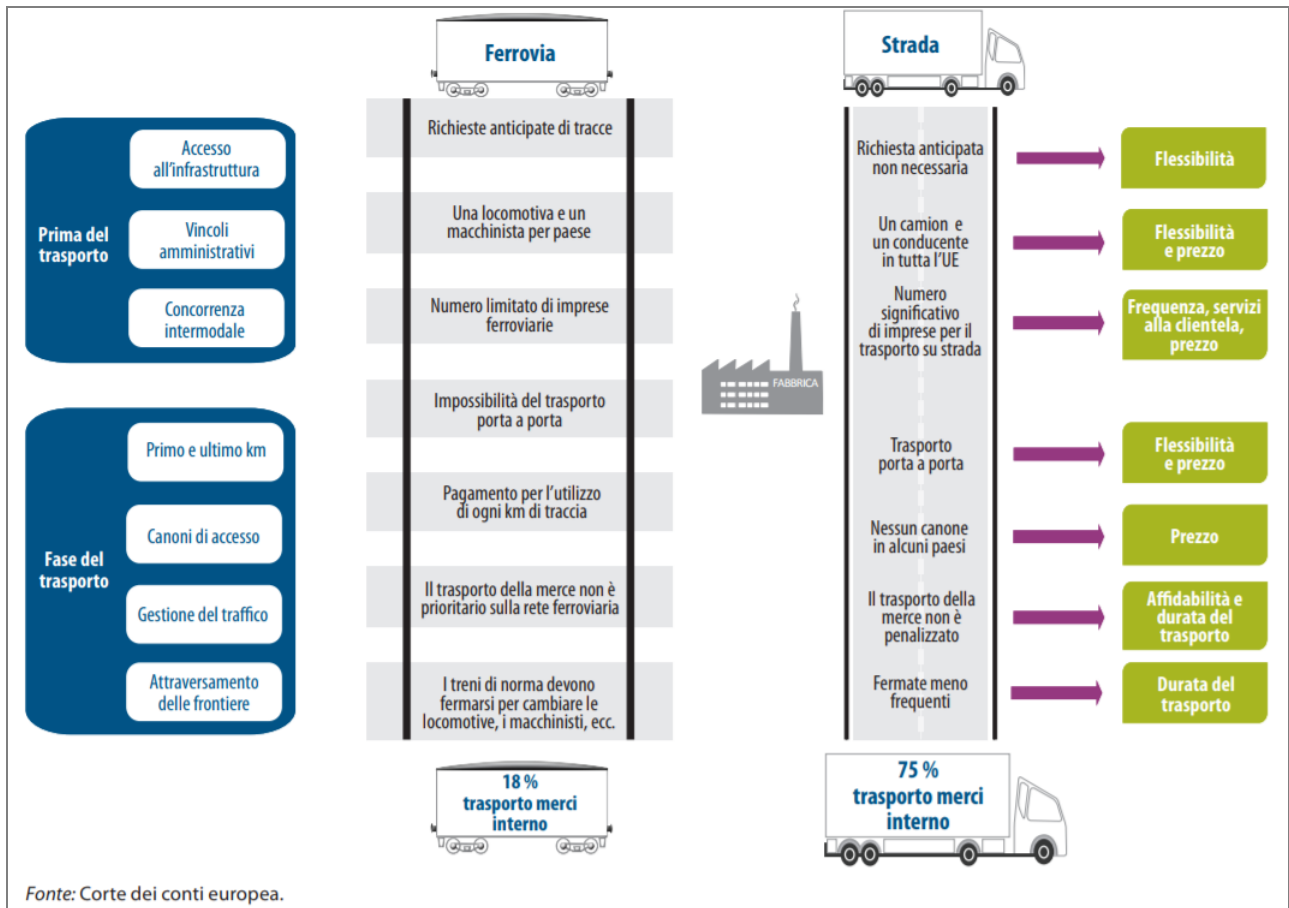
Il bacino del Nord-Ovest italiano è parzialmente in grado di sostenere questo sviluppo, disponendo di terminal intermodali che sempre più funzionano anche con funzione gateway (es. Torino Orbassano, Busto Arsizio,..). Grazie a treni merci con le caratteristiche precedentemente evidenziate è possibile percorrere brevi tratte sull'infrastruttura tradizionale per poi giungere su linee AV per soddisfare la richiesta di trasporto merci sull'asse francese, con effetti in termini ambientali ed economici.

Casi d'uso:

- 1) Un treno merci che parte necessariamente da un terminal tradizionale, isolato o presso un interporto, o da un'azienda raccordata, deve poter percorrere sia una linea ferroviaria attrezzata con elettrificazione a 3000 V in c.c., sia la linea francese tradizionale o eventualmente, se sufficientemente leggero, quella ad AV; la tratta internazionale, nel richiedere elettrificazione come le linee ad AV a 25x2 kV in c.a. 50 Hz, comporta a avere disposizione materiale policorrente, poli-tensione, equipaggiato sia con sistemi di segnalamento per linee tradizionali(es. RTMS) sia con quello per line AV (ETCS, liv. 2)
- 2) Un treno passeggeri che parte necessariamente da una stazione tradizionale deve poter percorrere sia una linea ferroviaria attrezzata con elettrificazione a 3000 V in c.c., sia la linea francese ad AV nonché quella italiana ad AV; la tratta internazionale, nel richiedere elettrificazione come le linee ad AV, comporta avere a disposizione materiale policorrente, poli-tensione, equipaggiato sia con sistemi di segnalamento per linee tradizionali (es. RTMS) sia con quello per line AV (ETCS, liv. 2).

---

<sup>1</sup> Esempio studio: <http://www.uvet.com/wp-content/uploads/2016/08/UVETGBT-Business-Travel-Survey-Lug-2016.pdf> (pagina 20)



## **Scenario evolutivo: treni merci a potenza distribuita e diagnosticabili**

### Descrizione

Il trasporto ferroviario ha man mano perso, nei decenni passati, quote di traffico nei confronti di quello stradale sia perché è venuto a mancare il trasporto di materiali pesanti che ha accompagnato l'epoca delle grandi urbanizzazioni e dello sviluppo degli stabilimenti industriali nonché delle infrastrutture autostradali (anni '50-'80), sia perché non si è avuto quel rinnovo del materiale rotabile finalizzato a consentire il trasporto di quelle merci che richiedono una temperatura controllata, quelle refrigerate e tutti quei prodotti per i quali è richiesta una verifica - ed eventualmente un controllo attivo - di parametri fisico-chimici durante lo spostamento.

Questo genere di traffico può essere soddisfatto solo con soluzioni particolari che si avvalgono di carri con gruppi elettrogeni o con casse mobili specifiche, tuttavia sempre con soluzioni peculiari e, talvolta, adatte solo a percorsi sufficientemente brevi, in modo da non compromettere la capacità adiabatica delle casse coibentate o refrigerate.

**La capacità d'attrarre traffico in campo ferroviario può essere ottenuta oggi con l'impiego di treni merci - eventualmente anche da 35 carri, 750 m - a trazione multipla, potenza distribuita, con singoli carri elettrificati (elettotreni merci o "ETR merci"), per garantire anche il trasporto di merce a temperatura controllata e con il comando elettrico di frenatura, sempre pneumatica, sul singolo carro.**

L'allungamento dei treni a 750 m è una richiesta europea finalizzata prevalentemente alla riduzione dei costi unitari, a condizione beninteso di riempire il treno. D'altra parte lunghezze simili comportano verosimilmente significative masse rimorchiate, il che su linee particolarmente acclivi od accidentate potrebbe sensibilmente peggiorare i profili di marcia in termini di velocità medie e tempi di percorrenza.

Per contro, questo salto tecnologico permetterebbe quindi di comporre anche treni da 35 carri, aventi velocità sostenute (120-140 km/h) senza problemi di potenze concentrate eccessive - come accadrebbe nel caso di ricorso a locomotive tradizionali, anche su linee "difficili" - e presumibilmente incompatibili con la tripla trazione, in quanto la potenza viene distribuita lungo il treno come negli ETR per il trasporto passeggeri.

I tempi di ricarica dei serbatoi d'aria compressa dell'impianto frenante sarebbero nettamente inferiori, con conseguente miglioramento della modulabilità delle frenature, dunque dell'efficienza anche energetica dei profili di marcia; i carri sarebbero diagnosticabili (assili, boccole, impianti frenanti) singolarmente a distanza, in quanto dotabili di sensori connessi ad una rete elettrica e di comunicazione di bordo, requisito assai importante nel momento in cui tali treni utilizzano linee per alta velocità. Infine, la merce sarebbe sia conservabile (per alimentari e non) sia monitorabile, specie in percorsi molto lunghi.

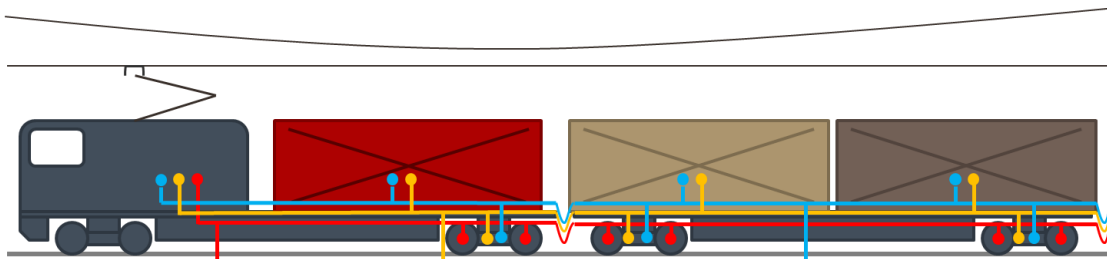
Sarebbe spontaneo pensare, nell'epoca attuale, ad ETR merci i cui carri sarebbero comunque a pianale, come quelli esistenti per il trasporto intermodale, quindi adatti ad ospitare qualunque unità di trasporto intermodale (UTI) da poter trasbordare sia presso terminal per il trasporto combinato strada-rotaia, sia presso terminal con funzione gateway, eventualmente coincidenti con i precedenti.

Nei terminal, il fatto di avere il primo elemento del treno, quello dotato di pantografo, dotato di un accumulatore ed eventualmente di un piccolo motore diesel con serbatoio permette d'evitare il cambio di trazione e di mantenere la merce alla temperatura controllata per un certo tempo, fino al trasbordo delle UTI.

**Caratteristiche:** *potenza distribuita, frenatura controllata, monitoraggio dei carichi, dei carrelli e dell'impianto frenante, merce refrigerata ed a temperatura controllata, telediagnosi, utilizzabilità su linee ad alta velocità*

**Livello di attuabilità:** *soluzione rivoluzionaria nel campo del trasporto merci su ferro, tuttavia ormai necessaria, su un parco circolante con media di esercizio superiore ai 35 anni, talvolta con carri di circa 70*

anni; esistono precedenti consolidati nel trasporto dei passeggeri, quindi è una rivoluzione attuabile, anche solo inizialmente con treni di prova, ed esistono alcune sperimentazioni in Europa nonché spinte specifiche in Svizzera.



**Linea di potenza**

**Potenza motrice distribuita:**

- maggiore potenza a parità di carico assiale
- migliore controllo di trazione
- treni più lunghi e più pesanti (35 carri - 750 m anche su linee acclivi)

**Linea di controllo**

**Linea di controllo attivo distribuito lungo tutto il convoglio:**

- controllo attivo di trazione
- controllo e modulazione della frenatura
- controllo e alimentazione ausiliari e carico (refrigerazione)

**Linea di monitoraggio**

**Linea di monitoraggio distribuita lungo tutto il treno:**

- monitoraggio sottosistemi dei carri
- monitoraggio dei sotto-sistemi di trazione e di frenatura
- monitoraggio boccole e rodiggio

- Velocità più elevate a parità di carico
- Possibilità di impiego su linee AV/AC
- Miglior efficienza energetica (migliori profili di marcia)
- Monitoraggio sotto-sistemi elettrici, meccanici e pneumatici del treno (gestione della manutenzione migliorata)
- Monitoraggio carico
- Possibilità refrigerazione carico