

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE**

---

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**ISTITUTO DI URBANISTICA E PIANIFICAZIONE  
TERRITORIALE**

Corso di Laurea in Ingegneria Civile, Difesa del Suolo e Pianificazione  
Territoriale

Tesi di Laurea

**ALTA VELOCITÀ IN FRIULI VENEZIA GIULIA:  
ANALISI E VERIFICA DI EFFETTI ED IMPATTI  
TERRITORIALI**

Laureando: Lorenzo Bertulazzi

Relatore: Chiar.mo Prof. Sebastiano Cacciaguerra

Anno Accademico 1995 / 1996

# ***INDICE***

**Introduzione** **pag. 11**

**Squilibrio gomma rotaia:  
le dimensioni del problema** **pag. 16**

1. Definizione del problema
2. Le infrastrutture
  - 2.1 Le ferrovie
  - 2.2 Le strade
    - 2.2.1 Il trasporto delle persone: l'automobile
    - 2.2.2 Il trasporto delle merci: veicoli industriali
3. Ripartizione modale del traffico interno merci
4. Conclusione ed ipotesi numeriche di riequilibrio

**L'intervento territoriale su ampia scala per grandi progetti infrastrutturali come occasione di riqualificazione del territorio pag. 24**

**Definizioni trasportistiche generali e terminologia specifica pag. 26**

1. Premessa
  - 1.1 Il trasporto
  - 1.2 Il livello di servizio
  - 1.3 La velocità e la rapidità
    - 1.3.1 La distanza virtuale
  - 1.4 L'infrastruttura
  - 1.5 Classificazione modalità di trasporto
  - 1.6 Suddivisione tipologica dei trasporti
  - 1.7 L'occupazione del suolo

1.8 Le unità di misura

1.9 La funzione sociale dei trasporti

## **La storia dell'alta velocità**

**dai suoi albori ad oggi**

**pag. 35**

## **La tecnologia impiegata nel sistema**

**di trasporto ad alta velocità**

**pag. 41**

1. L'alta velocità come sistema

2. Orientamenti prevalenti nel campo della politica trasportistica e scelte tecnologiche europee

2.1 La Francia

2.2 La Germania

2.2.1 Oltre L'Alta Velocità: tecnologie di avanguardia europee

2.3 Il Regno Unito

2.4 La Spagna

- 2.5 Il Portogallo
- 2.6 La Danimarca
- 2.7 La Svizzera
- 2.8 L’Austria
- 2.9 L’Italia
- 3. Differenza tra alta ed elevata velocità
- 4. Approfondimento sulle caratteristiche tecniche delle macchine di punta del nuovo sistema italiano di trasporto ad alta velocità
  - 4.1 *ETR.500*
  - 4.2 Le innovazioni meccaniche ed elettroniche
  - 4.3 Le carrozze passeggeri
  - 4.4 *ETR.450*: il “ Pendolino “
    - 4.4.1 Le ragioni di una scelta progettuale innovativa
    - 4.4.2 *ETR.460*: l’erede del “ Pendolino “

4.5 E.402: promotore dell'elevata velocità

4.6 Infrastrutture: la linea aerea

**Alta Velocità: analisi in chiave ambientale  
dell'opportunità di riequilibrio del sistema dei  
trasporti**

**pag. 77**

1. Premessa

2. Il metodo di indagine

2.1 Ipotesi per una *check-list*

3. Analisi dei singoli fattori maggiormente significativi

- 3.1 Emissioni inquinanti e loro relativi effetti
  - 3.1.1 Particolato come possibile agente inquinante delle acque superficiali e sotterranee: confronto strada - rotaia
- 3.2 L'inquinamento acustico
- 3.3 Le interazioni con la realtà antropica: utilizzo razionale della risorsa territoriale
  - 3.3.1 Coefficiente di sicurezza del servizio
- 3.4 Gli impatti residui
  - 3.4.1 L'inquinamento termico
  - 3.4.2 L'inquinamento meccanico
  - 3.4.3 L'inquinamento elettromagnetico
  - 3.4.4 L'onerosità ambientale del cantiere
  - 3.4.5 Permeabilità alla fauna delle linee di grande comunicazione
- 3.5 Impatto ambientale sul lungo periodo: razionalizzazione del consumo di risorse energetiche di origine non rinnovabile

**L'Intermodalità come parte del nuovo sistema dei trasporti e complemento all'alta velocità pag. 105**

1. Premessa: il ruolo da attribuire al trasporto su gomma
2. L'Intermodalità: definizione
3. Intermodalità: le soluzioni tecnologiche proposte
4. Le strutture presenti in regione

**L'alta velocità come necessario miglioramento delle connessioni tra F.V.G. e le nazioni confinanti allo scopo di incrementare sia le relazioni sociali che quelle commerciali pag.114**

- 1 Premessa
  - 1.1 Scambi commerciali: le cifre del fenomeno
2. Strategie regionali per la razionalizzazione dell'uso del trasporto

su rotaia e relativi aggiornamenti della rete in attesa della  
realizzazione dell'*Asse Europeo Del 45° Parallelo*

- 2.1 Migliorie generali per la rete ferroviaria del F.V.G. utili sia alle  
direttrici Nord-Sud che Est-Ovest
  - 2.1.1 C.T.C. Grande Rete
  - 2.1.2 Soppressione o automazione passaggi a livello
  - 2.1.3 Circonvallazione di Udine
  - 2.1.4 Scalo di Cervignano
- 2.2 Raddoppio della linea Pontebbana: nuove prospettive verso  
l'Austria
  - 2.2.1 Tracciato della nuova Pontebbana
  - 2.2.2 La Pontebbana nel sistema ferroviario europeo
- 3. Dettagli sull'odierna situazione dei valichi con la Slovenia
  - 3.2 Opere da realizzare a breve scadenza rivolte al miglioramento  
degli scambi con la Slovenia
    - 3.2.1 Completamento e raddoppio della linea Udine - Monfalcone

- 3.2.2 Adeguamento della sagoma delle gallerie tra Monfalcone e Bivio di Aurisina
- 4 Interventi a lungo termine per consolidare il canale di collegamento verso l'Est: visione d'insieme del disegno proposto dall'U.E. e dall'U.I.C.
- 4.1 Analisi degli interventi puntuali
- 5 Previsioni a medio termine per i volumi di traffico con l'estero
- 5.1 Settore viaggiatori
- 5.2 Settore merci

**Considerazioni conclusive** **pag. 143**

**Bibliografia** **pag. 150**

# INTRODUZIONE

Con questo elaborato ci si propone di esaminare le opportunità date dall'introduzione di linee ad alta velocità, in generale sul territorio nazionale, ed in particolare nella regione Friuli Venezia Giulia; la considerazione dalla quale partire è senz'altro la non soddisfacente situazione dei trasporti nel nostro paese, vuoi in senso assoluto rispetto alle esigenze nazionali, vuoi in senso relativo a quanto già fatto da altri paesi talvolta a noi molto vicini, e soprattutto in proiezione verso il prossimo futuro.

L'obbiettivo che da più parti si cerca di conseguire, ovvero quello della creazione di una maggiore integrazione tra nazioni europee, deve certamente passare attraverso un processo di miglioramento della qualità dei trasporti che si rifletta sulle relazioni umane come su quelle commerciali; l'incentivo alle relazioni deve nascere dalla possibilità di muoversi attraverso i paesi dell'Unione Europea senza eccessivi vincoli, ed in tal senso la diminuzione se non la totale abolizione delle frontiere ha potuto moltissimo, con tempi di percorrenza ragionevolmente brevi, e a costi economici accettabili.

I tempi si direbbero maturi per una evoluzione in tal senso come testimoniato da imprese quasi al limite dell'immaginabile solo pochi decenni addietro, quale la costruzione dell'Eurotunnel al di sotto del canale della Manica; progetti di tale portata tecnologica ed economica

non possono decollare se non sorretti da una forte spinta dell'opinione pubblica. Sommando fattori quali la velocità negli spostamenti, la versatilità del sistema trasportistico, la sua economicità in termini energetici e di costo all'utenza, la sicurezza ed il comfort del servizio, il contenuto impatto ambientale, tutto sembra tendere in direzione di un veicolo che, almeno nel nostro paese, ha conosciuto negli ultimi vent'anni una notevole flessione di popolarità ovvero il treno. Naturalmente parlare oggi di trasporto ferroviario in proiezione futura significa alludere a linee ad alta velocità settore in cui, proprio per la situazione determinatasi anni addietro oggi il nostro paese si trova in una condizione di inferiorità rispetto a molti dei partners dell'Unione Europea. Le strutture ferroviarie italiane non hanno infatti beneficiato di significativi aggiornamenti e poco o nulla si è investito in termini di ricerca; appare perciò problematica la connessione con linee molto più evolute come ad esempio quelle francesi. Tuttavia, come si dirà, oggi anche l'Italia ha un suo progetto per l'alta velocità che nulla deve invidiare alle altrui esperienze se non un certo ritardo temporale.

Come da più parti rilevato, esiste un ulteriore incentivo all'introduzione massiccia dell'alta velocità su rotaia; esiste infatti un problema che sembra non avere frontiere e che è rappresentato dal dilagare del trasporto su gomma sia in ambito privato con autovetture di proprietà del singolo sia per quanto riguarda il trasporto commerciale. La nostra analisi partirà proprio da questo punto per fornire le dimensioni di questa problematica tendenza nel nostro paese; si dimostrerà come una razionalizzazione nell'uso delle varie modalità trasportistiche, ciascuna

con un suo ruolo specifico e la sua vocazione, ma tutte coordinate ed interagenti, non possa che giovare e alla qualità del servizio reso agli utenti, nel caso di trasporto passeggeri, ai volumi di traffico nel caso di trasporti commerciali, e comunque più genericamente al territorio nel suo insieme regionale, nazionale e sovranazionale.

Vedremo come l'alta velocità, ed in particolare l'interpretazione del tema fornita dai progettisti italiani, si integri perfettamente con il quadro anzi descritto e forse meglio di quanto accaduto nell'esperienza di altri paesi; è bene infatti precisare fin d'ora che l'alta velocità in Italia si sviluppa come un vero e proprio nuovo sistema di trasporto su rotaia dove, per ragioni legate in massima parte a problemi di immagine, si tende a presentare il solo aspetto del trasporto passeggeri e dei nuovi e più avanzati vettori progettati a questo scopo. Esiste tuttavia un disegno forse meno spettacolare ma dagli elevati contenuti tecnici che punta a migliorare il servizio su rotaia da ogni punto di vista investendo nell'aggiornamento delle linee con nuovi armamenti, nuovi sistemi di segnalazione e sicurezza, introducendo l'informatizzazione e creando dei centri di controllo integrato per ampi tratti di rete; di queste migliorie dovrà giovare anche il trasporto commerciale che è atteso a grandi prove non appena tutta la potenzialità finora latente dei mercati dell'Est europeo troverà un collettore adatto a raccoglierla. In questo senso la regione Friuli Venezia Giulia si trova, come notoriamente è sempre stato, in una potenziale situazione di privilegio, se si sapranno allestire per tempo le opportune strutture, e per contro di grave rischio territoriale se venisse investita ancora impreparata da tale flusso; giungere

inadeguatamente predisposti a tale appuntamento potrebbe poi significare, a nostro avviso peggiore tra tutte le ipotesi, il rimanere esclusi da qualsiasi significativo flusso commerciale scavalcati da vie meno agevoli ma più adeguatamente attrezzate ed in tempi minori a Nord delle nostre Alpi; si ripeterebbe allora quanto già accaduto al porto di Trieste che nonostante una favorevole posizione sul mare e la sua potenziale centralità territoriale, venne scavalcato dai grandi porti del Nord Europa e condannato, almeno a tutt'oggi, ad un ruolo di secondaria importanza. Proprio la limitata valorizzazione della portualità triestina ci offre il pretesto per dimostrare quali benefici potrebbero venire da un sistema di trasporti integrato che permetta alle merci di muoversi senza soluzione di continuità per terra e per mare con i mezzi più adeguati.

Infatti un ulteriore tema sviluppato in questo elaborato punta ad evidenziare come l'intermodalità, basata sul solido supporto dell'elevata velocità per le merci oltre che dell'alta velocità per i passeggeri, possa ulteriormente incrementare la resa in termini di flussi raccolti, senza alcun aggravio di tipo ambientale, anzi con una tendenza a diminuire gli impatti una volta che le necessarie opere siano state completate. Per avvalorare quanto affermato si fornirà una analisi dei principali fattori di impatto ambientale comparando le varie modalità di trasporto non solo affrontando i parametri più classici di queste valutazioni ma estendendo le nostre considerazioni a fattori rivolti al lungo periodo quali il risparmio in termini di risorse non rinnovabili e di occupazione territoriale.

La valutazione dell'impatto ambientale sarà tuttavia solo una parte di una più ampia valutazione di impatto territoriale dove la possibilità di incrementare gli scambi commerciali e sociali con le nazioni confinanti da parte della nostra regione verrà inquadrato come valutazione delle interazioni del nuovo sistema di trasporti con la realtà antropica.

Il presente elaborato vuole anche cogliere lo spunto per evidenziare come progetti di così ampia portata quali quelli qui descritti o talvolta solo auspicati possano avere una funzione decisiva e trainante per la soluzione di innumerevoli situazioni territoriali critiche; si parla di estendere la profusione di energie che è necessario esprimere per un così rilevante progetto anche a fattori territoriali apparentemente marginali per la riuscita del progetto stesso ma di notevole importanza per la riqualificazione dell'ambito ospite.

# **SQUILIBRIO GOMMA ROTAIA: LE DIMENSIONI DEL PROBLEMA**

## **1. Definizione del Problema**

Il problema di cui si desidera qui trattare è tutt'altro che una novità; è infatti da tempo, precisamente dai primi anni ottanta, che si argomenta sulla possibilità di una più equa distribuzione dei carichi trasportistici sui differenti vettori disponibili nel tentativo di arginare un uso spropositato del trasporto su gomma. Quanto detto è subito graficamente evidente osservando le tabelle 6.0, 6.1, 6.2; sostanzialmente appare difficile riscontrare un effettivo impiego delle potenzialità ferroviarie che superi il 50%.

L'uso prevalente di questa unica modalità, l'autotrasporto, è divenuto tanto più scomodo quanto maggiormente è aumentata la sensibilità ambientale e ci si è resi conto dell'attuale congestione della rete viaria a fronte di un sotto utilizzo di altre possibilità, una delle quali quella ferroviaria appunto. Un ulteriore incentivo si è poi avuto dovendo confrontarsi nel settore dei trasporti con le scelte attuate dagli altri paesi europei a noi più vicini non più ignorabili a causa di una crescente necessità e volontà di integrazione con il resto d'Europa. La situazione che si prospetta è tanto un problema generalizzato al territorio del nostro paese, quanto relativo alla nostra Regione, che inoltre vive di prima

persona i suddetti disagi di interfaccia con nazioni confinanti all'avanguardia nel settore trasporti come l'Austria.

In questo contesto ci si accinge a dare una dimensione al problema che riemerge come una possibile, seppure non unica, giustificazione all'introduzione dell'alta velocità intesa, in una più ampia accezione, come nuovo sistema di gestione del trasporto.

## **2. Le infrastrutture**

### **2.1 Le ferrovie**

Uno dei primi indici che ci è possibile analizzare è quello della dotazione infrastrutturale ferroviaria italiana comparata a quella del resto dell'Europa; gli indicatori rappresentati si sono ottenuti dividendo i km di linea in esercizio per ciascun paese per la superficie del medesimo, questo al fine di rendere l'indicazione fornita omogenea dove un semplice dato sulla pura lunghezza delle linee sarebbe risultato di per sé assai poco significativo.

Come suggerisce il colpo d'occhio nel grafico 3.0, la dotazione italiana appare pesantemente inferiore alla media europea che si attesta all'incirca sugli 80 km di linea su kmq; si può notare come in questo senso la nostra regione si trovi comunque ad un livello più accettabile con il valore di 67 km di linea su kmq, valore che in Europa equivale a quello di nazioni come Inghilterra e Francia. Peggio di noi figura la sola

Iugoslavia, che deve ancora essere così citata essendo i dati riferiti al 1992.

E' interessante notare anche come siano le due Germanie a svettare su tutti con valori oltre i 100 km per unità di superficie, mentre in linea di massima tutti i paesi dell'Est, quali Polonia, Ungheria ed ex-Cecoslovacchia vantano cifre di tutto rispetto.

Diminuendo la scala delle nostre osservazioni e spostandoci alle regioni italiane otteniamo un valore medio pari a 52.81 km di linea su kmq di territorio. Ancora, anche in questo frangente, il Friuli Venezia Giulia non sfigura con un valore al di sopra della media nazionale nell'ordine della decina di unità (come si nota la dotazione infrastrutturale della nostra Regione viene indicata in un caso con il valore di 67 km/kmq e nell'altro con quello di 62.46 km/kmq; pur essendo i dati estratti dalla stessa fonte essi si riferiscono ovviamente a periodi diversi dove i valori della tabella 3.0 sono quelli più aggiornati; per non snaturare l'omogeneità della tabella 3.1 il dato ivi presente relativo, come specificato, all'anno 1990 non è stato modificato).

Quanto sin qui esposto tende a dimostrare come la linea di politica trasportistica del nostro paese abbia in qualche modo trascurato le possibilità della rotaia per privilegiare il trasporto su gomma; aspetto questo che apparirà ancora più evidente analizzando lo sviluppo dell'infrastruttura stradale negli ultimi trenta anni circa.

## **2.2 Le strade**

Osservando le tabelle dalla 7.0 alla 7.2 è possibile delineare gli effetti di un'evoluzione politica che ha voluto la strada come modo trasportistico principale; appare infatti evidente come per tutte e tre le categorie stradali rappresentate, (autostrade, strade statali, strade provinciali), si sia avuta, anche se più evidente nel caso delle autostrade, una vera e propria impennata negli anni a cavallo tra il 1965 ed il 1973 che ha portato ad incrementare di più del doppio la lunghezza complessiva delle autovie nazionali; in seguito la crescita, ben lungi dal subire nette battute di arresto, si è semplicemente stabilizzata su valori annuali meno consistenti e non appare azzardato ritenere che tale livellamento sia dovuto maggiormente ad una vera e propria saturazione del territorio non più ricettivo ad altre aste viarie che non ad una auspicata inversione di tendenza.

### **2.2.1 Il trasporto delle persone: l'automobile**

Questa elevata disponibilità di km asfaltati ha ovviamente invogliato l'utente ad automunirsi per avere quella autonomia e libertà di movimento svincolata da orari e coincidenze che rappresenta l'unico punto potenzialmente a sfavore della ferrovia; come appare evidente nel diagramma 6.3 il numero di autovetture circolanti ha conosciuto una crescita pressoché costante con il già impressionante dato di più di ventisei milioni di veicoli circolanti nel 1989, ben sette anni orsono. Considerando una crescita del numero di veicoli di circa un milione di unità ogni anno, come evidenziato dal diagramma, non appare azzardato

parlare oggi di cifre nell'ordine degli oltre trenta milioni di veicoli circolanti.

Se queste cifre ci danno una idea della mancanza di una mentalità e consuetudine “ *ferroviaria* “ da parte di chi usa prevalentemente la propria autovettura per spostarsi, alleggerendo in questo modo la pressione su chi dovrebbe decidere di migliorare il servizio ferroviario, e non solo con l'introduzione dell'alta velocità, anche nel settore del trasporto merci la situazione è parimenti lontana dall'equilibrio.

### **2.2.2 Il trasporto delle merci: veicoli industriali**

Come richiamato dalla tabella 6.4 anche la crescita dei vettori di trasporto merci gommati non ha conosciuto significative battute di arresto negli ultimi venticinque anni.

Ancora più significativo in tal senso il dato evidenziato in tabella 6.4 relativo alla presenza di rimorchi circolanti sulle nostre strade; a fronte di una crescita pressoché costante fino ai primi anni ottanta si contrappone, dopo il 1984 una crescita di veicoli di 44.400 unità in media all'anno. Tutto questo testimonia dunque con chiarezza quelli che sono stati gli orientamenti degli ultimi anni che hanno portato allo squilibrio di cui si parla.

Un considerevole uso del trasporto su gomma non è comunque una prerogativa unicamente italiana; appare evidente in tabella 1.6 come anche in paesi quali Germania e Francia il trasportato su gomma sia più di due volte superiore a quello via rotaia; la citata modalità,

l'autotrasporto, diviene però nel nostro paese un vero e proprio problema poiché non integra come altrove ma sottrae potenziali utenze ad altre strategie di movimentazione altrettanto, se non addirittura maggiormente valide.

### **3. Ripartizione modale del traffico interno di merci**

Effettuando un confronto tra i trasporti merci via gomma negli anni dal 1985 in poi si vede (tab. 2.0) come l'enorme sproporzione si sia mantenuta pressoché costante con deboli fluttuazioni fisiologiche che non rappresentano certo una indicazione di radicali cambiamenti in atto; la quota appannaggio delle FF.SS. è sempre inferiore di poco meno di cinque volte a quello che si esprime nel trasporto stradale.

Appare quasi sconcertante constatare come, una delle risorse trasportistiche oggetto negli ultimi anni di massicci tentativi di recupero e riqualificazione e considerata da tempo fanalino di coda dei trasporti, riesca in realtà ad assicurarsi una quota di mercato costantemente superiore a quella cui può ambire la ferrovia; parliamo in questo caso del cabotaggio che, con una percentuale nel 1991 molto prossima al 20 % distacca il trasporto merci su rotaia di ben otto punti percentuali come dimostrato in tabella 2.1.

Gli ulteriori diagrammi dal 10.1 al 10.5 non fanno che confermare quanto sinora evidenziato spostando il punto di attenzione sulla evoluzione della *domanda soddisfatta* dalle diverse modalità di trasporto, esprimendo i dati in forma adimensionale, rendendoli perciò

confrontabili nonostante appartengano a nicchie di mercato diverse per dimensioni, e ponendo come riferimento la situazione registrata nel 1985.

#### **4. Conclusioni ed ipotesi numeriche di riequilibrio**

Questo il panorama ferroviario attualmente delineabile in cui tanto l'elevata quanto l'alta velocità debbono inserirsi cercando di mettere ordine come apportatrici di nuove concezioni organizzative e recuperare il terreno ingiustificatamente sottratto alla ferrovia.

All'interno della tabella 4.0 troviamo raccolti e posti a confronto i più recenti dati sulla distribuzione delle percentuali di utilizzo nelle varie modalità di trasporto; anche l'ausilio grafico qui utilizzato mette in bella evidenza la disimmetria nella rosa delle possibilità offerte.

A questo punto, preso atto dei dati numerici caratteristici del fenomeno, non appare priva di fondamento la volontà di fissare dei nuovi limiti numerici che rappresentino in questo caso una proposta concreta per una più opportuna distribuzione dei flussi commerciali. L'ipotesi qui auspicata si basa su di una semplice considerazione che vuole porre sullo stesso piano il tipo di servizio offerto dalle ferrovie e quello dato dai trasporti su gomma, ripartendo quindi la quota così ottenuta e pari al 75 % circa delle merci movimentate sul territorio nazionale, assegnando questa volta al treno un ruolo di preminenza per le sue innumerevoli doti positive sulle quali ci si soffermerà più oltre, e restituendo alla strada un ruolo più accettabile e sostenibile come insostituibile complemento alle ferrovie per la movimentazione delle merci; all'alta velocità poi il

compito di fornire un servizio passeggeri competitivo su tutti i fronti che benefici del sistematico aggiornamento delle linee. Qualora si mancassero questi obiettivi le previsioni forniteci dal T.A.V., il consorzio formatosi per l'attuazione dei progetti per l'alta velocità in Italia, appaiono assai sconfortanti; il rischio è infatti quello di avere già nel 2001, (Tab. 4.1), una aliquota di traffico merci disimpegnata dall'Ente Ferrovie pari al 9% del totale rendendo il nostro paese, di fatto, l'unico in Europa con un sistema di trasporto di tipo *monomodale*.

## **L'INTERVENTO TERRITORIALE SU AMPIA SCALA PER GRANDI PROGETTI INFRASTRUTTURALI COME OCCASIONE DI RIQUALIFICAZIONE DEL TERRITORIO**

Sempre più di frequente si è costretti ad intervenire sul territorio in maniera massiccia al fine di correggere processi di degrado che spesso rimangono latenti per anni, richiedono altrettanto tempo per essere individuati e circostanziati, e non meno tempo per determinare ed affinare le opportune soluzioni; la conseguenza di tempi così lunghi è appunto un ulteriore ingigantimento del problema su cui si è chiamati ad operare.

In un momento in cui le risorse disponibili appaiono tanto limitate, ma nonostante questo è urgente l'intervento concreto, varrebbe la pena di instaurare una mentalità innovativa, finalizzata ad utilizzare le realizzazioni di grande portata come momento di *riqualificazione del territorio*; mai infatti come durante la progettazione di grandi opere, e l'alta velocità appartiene senza dubbio a questa categoria, si ha una così spiccata sinergia tra diversi settori della progettazione sfruttando il volano della quale sarebbe opportuno diffondere l'azione progettuale alla soluzione di problemi forse in parte marginali per l'opera in se stessa ma di grande importanza per la collettività. Per meglio chiarire il concetto sopra espresso citeremo, tra gli esempi possibili, il progetto della futura stazione ferroviaria di Monaco, (Monaco 21, appunto), che verrà comunque richiamato nel dettaglio in seguito e a nostro avviso sposa in

pieno e la causa dell'intervento tecnologico di vaste dimensioni, rappresentando una moderna soluzione al problema dell'elevata penetrazione territoriale da parte della ferrovia ed in particolare di quella ad alta velocità e, nel contempo, quella della riqualificazione territoriale fornendo un luogo adatto allo svolgimento di più funzioni, (dove il viaggiare è solo una delle possibilità insieme al ritrovarsi, assistere a spettacoli o fare shopping e tanto altro ancora), ponendo il tutto al di sotto di una verdeggiante zona residenziale senza tralasciare quindi neppure il fattore estetico ed ambientale. Il problema dell'ambiente è stato a lungo relegato al ruolo di comprimario, quando non del tutto ignorato, e questo è certamente un errore da non ripetere per rendere meno impopolari soluzioni sempre più spesso inevitabili.

E' comunque opportuno ricordare che la riqualificazione ambientale non passa solo attraverso la salvaguardia delle aree verdi; ambiente è anche, e soprattutto nel caso delle città, il luogo privilegiato in cui svolgere le proprie attività vuoi lavorative vuoi di svago e relazione; sono spesso le megalopoli degli Stati Uniti a fornirci un esempio deteriore di quanto può accadere ad un tessuto urbano privo di punti di riferimento per le relazioni che risulta anonimo ed inospitale; sotto questa luce interventi come quello citato meritano un plauso ulteriore.

# DEFINIZIONI TRASPORTISTICHE GENERALI E TERMINOLOGIA SPECIFICA

## 1. Premessa

Qui di seguito si è ritenuto doveroso raccogliere le definizioni di alcuni concetti fondamentali della trasportistica che ricorreranno sovente nel corso della trattazione; in questo modo si ritiene di attribuire ad ogni concetto la giusta valenza che spesso differisce da quella consolidata nell'uso linguistico comune.

### 1.1 Il trasporto

Il *trasporto* è lo spostamento di persone, animali, o cose da un punto all'altro dello spazio.

Tale spostamento può essere *orizzontale*, *verticale*, o *inclinato*, (dato dalla composizione delle due modalità); se si svolge esclusivamente entro l'ambito di un edificio o di uno stabilimento, si dice trasporto *interno*, diversamente il trasporto è *esterno*.

Negli spostamenti di oggetti inanimati si rendono necessarie inoltre delle operazioni così dette accessorie, cioè il *carico* e lo *scarico*, cui si aggiunge il *trasbordo*, se il trasferimento viene fatto con più mezzi successivi.

## 1.2 Il livello di servizio

Caratteristica fondamentale di un trasporto è il *livello di servizio*. Diciamo subito che i trasporti rendono un servizio, simile a quello dei telefoni, della fornitura di energia elettrica, etc. La misura del livello di servizio è indicata dalla buona organizzazione; cioè i trasporti devono essere quanto più possibile, *sicuri, rapidi, confortevoli, frequenti, puntuali nell'orario, regolari nel viaggio*, qualsiasi condizione avversa possa verificarsi, *facilmente accessibili ed economici*.

Si devono inoltre considerare le seguenti caratteristiche generali che definiscono il trasporto:

- il trasporto essendo un servizio non si può immagazzinare; se la domanda è inferiore all'offerta si ha una *sotto utilizzazione* di mezzi ed infrastruttura; nel caso opposto si ha *congestione*; sono inevitabili quindi disagi nelle ore del traffico di punta e, per contro, l'esuberanza dei mezzi e delle infrastrutture nei periodi morti;
- le varie domande di trasporto riguardano itinerari diversi ed anche sullo stesso itinerario difficilmente sono equilibrate nei due sensi; risultano quindi inevitabili i percorsi a vuoto, anche se una buona organizzazione aziendale deve ridurli al minimo.

### 1.3 La velocità e la rapidità

Un problema che per suo carattere generale investe tutti i trasporti è quello della *velocità*, fattore essenziale della *rapidità*.

Per *velocità massima* si intende quella velocità alla quale può procedere un mezzo spinto all'estremo limite delle sue prestazioni.

Esiste poi una *velocità di marcia* o *di crociera*, cioè quella su cui si impostano gli orari dei servizi pubblici e di trasporto.

Nei trasporti stradali si ha la *velocità di base*, caratteristica della strada, ed è quella che in condizioni normali un autoveicolo, ad esempio, può mantenere con sicurezza e con continuità lungo un determinato percorso stradale, purché il traffico non raggiunga il limite della congestione.

Nei trasporti ferroviari invece si ha per ogni tronco di linea, un *rango di velocità*, che è la velocità massima ammessa (di circa il 10 % superiore alla velocità di orario), dipendente dalle caratteristiche del tracciato e dalle condizioni dell'armamento, generalmente diversa per i treni ad automotrice, (veicolo in cui la cabina di manovra ed i motori si trovano alloggiati nella stessa cassa), e per quelli trainati da locomotiva, (motrice e cabina di guida si trovano su di un veicolo a se stante).

Come si nota nel caso di trasporto terrestre la velocità non dipende solo dai veicoli ma anche dalla *sede percorsa*, sia stradale che ferroviaria. La velocità di marcia è sempre inferiore alla massima. Esiste infine una terza velocità caratteristica che è quella che interessa l'utente ovvero la *velocità commerciale*, cioè la rapidità con cui, eventuali fermate comprese, utilizzando un determinato mezzo, possiamo spostarci da un

punto all'altro della superficie terrestre; se il trasferimento avviene con più mezzi successivi, occorre tenere conto delle perdite di tempo nei trasbordi, (per le merci) o delle coincidenze (per i viaggiatori), o infine nei *trasferimenti terminali*, che talvolta possono superare la stessa durata del viaggio, come ad esempio nei servizi aerei, con distanze minori di 1000 Km.

Nel campo delle merci si hanno anche altri motivi di perdita di tempo come le soste dei carri nelle stazioni per lo smistamento dei convogli, o le fermate per le *precedenze* ad altri treni.

### **1.3.1 La distanza virtuale**

Una linea ferroviaria può, in termini di distanza, essere analizzata sotto due aspetti: quello della *distanza reale*, a noi tutti nota e misurabile sul campo, e quello della *distanza virtuale*, che considereremo tale se il percorso sarà perfettamente rettilineo e supposto in pianura; introduciamo ora una relazione tra i due concetti definendo la lunghezza virtuale della linea reale come quella pari alla lunghezza che in piano e rettilineo per tutto il suo percorso richiede lo stesso dispendio dell'elemento alla luce del quale esaminiamo il problema. Questo diviene uno strumento estremamente flessibile permettendoci di analizzare una linea nell'ottica dei tempi come dell'energia spesa o, persino, del comfort. Un pratico esempio di questo indicatore può essere il seguente: attualmente la linea che collega Trieste con Lubiana viene percorsa in tre ore e cinquanta minuti mentre la nuova direttrice in alta velocità potrebbe

consentire tempi dell'ordine dei venticinque minuti; mentre nella realtà la lunghezza del tracciato verrebbe all'incirca dimezzata passando da centosessantacinque chilometri a settantacinque, la lunghezza virtuale, in ordine ai tempi, diminuisce di quasi dieci volte passando da un tempo di percorrenza di duecentotrenta minuti ad uno di soli venticinque.

#### **1.4 L'infrastruttura**

Per ogni modo di trasporto si distinguono l'*infrastruttura*, cioè il complesso delle attrezzature fisse necessarie all'*esercizio* (strade, stazioni, impianti portuali, aeroporti, ecc.), ed il *materiale mobile*, (che a sua volta può essere rotabile o navigante), comprendente il complesso dei veicoli, con cui si effettua il servizio.

I veicoli a loro volta, possono essere *automotori*, se dotati di apparecchiatura motrice, tale da conferirne l'autonomia di movimento, (es. locomotiva, automotrice ferroviaria, autovettura, rimorchiatore, nave, aeroplano, ecc.), *rimorchiati*, (vagoni ferroviari, chiatte di navigazione interna, ecc.), o *spinti*, (composizioni ferroviarie bloccate, marcianti con locomotore in coda, convoglio di chiatte spinto, ecc.).

#### **1.5 Classificazione modalità di trasporto**

Molteplici sono i criteri secondo cui si possono classificare i vari modi di trasporto. In relazione al tipo di elemento, sul quale od entro il quale si muovono, i trasporti possono essere *terrestri*, *marittimi*, o *aerei*; i primi a

loro volta comprendono quelli su *strada ordinaria*, quelli su *strada ferrata*, (ferrovie, tramvie, ecc.), e quelli per via d'acqua interna o idrovie, che possono essere fluviali, lacuali, lagunari. Secondo il sistema di esercizio si hanno trasporti vincolati ad un impianto fisso e trasporti liberi.

Quelli vincolati ad un impianto fisso sono le ferrovie, le tramvie, le filovie, tutti i mezzi di trasporto turistico su vie di terra, (ferrovie a cremagliera, funicolari, ecc.).

I trasporti liberi comprendono gli autotrasporti, la navigazione interna, quella marittima e quella aerea, nonché altre forme quali motoveicoli ed i mezzi a trazione animale.

## **1.6 Suddivisione tipologica dei trasporti**

Giuridicamente, a seconda della gestione, i trasporti possono essere *pubblici* o *privati*; i primi si dividono in statali (se gestiti direttamente dallo Stato), e concessi (se dati in concessione ad enti od aziende non facenti direttamente capo allo Stato, od a altri enti concedenti).

Secondo il tipo di servizio si possono distinguere trasporti *individuali* e trasporti *collettivi*; *secondo la distanza* trasporti a breve, medio, lungo raggio; *secondo la posizione* di rispetto ai centri abitati, trasporti urbani, suburbani, interurbani.

Questi ultimi possono essere a loro volta interprovinciali, interregionali, internazionali, o intercontinentali. Infine i trasporti possono essere di persone, (trasporto viaggiatori), o di cose (trasporti merci).

## **1.7 L'occupazione del suolo**

L'indice di occupazione del suolo rappresenta la quantità di superficie necessaria a rendere effettivo un servizio: la superficie può essere quella strettamente necessaria (occupazione fisica), o può estendersi fino ad includere i servizi annessi, l'indotto, le interazioni con il territorio.

Interessante può essere un confronto sull'occupazione delle infrastrutture; essa è di gran lunga maggiore per i mezzi individuali (fino a quaranta, cinquanta volte) che per i mezzi collettivi. Nel campo dei trasporti terrestri è minima per i mezzi su rotaia.

## **1.8 Le unità di misura**

L'esercizio dei trasporti pur essendo per molti versi assimilabile a quello di una qualunque impresa industriale, ne differisce per il fatto che, come accennato, il trasporto è un servizio. Anzitutto occorre determinare la quantità di cose o persone che deve essere trasportata: le unità di queste quantità di trasporti sono costituite, per il movimento di persone, dal numero di viaggiatori trasportati, per le merci dal numero di tonnellate.

Il trasporto prevede lo spostamento lungo un percorso e di conseguenza la misura di questo spostamento è l'altro fattore per la valutazione del traffico che risulta così identificato dalla quantità di persone o di unità di peso delle merci, moltiplicata per la distanza percorsa, espressa pure in unità di misura appropriate, (solitamente in km).

Quindi le unità di traffico saranno rispettivamente:

- viaggiatore - km o vkm
- tonnellata - km o tkm

Le unità di traffico sono assimilabili a dei lavori meccanici; però il numero di chilogrammetri, (kgm), corrispondente ad un viaggiatore - km o ad una tonnellata - km, detto equivalente meccanico, varia sensibilmente con il modo di trasporto utilizzato, con il sistema di trazione adottato, con la pendenza del percorso, con il rapporto tara - carico utile del veicolo.

Ad esempio nel caso di un trasporto ferroviario su percorso pianeggiante e rettilineo, ammesso che il carico utile sia uguale alla tara del veicolo, dato che la resistenza al moto in tali condizioni si aggira sui 5 kg per tonnellata in peso lordo del convoglio, la tkm utile effettuata corrisponderà al lavoro di 10.000 kgm.

Esistono poi unità di tipo reale, quelle fin qui descritte, e di tipo virtuale che hanno la caratteristica di rendere omogenei elementi tra loro difformi per permettere varie forme di comparazione. Solitamente si riporta tutto a percorsi rettilinei e pianeggianti.

Molto significative e di uso corrente nell'esercizio dei trasporti sono le unità circolanti chilometriche, cioè il treno - km per le ferrovie, l'autovettura - km o l'autocarro - km nei trasporti su strada.

## 1.9 La funzione sociale dei trasporti

Importante è la funzione sociale dei trasporti; indipendentemente dai vantaggi economici che essi recano, permettendo rapide, frequenti, comode e spesso intensissime relazioni, si può dire che oggi i trasporti assorbono complessivamente un buon 25 % dell'attività di ogni nazione civile e dal 20 % al 25 % del reddito lordo.

Per attività connesse ai trasporti si intendono non solo quelle relative alla costruzione delle infrastrutture o quelle relative all'esercizio vero e proprio dei mezzi, bensì tutte le altre attività, e relative infrastrutture, operanti per l'efficienza dei trasporti; nel nostro caso ad esempio le fabbriche di veicoli ferroviari, le imprese di costruzione, quelle costruttrici a loro volta di macchinari utili per la costruzione e la manutenzione delle vie e dei veicoli, etc., (il cosiddetto *indotto*).

E' stato il continuo perfezionamento dei trasporti che ha ridotto enormemente le distanze fra le più lontane località della terra, riducendone i *tempi di percorrenza*; lo sviluppo dei trasporti è stato uno dei fattori determinanti l'abolizione di molti confini di stato e l'unificazione di varie nazioni. Come non ricordare che solo poco più di 100 anni fa per andare da Milano a Bologna si passavano tre confini.

## LA STORIA DELL'ALTA VELOCITÀ DAI SUOI ALBORI AD OGGI

Superate le originarie diffidenze per questa astrusa novità tecnologica, il treno diventa presto l'emblema dell'industrialismo ottocentesco.

Nell'ambito del panorama ferroviario europeo l'Italia interviene con un certo ritardo: nel 1860, alla vigilia dell'unificazione nazionale, la rete ferroviaria era di circa duemila chilometri, mentre la Francia disponeva di una rete quattro volte maggiore e l'Inghilterra addirittura sei volte superiore a quella italiana.

A questo ritardo si aggiunge il fatto che ai suoi primordi la rete italiana era già fortemente caratterizzata da linee costruite e gestite da compagnie straniere: risulta difficile quindi percepire l'impronta di un disegno autonomo.

Intorno alla fine dell'ottocento comincia a delinearsi una cultura progettuale legata alle caratteristiche morfologiche di un'Italia prevalentemente montuosa e con distanze relativamente brevi da coprire: il treno “ *all'italiana* “ si configura quindi con locomotive di media potenza e particolarmente leggere.

Stava inoltre crescendo il pendolarismo intorno alle principali zone industriali, che implicava spostamenti brevi e quotidiani generando la necessità di un sistema di trasporto simile più che altro all'esercizio tranviario: corse frequenti che trasportassero al massimo un centinaio di

persone. Nasce così il concetto di *automotrice*, che unifica gli spazi destinati al conduttore con quelli destinati al trasporto passeggeri.

L'Italia risulta all'avanguardia in questo campo, sperimentando le prime automotrici a trazione elettrica già a partire dal 1899: nel 1904, con le automotrici della Valtellina, il progetto raggiunge il primo stadio della maturità. Disegnate da *Kàlmàn Kandò* e prodotte dalla fabbrica *Ganz* di Budapest, le E.1 a ventiquattro posti, arredate come la hall degli alberghi di lusso, introducono per la prima volta un'idea di comfort del tutto nuova rispetto ad ogni altra carrozza ferroviaria dell'epoca: arredo sontuoso e poltroncine individuali offrono agli sciatori in viaggio per la Valtellina non solo un mezzo di trasporto più veloce rispetto ai treni a vapore, ma sicuramente un luogo confortevole, uno spazio di aggregazione sociale simile ad un salotto viaggiante.

Con la trazione elettrica nasce il concetto di “*treno di lusso*” anche in Italia, precursore del *Settebello* ed idealmente ispirato al fascino misterioso del celeberrimo *Orient Express*, che nel 1883 inaugurò l'epoca dei grandi espressi europei.

Risultando gli oneri per l'elettrificazione molto pesanti per l'Italia, si ripiegò intorno al 1922 sull'utilizzo di propulsori endotermici che però si imposero all'interesse collettivo solo nel 1933, con la massiccia entrata in servizio delle *littorine*, (così chiamate perché il viaggio inaugurale si svolse tra Roma e Littoria).

Queste automotrici offrivano un servizio simile a quello tranviario, ricalcando anche da un punto di vista stilistico l'immagine di autobus e tram cittadini. Proprio questo strano connubio, sicuramente non

innovativo a livello formale, fu la causa dello scarso successo delle prime littorine ALb.25 del 1931. Nel 1932 furono prodotte le versioni aggiornate ALb.48 a benzina ed in seguito le Aln.56 del 1934 con motore a ciclo diesel che, abbandonando gli stereotipi del passato si presentavano con una forma completamente nuova: così come sui treni, sui nuovi vettori si trovavano toilette e scomparto bagagli, ed ampi vestiboli alle estremità che potevano ospitare i passeggeri, permettendo una visione panoramica e frontale della linea all'interno di un corpo macchina privo di suddivisioni.

Questo oggetto misterioso che fino ad allora era stato il treno, si colora con le littorine di toni più umani: anche il viaggiare in piedi stipati in un corridoio diventa meno svilente qualora esista la possibilità di stare accanto al macchinista che magari, utilizzando tutti i giorni lo stesso treno si arriva a conoscere di persona.

Il grande consenso popolare indusse i progettisti dell'epoca a spingersi ancora oltre ed a conferire a questo mezzo di trasporto, nato per soddisfare esigenze strettamente legate al pendolarismo giornaliero, un'immagine di lusso e velocità.

Nel 1935 nacque la serie Aln.40 per le tratte rapide, con servizio ristorante sviluppato all'interno del vagone viaggiatori stesso, per mezzo di tavolini amovibili. La prima classe differiva inoltre dalla terza solamente per la larghezza dei sedili e per il passo maggiorato tra una fila di sedute e quella successiva; comodità e velocità in un'immagine antiborghese mirante a livellare le disparità di classe ne decretarono l'immediato successo.

Ma uno dei veri motivi di successo di questa generazione di littorine fu la linea aerodinamica: un frontale arrotondato, una panoramicità totale, l'assenza di spigoli vivi sono tutti elementi che si inseriscono nel filone di ricerche compiute negli anni '30 all'insegna della velocità futurista " per mare, per cielo, per terra ". La presenza delle direttissime Napoli - Roma e Firenze - Bologna intensificò l'interesse riguardo alla sfida dell'alta velocità: il desiderio di superare, con rapidi di prima classe ancor più veloci, i 140 km/h fino ad allora consentiti, pose le basi per la realizzazione nel 1936 dell'ETR.200, elettrotreno velocissimo composto da tre pezzi uniti su quattro carrelli: progettato dalle FF.SS. insieme alla Breda secondo criteri di aerodinamicità, ottenne un immediato successo sia sul piano tecnico che su quello formale. Dotato di finestrini fissi e di un vero e proprio impianto di pressurizzazione, che precorse quello utilizzato più tardi dagli aerei di linea, questo treno raggiunse brillanti primati di risonanza mondiale, (1937: 201 km/h sulla Roma - Napoli. 1939: 165 km/h di media sulla Firenze - Milano).

L'ETR.200, simbolo della potenza dell'Italia fascista - alla guida del quale si cimentò persino Mussolini in persona - definisce in termini formali l'assetto del treno moderno, in cui si riconosce a livello progettuale l'influenza di Ponti e Pagano. Sedili alti e reclinabili dotati di poggiatesta; assenza totale di compartimentazione interna ma sviluppo di un corpo unico in cui anche il vagone ristorante viene soppresso a beneficio di tavolini smontabili forniti per il pranzo.

Dall'originario riferimento al tram di città delle littorine siamo giunti ad un impronta di tipo aeronautico. Ad un netto cambiamento formale si

associa un mutamento della fruibilità: dall'automotrice nata per soddisfare i bisogni dei pendolari, e per coprire tratte di breve raggio, all'elettrotreno velocissimo, per le lunghe percorrenze, frequentato dallo stesso pubblico che oggi viaggia in aereo.

Nel secondo dopoguerra lo sviluppo del trasporto aereo ed il boom automobilistico relegano il treno in una posizione decisamente secondaria. L'automobile risultava essere un mezzo molto più appetibile, soprattutto per le tratte brevi, in cui il treno dimostrava evidenti limiti di capacità di penetrazione nel territorio. Sulle lunghe percorrenze l'aereo era divenuto un riferimento obbligato per quei pochi privilegiati che identificavano la qualità del mezzo con l'alta velocità fornita. Il treno passa dunque il testimone della rivoluzione dei trasporti all'aereo ed all'automobile, ora considerata anche a livello sociale come la massima rappresentazione del benessere economico.

A fronte della caduta di popolarità del treno, negli anni cinquanta si delinea in misura più netta la figura del designer, che con interventi puntuali mira a restituire interesse e nobiltà al trasporto su rotaia. Nel 1949 Zavanella progetta il “ *Belvedere* “, un'automotrice concepita sulle basi di un innovativo concetto distributivo dello spazio interno, e nel 1952 Minoletti realizza l'elettrotreno “ *Settebello* “. Si tratta di un ETR.300 sviluppato secondo criteri formali di ispirazione aerodinamica, che rappresentava pienamente il desiderio di rinascita della nazione.

L'intervento più rimarchevole è quello di aver destinato ai viaggiatori due comodi salotti panoramici, sistemati nei compartimenti di testa e di coda, disponendo il posto di guida in posizione arretrata e sopraelevata

per garantire la massima indipendenza. Dal grande successo del Settebello si sviluppa, nel 1960 e sempre per mano di Minoletti, l'ETR.250 concepito per affrontare percorsi più tortuosi e pendenze maggiori. Di dimensioni ridotte rispetto al suo predecessore, venne chiamato " *Arlecchino* " per gli interni variopinti di cui era dotato. Questi treni rappresentano l'ultimo contributo rilevante italiano ai mezzi di trasporto su rotaia. Si dovrà sostanzialmente attendere sino al 1988, con l'ETR.450 " *Pendolino* ", per riparlare di un prodigio della tecnica più sofisticata.

Questo elettrotreno si inserisce nell'ambito della ricerca internazionale sull'alta velocità ferroviaria come interpretazione del tutto originale, inevitabilmente dovuta ai medesimi problemi di territorio e di linee che hanno da sempre caratterizzato la produzione italiana, argomento sul quale si ritornerà.

Per un vero treno ad alta velocità (oltre i 300 km/h) si dovrà però attendere ancora fino ai giorni nostri quando l'ETR.500 è divenuto finalmente una realtà consistente.

## LA TECNOLOGIA IMPIEGATA NEL SISTEMA DI TRASPORTO AD ALTA VELOCITÀ

La riduzione dei *tempi di percorrenza* avvicina le collettività, ne facilita i rapporti economici, culturali, commerciali e sociali e determina un miglioramento della qualità degli spostamenti. Ci si attende quindi che l'alta velocità contribuisca a quella integrazione dell'Italia con la Comunità Economica Europea da tutti auspicata. Vediamo su quale base strategico-decisionale e con quale tipo di tecnologia si sta attualmente affrontando il problema, in Italia come in tutta l'Europa.

### 1. L'alta velocità come sistema

Pensare all'*alta velocità* come ad un semplice espediente di circostanza per cercare di migliorare una situazione di traffici su rotaia compromessa e poco fluida è certamente molto riduttivo; in effetti l'alta velocità è piuttosto un nuovo modo di concepire l'utilizzo del veicolo circolante su rotaia, un vero e proprio sistema a rete, che permetterà al treno di passare da mezzo la cui immagine era prossima al disarmo a promettente risorsa per lo spostamento collettivo del prossimo futuro.

Non bisogna infatti incorrere nell'errore di ritenere che l'alta velocità divenga un poco accessibile fiore all'occhiello per le nostre ferrovie di cui pochi potranno beneficiare. Vista la mole di investimenti in corso questo sarebbe certamente un controsenso dato che l'unico modo per

ottenere tempi di ammortamento brevi è quello di puntare su grandi numeri di viaggiatori; uno degli obiettivi dell'Ente è quello di mantenere, anche per l'alta velocità, un favorevole rapporto qualità / prestazione come evidenziato in tabella 20.0 anche rispetto al resto dei paesi europei; grazie a questa scelta nella gestione delle future linee e ai tempi di viaggio considerevolmente ridotti si ritiene di poter avvicinare una grande parte dell'utenza al vettore ferroviario. La ferrovia congiunge i centri delle città, mentre il viaggiatore che usi l'aereo deve per due volte compiere il tragitto dal centro città all'aeroporto; da qui la grande efficacia e competitività di questa soluzione. Esemplifichiamo subito ipotizzando un viaggio di medio raggio tra le città di Parigi e Londra: come si può vedere dalla tabella 10.6 in questo percorso, (oggi possibile anche direttamente in treno grazie all'Eurotunnel), il viaggiatore medio ha un guadagno di circa 20 min. sui tempi commerciali, ma un ben più elevato vantaggio in termini di comfort, qualità del servizio, e diminuzione di tempi morti o accessori.

Atipico per tracciato questo percorso risulta invece un classico per la sua lunghezza che in linea d'aria è dell'ordine dei 400 km fortemente competitiva con l'aereo.

Per quanto concerne il nostro paese quando il sistema alta velocità sarà ultimato e condotto a regime con una flotta di circa 100 vettori ETR 500, esso si sobbarcherà il carico di viaggiatori di medio e lungo percorso il quale si compone per il 90 % di viaggiatori di seconda classe; tra Milano e Roma sono previsti ad esempio *orari cadenzati* che prevedono un treno ogni mezz'ora; questa flotta diverrà quindi lo strumento di base per il

trasporto di massa a lunga distanza e non solo in ambito nazionale. Infatti il nucleo potenziale per una rete A.V. a livello europeo è a tutt'oggi limitato ma esistente: tra Parigi e Lione e tra Roma e Firenze, le linee A.V. sono in effettivo esercizio. Altre sono in costruzione tra Parigi e Le Mans-Tour, e tra Hannover e Wurtzburg. Già in fase di progetto sono le linee veloci tra Parigi e Colonia, Emmerich e Basilea, Firenze e Milano, Roma e Battipaglia. Vi è addirittura un progetto di gestione comunitaria delle nuove linee con un organismo sovranazionale, il *PDEI*, di cui si parla da tempo. Infatti sin dal 24 Gennaio del 1989 le società ferroviarie europee dei dodici paesi della CEE insieme alla Svizzera ed all'Austria hanno avanzato in sede comunitaria le loro proposte per la realizzazione di una rete europea ad alta velocità. Sia il parlamento europeo sia la stessa CEE, si erano da tempo espressi a favore di una rete di tal genere, atta a velocità di 200-300 km/h e destinate a svolgere un ruolo di rilievo anche nel contesto del mercato unico: questa rete dovrebbe raggiungere nel 2015 un'estensione di circa 30.000 km. Al momento, oltre alle nuove linee italiane, francesi, tedesche ed all'Eurotunnel, (forse il più mastodontico segnale di una volontà di integrazione tra i paesi europei), offrono prospettive concrete di fattibilità altre iniziative, tra le quali in particolare il collegamento ad alta velocità tra Parigi e Bruxelles, Colonia, Amsterdam e Londra, mentre è già stato deciso in linea di principio quello tra Madrid e Siviglia.

## **2. Orientamenti prevalenti nel campo della politica trasportistica e scelte tecnologiche europee.**

I limiti di velocità normalmente adottati sulle linee principali sono: 140 km/h con materiale e segnalamento tradizionale; 160 km/h con la ripetizione dei segnali in macchina e materiali dotati di potenze e tipo di frenatura adeguati; i 200 km/h rimangono comunque un limite praticabile anche su *linee convenzionali* a condizione di utilizzare materiale con caratteristiche adeguate di potenza e frenatura e sistemi più complessi di ripetizione dei segnali, comprendenti anche un sistema di controllo automatico della velocità. Secondo studi dell'U.I.C. (Unione Internazionale delle Ferrovie) il valore limite della velocità ferroviaria economicamente raggiungibile è dell'ordine dei 350 km/h, esclusi gli impianti a levitazione magnetica che si basano su differenti principi. Al di sopra di tale valore la resistenza aerodinamica richiederebbe l'impiego di quantità proibitive di energia dato che già a tale velocità circa il 95 % della potenza motrice viene spesa per superare la resistenza all'avanzamento; solo l'uso di nuovi materiali potrà in parte spostare questo limite.

In assoluto la prima linea ad alta velocità (nuova Tokaido) fu attivata in Giappone fra Tokyo ed Osaka (516 km) nel 1964, in una regione caratterizzata da un'alta densità demografica, dove la rete nazionale non era più in grado di soddisfare le crescenti esigenze del traffico. La nuova rete Shinkansen, (" *proiettile* ", in giapponese), a scartamento ordinario e ad alta velocità, oggi è costituita da ben quattro linee.

In Europa le società principali hanno effettuato in questi ultimi anni importanti interventi per utilizzare al massimo le possibilità offerte dalle linee esistenti ed alcune di esse hanno costruito nuove linee espressamente progettate per le alte velocità. Qui si sono dunque delineate due diverse tendenze. In Francia queste linee sono specializzate per il solo traffico viaggiatori e consentono, quindi, l'adozione di pendenze più elevate (35 mm/m sulla linea Parigi - Lione); ciò riduce la necessità di opere d'arte e quindi i costi complessivi di costruzione. In Italia e Germania si è preferito realizzare linee per l'alta velocità dei treni viaggiatori che permettano, però, anche la circolazione dei treni merci; ciò pone condizioni più restrittive al tracciato e richiede pertanto opere d'arte più onerose. Le gallerie hanno in particolare una lunghezza complessiva che può variare dal 30 al 36 % della linea stessa.

## **2.1 La Francia**

Proprio le ferrovie francesi (SNCF) sono state le prime a realizzare una linea ad alta velocità in esercizio completo dal 1983 sul territorio del nostro continente. La nuova linea ha ridotto di 1 ora e 50 primi i tempi di viaggio tra Parigi, Lione ed altre località del Sud-Est, facendo registrare un incremento di utenza del 45 % nel primo anno successivo all'entrata in esercizio e di un ulteriore 10 % nel secondo (1985).

Il TGV-Atlantique, (Train à grande vitesse), serve da Settembre 1989 la città di Le Mans e la Bretagna da una parte e Nantes dall'altra con il suo tronco Ovest, e dal 1990 serve Bordeaux con quello Sud-Ovest.

Recentemente è stato definito uno schema di collegamenti per garantire sviluppi delle reti coerenti con quelli delle reti contigue. Nell'ambito di tale schema verrà studiata una linea destinata a collegare Parigi con Strasburgo e la Germania. Nel Sud-Est sono allo studio estensioni verso l'Italia e la Spagna.

Per il *materiale rotabile* va messo in evidenza che il TGV del Sud-Est, dotato di 4 veicoli motori su 10, sono atti a funzionare sotto catenarie alimentate a 25 kV, 50 Hz (Parigi - Lione), a 1500 V corrente continua (rete Sud-Est) e, in parte anche a 15 kV e 16.7 Hz (Ferrovie Federali Elvetiche). I nuovi TGV-Atlantique vantano inoltre l'azionamento dei motori trifase sincroni, sospensioni pneumatiche, che assicurano a 300 km/h un indice di comfort pari a quello delle carrozze *Corail* a 160 km/h.

Particolarmente interessante è il sistema di controllo della rete denominato “*Tornado*” che permette uno scambio di informazioni tra le apparecchiature di controllo e di comando distribuite lungo il treno, tenendo aggiornato contemporaneamente il macchinista, che dispone dell'elaboratore centrale di bordo, il capotreno, che dispone di quanto occorre per l'informazione al pubblico, e stazioni e depositi che via radio possono comunicare con il treno stesso.

Uno di questi convogli ha raggiunto il 15 Dicembre 1989, durante una corsa di prova, i 482 km/h, limite mai toccato prima di allora da un mezzo su rotaia. Questo primato mondiale, che fu di grande rilievo tecnico, superò quello stabilito dall'ICE della Ferrovia Federale Tedesca (DB), con 406.9 km/h registrati ufficialmente il 1° Maggio 1988.

Conscia dei successi fino ad ora ottenuti la SNFC ha ulteriormente investito in termini di ricerca di nuove soluzioni ed è grazie a questo impegno che presto sulle linee d'oltralpe inizieranno a circolare i cosiddetti *TGV - Duplex*, connubio tra alta velocità ed elevata capienza.

Il Duplex, che verrà introdotto in linea nel corso del 1996, rappresenta la terza e più attuale generazione di TGV. Il concetto nasce già nel 1985 dalla necessità di risolvere i previsti problemi di saturazione della linea Sud - Est. Non potendo modificare la lunghezza del treno, (vincolata dalla lunghezza dei marciapiedi delle stazioni), né la sua larghezza, (ancora più rigidamente stabilita), si è deciso di percorrere la strada della doppia altezza. Con i suoi due piani questo treno permette di ospitare il 45 % dei passeggeri in più, (per un totale di 545), rispetto al TGV convenzionale, con un costo di realizzazione per convoglio superiore ai precedenti del 30 %.

In termini commerciali, con le carrozze Duplex si ottiene un costo / posto occupato inferiore del 15 %. Dal punto di vista costruttivo, il Duplex ha richiesto grosse innovazioni: per contenere il peso per assale nel limite prefissato di 17 tonnellate si è fatto ricorso ad una struttura portante in alluminio monoscocca, (realizzata dall'assemblaggio di profilati alternati a pannelli a nido d'ape per i pavimenti), che, grazie anche alla favorevole geometria della struttura, permette maggiore rigidità e quindi spessori contenuti. Per questo motivo persino i sedili derivati dall'*Eurostar*, clone del TGV, sono stati realizzati in lega di magnesio e pesano solo 14 kg contro i 26 kg delle precedenti versioni. Per compensare il disagio derivante dalla minore altezza utile di ciascun piano, (in totale una

carrozza Duplex è alta solo 20 cm in più rispetto a quelle normali), il passo tra le file di sedili è stato maggiorato ed unificato con la prima classe in 920 mm.

La carrozza di testa è concepita per poter accogliere eventuali disabili: essa permette una migliore abitabilità, grazie ad una piattaforma elevatrice che facilita la discesa al livello “ 0 “, inoltre offre la possibilità di muoversi agevolmente all’interno della carrozza restando sulla propria sedia a rotelle senza escludere la possibilità di servirsi di una toilette appositamente allestita.

Dal punto di vista meccanico, il Duplex è composto da carrozze pressurizzate e dotate di sospensioni pneumatiche che isolano totalmente la struttura dalle rotaie: dai 260 km/h del primo TGV si è passati oggi ai 300 km/h raggiungibili su tutte le linee con l’obbiettivo per il futuro del raggiungimento del limite dei 350/400 km/h limite oltre il quale non è conveniente spingersi per ragioni energetiche, anche se sulla carta i nuovi TGV possono toccare i 515 km/h.

## **2.2 La Germania**

La DB tedesca, ente omologo delle nostre FF. SS., ha affrontato da molti anni il problema dell’alta velocità e ha attivato fin dagli anni settanta, una rete di treni Intercity in grado di circolare su tratte debitamente attrezzate a 200 km/h.

Queste macchine a loro volta stanno lasciando il posto alle cosiddette “ 120 ”, locomotive universali i cui prototipi hanno permesso di passare

rapidamente alla costruzione delle locomotive di serie, oggi già in servizio grazie alla bontà originaria del loro progetto.

Attualmente sono in programma 4500 km di linee ad alta velocità, di cui 800 km di nuova costruzione, destinate sia al traffico viaggiatori sia a quello merci e da realizzare, quindi con pendenze massime di 12.5 mm/m. Per completare i rimanenti 3700 km saranno trasformate ed attrezzate linee esistenti, in vista di una vera e propria rete veloce Nord-Sud. La prima dorsale è costituita dalla ferrovia Hannover-Wurzburg (310 km), di cui è in esercizio il tratto Fulda-Wurzburg dal 1988. Un'altra sarà costruita dalla Colonia-Francoforte, in corso di definizione e dalla Mannheim-Stoccarda (99 km, di cui 30 già in esercizio). Queste linee saranno servite da 41 treni ICE, (Intercity Express), già da tempo in costruzione, derivanti dall'esperienza acquisita con l'ICE sperimentale. Essi avranno una composizione variabile comprendente al massimo 2 locomotive e 14 carrozze.

Vi è inoltre, ed è già ad un considerevole stato di avanzamento, il progetto per i nuovi ICE denominati ICE 2.2 ed ICE - T; per questi veicoli si prevede un utilizzo a regime per il 1998.

L'unificazione delle due Germanie ha posto i locali progettisti ferroviari dinanzi al problema di creare un unico assetto trasportistico tra due realtà che si mantenevano però estremamente eterogenee; da un lato le efficientissime e moderne linee presenti sul territorio della Germania Occidentale, dall'altro le estese ma vetuste linee ereditate dalla Germania dell'Est, (si faccia riferimento alla Tab. 3.2). Ecco quindi svelata la necessità di creare due tipologie di vettori su rotaia: l'ICE 2.2 adatto a

linee più evolute e l'ICE - T, (dove la T sta per *tilting*, ovvero cassa oscillante), che sfruttando la geniale intuizione avuta da progettisti italiani, del cui successo nazionale ed internazionale diremo anche in seguito, si propone come una macchina più versatile.

Dunque l'ICE 2.2 è propriamente un treno ad alta velocità, capace di 330 km/h e destinato al collegamento veloce fra città capoluogo facendo diretta concorrenza all'aereo ed all'automobile. Il cliente tipo di queste linee vuole essere per lo più l'uomo d'affari.

L'ICE - T è invece un treno meno veloce, (circa 230 km/h), ma più flessibile, destinato a tratte più lunghe con una maggiore possibilità di penetrazione nel territorio. Assieme ad un buon comfort, offre maggiore capacità di trasporto bagagli e speciali soluzioni per i viaggiatori più anziani e per le famiglie, che dovrebbero essere i suoi clienti tipo.

La differente destinazione commerciale dei due treni impone però delle differenze nel lay-out generale: nell'ICE 2.2 le otto carrozze per 414 posti totali sono suddivise in 3 di prima classe, (136 posti di cui 8 in un comparto panoramico anteriore mutuato dalla felice intuizione di Minoletti per il Settebello), e 4 di seconda classe, (250 posti di cui 12 nel comparto panoramico di cui sopra), separate dalla carrozza ristorante con 30 posti; nell'ICE - T, che nasce in versione da 5 e 7 carrozze, solo quella di testa è riservata alla prima classe, e la carrozza ristorante da 24 posti è concepita come ambiente turistico per la seconda classe, cui è dedicata la maggior parte dei 253/382 posti totali.

### 2.2.1 Oltre l'Alta Velocità: tecnologie di avanguardia europee

In questa panoramica sull'alta velocità tedesca merita un cenno anche il ben più avveniristico progetto di A.V. a sustentazione magnetica, (*Maglev: Magnetic Levitation*). Questo mezzo in Germania, unica nazione attualmente interessata allo sviluppo di tale tecnologia oltre al Giappone, è oggetto da vari anni di studi e sperimentazioni, infatti in località Ermsland è stato costruito un circuito di prova di circa trenta chilometri di estensione dove il vettore *Transrapid*, questo il nome della macchina, ha raggiunto in condizioni di esercizio i 450 km/h; Il Transrapid 07 può raggiungere teoricamente una velocità dell'ordine degli oltre 500 km/h. Esso si avvale per il sostegno, la guida, e la propulsione senza contatto di elettromagneti regolabili e di motori sincroni lineari, tali cioè che gli statori sono disposti in piano, nelle fiancate del veicolo; attualmente esistono due modalità con cui ottenere la levitazione magnetica:

- il sistema nipponico EDS, sistema elettrodinamico a repulsione, che permette ai vagoni di galleggiare su di un cuscinio magnetico.
- il sistema tedesco applicato al Transrapid EMS, sistema elettromagnetico ad attrazione, in cui lo spoiler inferiore della macchina, quello che ingloba il binario, viene attratto dalla faccia inferiore della guida sollevando tutto il veicolo.

L'assenza di contatto riduce le esigenze di manutenzione dell'infrastruttura che tuttavia rimangono elevate in ragione delle ridotte tolleranze geometriche ammesse dal sistema.

Le obiezioni più ricorrenti a questa tecnologia riguardano la complessità dell'infrastruttura e la difficoltà di utilizzarla in una vera e propria rete, non collegabile con ferrovie di tipo tradizionale. Per superare queste limitazioni è stata studiata un'infrastruttura comprendente anche binari tradizionali inseriti assialmente al centro della piattaforma Maglev e denominata “ Bivalente Fahrweg “, anch'essa piuttosto complessa soprattutto in corrispondenza di deviatori e piazzali delle stazioni.

### **2.3 Il Regno Unito**

Le ferrovie Britanniche furono le prime in Europa, negli anni settanta, ad attivare su alcune loro linee un regolare servizio a velocità di 200 km/h ma a trazione diesel.

Gli HST (High Speed Train), dotati di due locomotive alle estremità ed atti ad una velocità massima di 200 km/h, hanno permesso un sostanziale miglioramento delle velocità commerciali. L'elettrificazione dell'importante linea della costa orientale, ultimata nel 1991, permette, grazie all'impiego delle nuove locomotive del gruppo “ 91 “, di ridurre di circa 30 minuti il tempo di percorrenza da Londra ad Edimburgo (632 Km), che per gli attuali HST è di 4 ore e 50 minuti.

La “ 91 “ dispone di quattro motori di trazione, montati sottocassa per limitare la sollecitazione del binario, che forniscono una potenza

continuativa di 4530 KW ai rispettivi assi mediante una trasmissione cardanica. La velocità massima è di 225 km/h ma, almeno nell'immediato sarà limitata a 200 km/h.

Recentemente una locomotiva tipo " 91 " con sette carrozze, in una corsa di prova ha raggiunto tra Grantham e Peterborough i 260 km/h. La velocità di questi treno resterà comunque per ora limitata a 225 km/h come indica la loro stessa denominazione di " Intercity 225 ".

## **2.4 La Spagna**

Il governo spagnolo nel Dicembre del 1988 ha preso la storica decisione di realizzare le nuove linee ad alta velocità a scartamento normale, diverso da quello della rete nazionale (1676 mm), che verrà comunque convertita anch'essa. Il piano di trasporto ferroviario, da realizzare entro il 2000, prevede al riguardo la costruzione di una rete ad alta velocità comprendente 2750 km di linee, in parte nuove ed in parte trasformate a un livello analogo a quello delle tratte costruite ex-novo. L'itinerario da realizzare in via prioritaria attraverserà il paese da Nord a Sud collegando Port Bou con Barcellona, Saragozza, Madrid, Cordoba, Siviglia. Per il materiale rotabile è stata indetta una gara internazionale per la fornitura di 24 TAV (Trenes Alta Velocidad), analoghi ai TGV-Atlantic francesi, e di 75 locomotive atte ad una velocità massima di 200 km/h, derivate dalle " 120 " tedesche.

## **2.5 Il Portogallo**

Le ferrovie portoghesi (CP) hanno elaborato un piano di ammodernamento che comprende la costruzione di alcune tratte nuove e la risistemazione di linee esistenti, in particolare sull'itinerario Porto-Lisbona - Faro e sui collegamenti con la Spagna. Una nuova linea a scartamento normale dovrebbe collegare Lisbona con Brazatortas, sul nuovo itinerario ad alta velocità Madrid-Siviglia ora in costruzione.

## **2.6 La Danimarca**

Le ferrovie danesi (DSB) stanno entrando nel novero delle reti che gestiscono servizi con velocità superiori ai 160 Km/h, con i nuovi treni IC3, che meritano un cenno per la loro concezione particolarmente innovativa.

Essi sono stati studiati in funzione delle seguenti esigenze: servire tratte relativamente brevi con numerose fermate realizzando una buona velocità commerciale; facilità di traghettamento tra l'isola di Sjaelland e quella centrale di Funen; possibilità di comporre e scomporre agevolmente treni che colleghino Copenaghen con almeno cinque diverse destinazioni.

Ogni treno è costituito da tre casse in estruso di alluminio articolate su quattro carrelli ed è dotato di quattro motori diesel da 294 KW ciascuno. Le due testate sono dotate di accoppiatori automatici integrali e di un desueto dispositivo anulare di gomma che conferisce un aspetto insolito

al rotabile: esso ha la funzione di eliminare, deformandosi, le discontinuità tra un veicolo e l'altro nella superficie esterna del convoglio, permettendo a parità di prestazioni di risparmiare energia, grazie ad un migliorato coefficiente di penetrazione aerodinamico.

## **2.7 La Svizzera**

La Svizzera pur non appartenendo alla CEE occupa una posizione centrale nella comunità ed il suo territorio costituisce il passaggio quasi obbligato per il traffico Nord-Sud.

Le ferrovie federali svizzere (FFS) hanno recentemente impostato un impegnativo programma denominato “ *Ferrovia 2000* “, che prevede un generale miglioramento dei servizi (peraltro già di ottimo livello) e la costruzione di otto nuove tratte. Il progetto di gran lunga più impegnativo è quello di una nuova trasversale alpina, per aumentare la potenzialità dei collegamenti ferroviari Nord-Sud, prossimi alla saturazione; esistono al riguardo cinque varianti, attualmente in corso di valutazione. Sono opere di grande impegno tecnico ed economico, ciascuna delle quali prevede da 150 a 450 km di nuove linee ad elevate prestazioni che interessano i territori di tre paesi e di una decina di Cantoni e comportano investimenti cospicui nell'ordine di svariati miliardi di franchi svizzeri. La Svizzera si è comunque impegnata a realizzare la nuova trasversale alpina entro il 2010.

Per quanto concerne il *materiale rotabile*, le FFS prevedono di utilizzare per i futuri treni a 200 km/h le locomotive “ 460 “, con potenza di 6100

KW atte ad una velocità massima di 230 km/h.

I veicoli denominati “ *Carrozze 2000* “, avranno struttura modulare e carrelli dotati di sospensioni pneumatiche.

## **2.8 L’Austria**

Le ferrovie federali austriache (OBB) sono attualmente impegnate in un ampio piano di ammodernamento denominato “ *Neue Bahn* “, da realizzare entro la fine del secolo. Il piano prevede il radicale ammodernamento degli assi della rete con la costruzione di tratte nuove per 618 km, per consentire velocità di 180-200 km/h; in particolare verranno rinnovati l’itinerario fondamentale Est-Ovest Vienna - Salisburgo, la Salisburgo - Villach, che collega la rete tedesca a quelle italiana, (di cui diremo parlando del nodo di Tarvisio), e jugoslava, e sarà realizzata una galleria per evitare il nodo di Innsbruck. Inoltre verranno radicalmente migliorate la linea dell’Arlberg e quella del Semmering, dove sarà costruita una galleria di 20 km.

## **2.9 L’Italia**

Le FF.SS. hanno una rilevante esperienza in materia di alta velocità, avendo superato, sia pure solo in corso di una prova, la faticosa soglia dei 200 km/h già nell’anteguerra. Infatti l’elettrotreno ETR.200 prima e poi l’ETR.212 abbattono tale muro e quest’ultimo sfiorò i 203 km/h tra Fidenza e Piacenza sulla linea Bologna - Milano, il 20 Luglio 1939.

Attualmente la massima velocità ammessa in esercizio è di 250 km/h e viene realizzata sulla direttissima Roma - Firenze dagli elettrotreni ETR.450. Tale velocità può essere raggiunta, naturalmente, solo in presenza di tutte le condizioni tecniche di esercizio richieste ed in particolare della ripetizione dei segnali in cabina.

I programmi di costruzione di una vera e propria rete ad alta velocità sono in corso di riesame in un diverso contesto di priorità, che prevede interventi diffusi sulla rete per un aumento generalizzato della velocità dei treni. Per quanto concerne le nuove linee sono considerate prioritarie la Milano - Firenze, e la Roma - Napoli, che completerebbero l'itinerario Milano - Napoli, e la Torino - Milano - Venezia, includendo la oggi tanto discussa tratta Venezia - Trieste che, più che collegare queste due città tra loro, dovrebbe rappresentare lo sbocco per l'alta velocità verso l'Est. Esse avrebbero non solo la funzione di assicurare collegamenti a 250 - 300 km/h tra alcune importanti città ma anche quella di aumentare sostanzialmente le potenzialità di questi due itinerari fondamentali, sui quali si addensa circa la metà del traffico FF.SS., permettendo di utilizzare due binari per il traffico passeggeri veloce e due binari per quello restante.

Quanto al materiale di trazione atto ai 200 km/h almeno, sono attualmente disponibili gli elettrotreni ETR.450 e le locomotive E.444. Alcune di queste ultime locomotive sono state rese idonee alla trazione dei treni Intercity a 200 km/h mediante un opportuno impianto di ripetizione dei segnali cosiddetto a " 9 codici ", di speciali smorzatori

anti-serpeggio ed altre modifiche minori; troviamo poi, da poco in linea, gli ETR.500 e la locomotiva E.402.

Della tecnologia di questa macchina, e delle motivazioni che ne hanno determinato la costruzione, si dirà più diffusamente in seguito, ora accenneremo solo alcune delle caratteristiche salienti. Il primo è dotato di due locomotive denominate E.404 con motori trifasi asincroni ed ha le casse rigide a differenza del “ *Pendolino* “ (ETR.450); potrà raggiungere sulle nuove linee una velocità massima di 300 km/h anche se durante la sperimentazione una delle motrici è riuscita a superare la soglia dei 316 km/h.

La locomotiva E.402 (5000 KW e 220 km/h) costituisce una realizzazione particolarmente importante per le FF.SS. per la sua universalità di impiego e per le sue caratteristiche innovative. Essa infatti è dotata di motori trifasi alimentati da un convertitore elettronico e presenta una caratteristica meccanica che le consente di erogare la potenza continuativa fino a velocità elevate; può essere utilizzata quindi, sia con treni viaggiatori veloci, cioè ad elevata velocità, sia con treni merci.

Dal punto di vista della politica di gestione del traffico sulla linea la scelta italiana si può riassumere con un unico termine: *esercizio selettivo*. In pratica treni con le stesse caratteristiche di velocità percorreranno le nostre linee nelle medesime fasce orarie: i treni in A.V. nella fascia diurna, mentre nella fascia notturna si alterneranno i tradizionali treni a lunga percorrenza, (convogli Nord / Sud) e treni merci specializzati.

Dunque la filosofia delle Ferrovie dello Stato non prevede la separazione tra linee espressamente progettate per l'alta velocità e linee per così dire normali, come accade ad esempio in altri paesi quali la vicina Francia. Le nostre ferrovie hanno preferito dare un complessivo incremento alla qualità delle infrastrutture di armamento che dimensionate per treni ad *alta velocità* non avranno difficoltà a sostenere il carico di veicoli ad *elevata velocità*.

### **3. Differenza tra *alta* ed *elevata* velocità**

Esiste una differenza ben precisa tra veicoli ad *alta velocità* e veicoli ad *elevata velocità*; questa differenziazione non è un capriccio formale dei progettisti o una distinzione fittizia e commerciale. Il fattore discriminante è rappresentato infatti dai problemi che vengono ad innescarsi a velocità superiori ai 250 km/h che non possono essere risolti in maniera convenzionale e tra questi ricordiamo i più rilevanti quali: l'aerodinamica, la captazione della corrente di alimentazione, la frenatura, gli incroci in galleria, i sistemi di segnalazione e sicurezza, la stabilità generale di marcia.

Naturalmente altrettanti problemi andranno risolti dal punto di vista infrastrutturale con adeguamento dei binari alle maggiori sollecitazioni, della linea aerea di alimentazione e così via. Vediamo ora nel dettaglio le soluzioni sviluppate dalla tecnologia italiana.

## **4. Approfondimento sulle caratteristiche tecniche delle macchine di punta del nuovo sistema italiano di trasporto ad alta velocità.**

### **4.1 ETR.500**

Come tutti i rotabili ad alta tecnologia, gli ETR.500, hanno avuto una lunga gestazione. Se ne parlò per la prima volta nella mostra “ cento anni di progettazione a Firenze “ nel Dicembre del 1983, dove fu presentato un bozzetto di fantasia; negli anni successivi il progetto incominciò a prendere forma e nel 1988 uscì di fabbrica il prototipo ETR-X.500 seguito nel 1990 da altri due prototipi ETR-Y.500, che da allora sono stati intensamente impiegati in corse di prova ma anche in servizio regolare seppur sperimentale, prima tra Firenze e Roma e poi tra Roma e Reggio Calabria. Grazie ad essi si è acquisita una gran mole di dati utili per la definizione del progetto dei treni di serie.

Inizialmente l’ordinazione passata dalle FF. SS. al consorzio TREVI comprendeva 25 treni a corrente continua e 5 treni policorrenti, più una opzione per altri 70 treni; strada facendo i treni sono diventati tutti monocorrente e la fornitura attualmente in corso riguarda quindi 60 locomotive e 330 carrozze, con le quali potranno essere composti 30 treni di 11 carrozze (6 di seconda classe e 3 di prima, con una prima speciale ed un ristorante - bar), inquadrare tra due locomotive.

In servizio commerciale la composizione degli ETR.500 potrà variare da 8 a 14 carrozze secondo necessità, con possibilità di modifica in

deposito, per il gran numero di connessioni elettriche e meccaniche tra carrozza e carrozza. Il progetto di realizzare anche treni più corti, con una sola locomotiva E.404, (ricordiamo che mentre ETR.500 è il nome dei nuovi convogli per l'alta velocità completi di carrozze, E.404 è la sigla della sola motrice), e una carrozza pilota all'altra estremità, è stato abbandonato.

#### **4.2 Le innovazioni meccaniche ed elettroniche**

Fermi restando il telaio principale d'acciaio e il musetto in Kevlar, ora le fiancate ed il tetto sono realizzati interamente mediante grandi estrusi di lega leggera, che hanno dato il loro contributo alla riduzione della massa. Le cabine di guida sono provviste di un portello di fuga su ciascun lato, per il personale in situazione di emergenza ed i finestrini laterali sono ora apribili verso l'interno, in stile puramente aeronautico. E' stato riprogettato l'impianto di condizionamento in cabina, la cui turbosoffiante pressurizza l'ambiente con portata d'aria costante, indipendentemente dalle oscillazioni di pressione all'esterno, nella marcia in galleria o all'incrocio con altri treni. Le porte di accesso dall'esterno sono in posizione più arretrata rispetto a quanto visto nei prototipi.

Il banco di manovra tiene conto della futura possibilità di alimentazione a corrente alternata monofase tramite carrozze convertitrici e dell'applicazione del segnalamento di tipo francese; esso si configura come un unico tavolo esteso alla zona di lavoro di entrambi gli agenti di

macchina ed è provvisto di due poltrone regolabili per migliorare la comodità del personale. Alcuni strumenti di misura elettrici sono stati sostituiti con un videoterminale, detto M.F.D. (Multi Function Display), che fornisce al macchinista le rispettive informazioni, separato dal normale video terminale per la diagnosi delle anomalie di funzionamento delle apparecchiature del treno. Un altro videoterminale diagnostico è a disposizione dell'altro macchinista.

Rispetto alle prime macchine, al fine di ottimizzare e ridurre gli ingombri, è stata ridisegnata la posizione delle apparecchiature all'interno della cassa, tutte ai lati del corridoio centrale che collega la cabina di guida con la porta di intercomunicazione posteriore. Il convertitore elettrico di trazione occupa la parte centrale della locomotiva, affiancato dalle torri di refrigerazione dell'olio e dai convertitori per i servizi ausiliari. Nella parte posteriore vi è il compressore, con i relativi serbatoi di aria; grazie a questa disposizione la locomotiva ha potuto essere accorciata rispetto ai prototipi di ben 550 mm, tutti guadagnati nella parte centrale.

I carrelli presentano alcune modifiche rispetto ai prototipi; ciascuna ruota di estremità è servita da una propria sabbiera, caricabile tramite uno sportello su fianco della cassa.

Tutti i controlli automatici della trazione e degli ausiliari, incluso il telecomando della locomotiva di coda, sono collegati ad un elaboratore elettronico che gestisce anche i servizi di informazione a bordo, diagnosi degli eventuali guasti, e guida per l'operatore. Esso è stato chiamato “ *Socrate* “ (Sistema Operativo di Comunicazione Ridondato per

Automazione e Telecomando di Elettrotreni). Il sistema riceve i comandi impartiti al banco dal macchinista, elaborati dalla logica del veicolo e dal controllo dell'azionamento, e provvede a trasmettere le informazioni alle carrozze ed alla locomotiva di coda. In caso di avaria di qualche apparecchiatura, " *Socrate* " ne dà comunicazione sia al personale di macchina tramite un video terminale, sia a terra tramite il telefono terra - treno in modo che si possano prendere provvedimenti tempestivi; inoltre esegue automaticamente le esclusioni e le commutazioni occorrenti ad inserire le apparecchiature ridondanti, che compiono le funzioni di quelle guaste. Ad esempio, su tutte le boccole di cuscinetto degli assali ruota, sono previste sonde termiche che segnalano al sistema informativo di bordo eventuali surriscaldamenti dei cuscinetti stessi: la temperatura di esercizio è di 70° C, a 90° C viene segnalata la necessità di un controllo alla successiva visita, a 110° C si ha l'arresto immediato del treno per sicurezza.

Sulla testata anteriore il musetto può essere aperto per l'accesso e l'aggancio automatico per accoppiamenti di emergenza; l'organo di aggancio è affiancato da due assorbitori d'urto. Sulla testata posteriore, come su tutte le carrozze dell'ETR.500, l'aggancio è di tipo tradizionale, però abbassato a 880 mm sul piano del ferro. Di conseguenza le locomotive E.404 possono agganciarsi normalmente solo alle loro carrozze; l'accoppiamento con veicoli ordinari, peraltro necessario solo nella fase di *testing* per sottoporre la motrice a sollecitazioni verosimili non essendo ancora allestite le specifiche carrozze, può avvenire mediante l'interposizione di un carro " tipo X "

con una testata adattata, con respingenti abbassati, accoppiatori pneumatici modificati e soffierto di intercomunicazione soppresso.

Nel comparto elettrico vi sono numerose novità tra le quali la totale riprogettazione dei motori elettrici per la trazione e dei complessi organi che forniscono loro l'alimentazione.

Altro grosso problema tecnico nell'alta velocità è quello della captazione che qui si è risolto con un pantografo del tipo a struttura asimmetrica ATR 92, a spinta impressa con controllo di una centralina elettropneumatica.

Tutte le locomotive E.404 di prima serie sono state dotate di sistema di ripetizione dei segnali in cabina ed inoltre predisposte per il polisegnalamento (sistemi FF.SS. di ripetizione discontinua e sistemi francesi sia per l'alta velocità sia per le linee normali).

Sono inoltre predisposte per ricevere l'alimentazione a 3000 Volt da una carrozza convertitrice adiacente, da tempo allo studio, idonea ad essere alimentata tramite propri pantografi dai due sistemi di uso sulla rete francese (corrente continua a 1.5 kV ed alternata monofase a 25 kV). Con l'impiego di queste carrozze convertitrici, in numero di due per treno, gli ETR 500 potrebbero affiancarsi ai TGV-R francesi che collegheranno Milano a Parigi.

### **4.3 Le carrozze passeggeri**

Numerose le innovazioni anche sulle carrozze adibite al trasporto dei passeggeri. Infatti tanto quelle di prima che di seconda classe hanno

sedili disposti a correre nei moduli estremi e affacciati in tutti i rimanenti; in ogni treno vi saranno inoltre una carrozza ristorante, con bar, sala da pranzo da 30 posti e cabina telefonica, ed una di prima classe speciale, con due posti per invalidi in carrozzella, due scompartimenti per uomini di affari, un “ posto famiglia “ ed uno scompartimento riservato al capotreno.

Le bagagliere sono chiuse da sportelli in cristallo in modo che il bagaglio rimanga visibile, così da evitare dimenticanze e difficoltà di reperimento che l'esperienza degli ETR-Y.500 ha dimostrato facilmente possibili. La cassa è sempre costruita con grandi estrusi di lega leggera. I carrelli si segnalano per la sospensione secondaria non più realizzata con un lungo mollone per lato, entrante nella cassa, ma con due coppie di molle più corte che stanno sotto la cassa; anche qui sulle boccole troviamo applicate delle sonde termiche che segnalano al sistema informativo di bordo eventuali surriscaldamenti dei cuscinetti, in modo che il personale di macchina possa intervenire con tempestività: il treno è attraversato da una condotta per corrente alternata a 25 kV, per alimentare entrambe le locomotive da un unico pantografo quando si realizzeranno le versioni polifase con carrozze convertitrici.

Un'ulteriore innovazione legata al comfort ma soprattutto alla sicurezza è data dall'originale impianto di climatizzazione, ora unico per ciascuna carrozza; l'impianto è atto a compensare le brusche oscillazioni di pressione esterna, in galleria o all'incrocio con altri treni, in modo da evitare disturbi ai passeggeri: esso è infatti dotato di una serranda

elettropneumatica attivata da un rilevatore di pressione esterna posto sulla locomotiva.

#### **4.4 ETR.450: il “*Pendolino*”**

Il concetto di inclinazione meccanica della cassa fu sviluppato in maniera convincente già nel 1971 con l'entrata in servizio del veicolo sperimentale Fiat Y 0160/7199.

Queste le sue principali prerogative:

- un giroscopio montato sull'asse anteriore di ogni vettura misura le variazioni di inclinazione trasversali (prima di allora questo era un sistema in uso solo su navi ed aerei)
- se l'asse si inclina in maniera continuativa verso destra o sinistra, allora l'apparecchiatura idraulica provvede ad inclinare la cassa del veicolo sino a 10° verso il lato interno della curva. Quando l'inclinazione della curva decresce, allora il meccanismo riporta lentamente la cassa in piano;
- un pantografo solidale al tetto, in tali condizioni di marcia perderebbe letteralmente il contatto con il filo di alimentazione con le immaginabili conseguenze per la linea aerea. Per questa ragione il pantografo deve essere montato su una incastellatura solidale con il carrello.

Sul modello di queste esperienze nascono gli elettrotreni a più casse del tipo ETR.450: entrati in servizio nel 1988, essi sono per numerosi aspetti eccezionali. Questi veicoli non appartengono affatto ai rotabili concepiti per l'impiego sulla " *Direttissima* " (con questo termine si intende in genere una linea di collegamento ferroviario che unisca le due stazioni di partenza ed arrivo con il tracciato rettilineo più breve; in Italia la *Direttissima* per eccellenza è la linea BO - FI - Roma), e nonostante ciò sono loro affidati gran parte dei collegamenti sulla nuova linea.

Si sono ottenuti sensibili miglioramenti rispetto ai tempi di percorrenza di treni normali in virtù dell'apparecchiatura che permette alle casse dell'ETR.450 di inclinarsi in curva, ma al momento del completamento della " *Direttissima* " il sistema di inclinazione delle casse non avrà più alcuna utilità sulla linea Firenze - Roma. Quindi gli ETR.450, potranno eventualmente rendersi utili su altre linee particolarmente tortuose. Gli ETR.450 in versione policorrente potrebbero perfino rendere più brevi le percorrenze su alcune tratte internazionali, evitando così costosi interventi sulle linee: Milano - Gottardo - Zurigo, Milano - Fréjus - Lione, Milano - Ventimiglia - Marsiglia, e Venezia - Semmering - Vienna.

Nostro malgrado, dobbiamo però prendere atto di come la presenza degli ETR.450 sulla linea " *Direttissima* ", divenga più il simbolo del ritardo accumulato dalle ferrovie italiane in questo settore che un blasone di elevato contenuto tecnologico. La scelta dell'Ente infatti sembrerebbe essere caduta su questo vettore solo perché si trattava dell'unico progetto valido in avanzata fase di sviluppo che potesse garantire prestazioni

degne di essere comparate a quelle di altri vettori europei, prossime ai 250 km/h.

La progettazione di un qualunque veicolo di trasporto, infatti non può prescindere dal considerare anche le caratteristiche della sede in cui il mezzo si dovrà spostare; quando queste caratteristiche risultano così peculiari come quelle della nostra linea transappenninica la macchina non può non rimanerne considerevolmente modificata; l'impiego che si è fatto di questo eccellente elettrotreno ne ha invece in parte snaturato la funzione.

#### **4.4.1 Le ragioni reali di una scelta progettuale innovativa**

Come ben noto, all'infuori della pianura padana, in Italia non vi sono praticamente altre estese zone pianeggianti. Persino i tratti costieri sono spesso erti e frastagliati. Le vie di comunicazione e quindi tra esse anche le ferrovie si snodano lungo itinerari tortuosi, ricchi di montagne e colline. Se si vuole elevare la velocità massima consentita su queste linee si rendono necessarie costose trasformazioni e la costruzione di lunghe gallerie e viadotti. Essendo queste misure radicali e molto dispendiose, esse possono venire prese in considerazione solo su alcune direttrici fondamentali, come estrema soluzione. Sui percorsi di categoria appena inferiore, l'aumento della velocità massima consentita deve risultare un compromesso con la portata dei lavori da eseguire, per non gravare in maniera smisurata sui costi. La costante sfida con altri mezzi di trasporto

costringe tuttavia la ferrovia a migliorarsi continuamente per quanto riguarda la velocità commerciale.

A questo scopo si era sperimentato sin dagli anni sessanta un sistema di inclinazione delle casse per percorrere più velocemente le curve. Infatti sono le curve che costringono un treno a diminuire la sua velocità. La forza centrifuga spinge il convoglio verso la rotaia esterna; questa forza non deve essere così grande da arrecare danni al binario. La stessa forza spinge però anche i viaggiatori di un treno passeggeri verso le pareti esterne, sposta i bagagli, fa ondeggiare i bicchieri nelle carrozze ristorante e può anche essere fonte dell'insorgere di malessere tra i passeggeri.

Affinché la forza centrifuga rimanga nei limiti tollerabili per il nostro organismo,  $0.8 \text{ m/s}^2$ , (inteso ovviamente come limite di massimo comfort per passeggeri di ogni età e non come limite strutturale del corpo umano), le ferrovie hanno introdotto le seguenti misure di sicurezza:

- sopraelevazione delle curve: la rotaia esterna viene posata più in alto di quella interna. In questo modo una parte della sollecitazione viene eliminata per le sopraelevazioni però sono stabiliti precisi limiti; un treno può fermarsi in curva per un segnale posto a via impedita o per altre cause e si deve, ovviamente, evitare che si rovesci. L'inclinazione del binario non deve superare i  $6^\circ$  gradi (cioè  $160\text{mm}$ ). In questo modo si compensa una forza centrifuga pari a  $1.1 \text{ m/s}^2$ .
- Limitazione della velocità: più è stretta la curva, tanto minore è la velocità ammessa. Se si vuole sfruttare il limite di  $2.5 \text{ m/s}^2$  su linee

ben armate si rende necessaria anche l'inclinazione della cassa dei veicoli. Per usufruire al meglio della riserva di  $1.7 \text{ m/s}^2$ , (differenza tra la soglia di confortevole tolleranza umana e quella di limite tecnologico di sicurezza), il treno dovrà inclinarsi di  $10^\circ$  verso la parte interna della curva.

La notevole validità dell'intuizione iniziale, ci è confermata da analoghe esperienze maturate in nazioni ove l'orografia e le caratteristiche del territorio si avvicinano in qualche misura alle sinuose tortuosità dei nostri Appennini.

Fin dai primi anni Cinquanta i tecnici di diversi paesi (Germania, Svizzera, Francia, e Gran Bretagna) di fronte al problema di elevare la velocità in curva in tracciati particolarmente accidentati, argomentavano su realizzazioni poco probabili.

Lo spagnolo “ *Talgo Pendular* “, i cui veicoli oscillano nelle curve appesi come anche nella ferrovia di Wuppertal, non ha conosciuto per il momento successo al di fuori della Spagna ed è l'unico esempio marciante di alternativa alle casse mobili.

Il concetto delle casse mobili è stato da poco ripreso anche in altre nazioni oltre all'Italia che ne è stata la più convinta e pionieristica assertrice: oltre alla Germania, del cui ICE - T abbiamo già detto, anche la Svizzera e la Svezia si giovano di progetti analoghi che evidenziano l'ottima intuizione del nostro Pendolino.

Se nel caso della Svizzera si parla di *ETR.470 Cisalpino*, (un autentico clone su meccanica dell'ETR.460, il nuovo Pendolino), la Svezia ha

saputo interpretare il tema con un progetto proprio: non appena consegnato alle ferrovie svedesi (SJ), questo nuovo vettore ha brillantemente superato tutti i test e da tempo corre in regolare servizio. Questo treno ad assetto variabile, denominato X2, oggi collega regolarmente Stoccolma con Göteborg (456 km) in meno di tre ore, viaggiando alla media di 200 km/h.

Lungo 140 metri, è formato nell'ordine da una locomotiva (massa in ordine di servizio di 70 tonnellate, potenza di 3260 KW), una carrozza di prima classe, con 51 posti, una carrozza mista di seconda classe (29 posti) e ristorante (11 posti), due carrozze di seconda classe con 80 posti ciascuna e una carrozza pilota con 52 posti di seconda classe, per un totale di 292 posti a sedere. L'inclinazione massima delle casse (esclusa la locomotiva) è di 8° e di carrelli hanno assi autosterzanti per una migliore iscrizione in curva. Oltre all'azionamento trifase ABB, è da segnalare un sistema informatico particolarmente raffinato che controlla tutte le funzioni del treno compresa la segnalazione e diagnosi delle avarie e le informazioni ai passeggeri. La parte meccanica viene costruita nelle officine Kålmår, che impiegano per le saldature delle casse di acciaio inossidabile tecnologie e macchine utensili di concezione e realizzazione italiana.

#### **4.4.2 ETR.460: l'erede del Pendolino**

L'ETR.460, avviato al servizio nel 1996, sfrutta le più recenti evoluzioni del concetto di treno ad assetto variabile messo a punto dalla *FIAT*

*ferroviaria* dimostratosi, come abbiamo detto, un successo commerciale a livello internazionale. Anche in questo caso la caratteristica vincente è la possibilità di ottenere velocità medie considerevoli anche su tratte ferroviarie non espressamente progettate per l'alta velocità grazie all'inclinazione delle casse, qui ottenuta con attuatori idraulici controllati da più computers; il massiccio intervento dell'elettronica ha infatti considerevolmente semplificato il funzionamento della parte meccanica rendendolo ancor più preciso ed affidabile; questa in pratica la maggiore novità che rinverdisce un concetto tecnologico di sperimentato successo.

Il nuovo vettore è costituito da nove carrozze, sei delle quali sono riunite in tre unità motrici mentre le rimanenti tre, fra cui una carrozza ristorante, sono rimorchiate; il totale dei posti è di 458 di cui due per disabili. L'allestimento degli interni, ulteriore punto di forza di questa macchina rinnovata anche nella linea aerodinamica dal design di Giugiaro, segue delle direttive ben precise ispirandosi da un lato all'aereo, come tipologia di servizio, dall'altro all'automobile come filosofia di allestimento.

Questo orientamento, diffuso anche tra i progettisti stranieri, appare tutt'altro che casuale e tende a colpire i maggiori concorrenti del treno, (come risaputo automobile ed aereo appunto), proprio sul loro terreno, studiando anche questi minimi dettagli per conferire al vettore su rotaia da un lato l'aspetto tecnologico ed esclusivo tipico del servizio aereo, dall'altro l'abitabilità ed il comfort tranquillizzante di un autovettura granturismo di grossa cilindrata.

#### **4.5 E.402: promotore dell'elevata velocità**

Meno illustre delle due macchine precedentemente descritte (ETR.450, ETR.460, ETR.500), questo locomotore merita comunque di essere citato in quanto, visti i ritardi del progetto alta velocità nel nostro paese è stato sostanzialmente il primo veicolo a condurre il grande pubblico, (ricordiamo che per dimensioni, numero di veicoli, e classe, il pendolino rimane un mezzo elitario) sulla soglia delle notevoli prestazioni dell'*elevata velocità*.

Questi i requisiti richiesti dalle FF.SS. all'atto dell'ordine:

- velocità massima ammissibile 250 km/h;
- velocità massima di esercizio trainando 750 t: 225 km/h;
- Infatti per la trazione sulla *Direttissima* dei treni IC composti da materiale ordinario, le FF.SS. diedero l'incarico alle industrie di studiare una locomotiva di alte prestazioni e tecnologicamente all'avanguardia.
- velocità di crociera sulle rampe dell'otto per mille della *Direttissima*: 200 km/h trainando 450 t e 160 km/h trainando 900 t.
- sfruttamento della potenza massima nel campo delle velocità tra i 125 ed i 225 km/h.

Questa locomotiva polivalente è quindi destinata al servizio viaggiatori ad elevata velocità nonché al servizio merci pesante. Essa rappresenta

attualmente la più concreta e versatile risorsa dell'odierno parco macchine delle nostre ferrovie.

La sua potenza massima è di 6000 KW che gli consentono di sviluppare una velocità di 220 km/h. Destinata ad incrementare sensibilmente anche la velocità dei convogli commerciali.

#### **4.6 Infrastrutture: la linea aerea**

Senza dubbio la parte più affascinante e spettacolare del progetto alta velocità è rappresentato macroscopicamente dai velocissimi vettori che abbiamo più sopra descritto, ma naturalmente il complesso dell'alta velocità è fatto di molti più elementi tecnologici su alcuni dei quali è stato fin ora necessario sorvolare per ragioni di spazio. Tuttavia senza pretesa di eccessivo tecnicismo accenniamo anche alcune delle caratteristiche salienti del complemento infrastrutturale a quanto fin ora descritto, tanto più che è proprio da esso, e dal suo ingombro, che dipendono i maggiori fattori di impatto fisico sul territorio con cui ci si deve confrontare: la linea di alimentazione aerea.

Prendendo ad esempio la linea installata sulla *Direttissima*, una delle poche debitamente armate, e vediamo quali le principali caratteristiche per sostenere il futuro, elevato, traffico dell'alta velocità.

La linea aerea della Firenze - Roma consiste di due fili che sono sostenuti dalla medesima fune portante. I fili di contatto sono di rame ed hanno una sezione a nuovo di 150 mm<sup>2</sup>. La fune portante è di lega rame - cadmio, che nei confronti del rame puro è più resistente e quindi

sopporta un maggior carico. In rapporto alle altre linee FF.SS., la contrappesatura dei fili di contatto è maggiore: questo al fine di migliorare il contatto garantire una migliore captazione alle macchine dell'alta velocità. La fune portante ha una sezione di  $160.6 \text{ mm}^2$  che in relazione alla conduttività elettrica è da paragonare ad un filo di rame di  $140 \text{ mm}^2$ . L'intera sezione utile per la trasmissione della corrente è quindi equivalente ad una linea in puro rame con sezione di  $440 \text{ mm}^2$ . La tesatura meccanica è regolata automaticamente tramite contrappesi. Per la linea di contatto valgono particolari caratteristiche:

- Tensione meccanica maggiore rispetto a quella usuale sulle altre linee FF.SS. (2 x 1500 kg per i fili di contatto e 2570 kg per la fune portante);
- campate praticamente costanti;
- completa eliminazione degli urti sull'organo di presa delle locomotive in prossimità dei sezionamenti anche ad alta velocità;
- per la palificazione si è dovuto far ricorso ad una nuova progettazione, poiché i pali tubolari tradizionali tenderebbero ad oscillare al passaggio di treni ad alta velocità. Si sono realizzati allora sostegni a portale con due piedritti uniti superiormente da una trave che assicura la necessaria rigidità anche laterale. Il tutto è fissato al suolo mediante cerniere mobili lungo l'asse della linea: in questo modo trasmettono solo lievemente alla linea di contatto le sollecitazioni arretrate dal transito di treni pesanti e veloci come pure da eventuali movimenti del terreno indipendenti dall'esercizio

ferroviario. Nelle gallerie la palificazione si riduce a supporti verticali separati per ciascun binario, fissati alla volta nel punto più alto ed alle mensole applicate ad essi.

# **ALTA VELOCITÀ: ANALISI IN CHIAVE AMBIENTALE DELL'OPPORTUNITÀ' DI RIEQUILIBRIO DEL SISTEMA DEI TRASPORTI**

## **1. Premessa**

Pur essendo quello della *Valutazione di Impatto Ambientale* un tema tecnicamente non più recentissimo si deve riconoscere come ancora oggi, spesso a causa di chi vorrebbe occuparsi di problematiche ambientali ma non possiede la necessaria competenza e preparazione, sussista una discreta incertezza sull'argomento non solo da parte dei non addetti ai lavori.

La V.I.A. deve in breve consistere in una disamina, tanto più approfondita quanto maggiore è il peso dell'opera indagata, delle possibili implicazioni ad essa connessa, di tutti quei fattori che possono arrecare anche solo disturbo o piuttosto vero e proprio danno all'ambiente. Molto frequentemente l'impatto ambientale viene erroneamente confuso con una sua pur importante, ma non unica parte, che essendo più facile a trattarsi rischia di accentrare su di se un eccesso di considerazione: *l'impatto estetico* dell'opera.

Le più moderne tecniche digitali hanno poi permesso di ottenere ottimi risultati di previsione in tal senso, producendo immagini a stento distinguibili dalla realtà effettiva, certamente utili per una divulgazione all'opinione pubblica ed una sua sensibilizzazione; tuttavia questo non è che un aspetto della V.I.A. che, come vedremo, spesso porta a

determinare implicazioni in settori apparentemente del tutto disgiunti dal tipo di intervento previsto. Nel caso in questione, l'introduzione dell'alta velocità in regione, il coinvolgimento e le interazioni tra l'opera e quanto la circonda, soprattutto il fattore antropico, sono tali da permetterci, o meglio obbligarci, ad affrontare uno studio di impatto su una base molto più estesa passando dall'impatto ambientale circoscritto a quello territoriale onnicomprensivo.

## **2. Il metodo di indagine**

Impossibile perciò tralasciare per una realizzazione di questa portata la questione ambientale, alla luce della quale, ogni nuovo progetto deve subire opportuni aggiustamenti.

Come ci è ben noto esistono molte e diverse scuole di pensiero che hanno prodotto metodi di analisi e valutazione dell'impatto sull'ambiente che un'opera infrastrutturale può avere; queste metodologie nella loro evoluzione sono divenute sempre più oggettive e scientificamente attendibili.

Nella pratica progettuale, possedendo già un elaborato ad un livello di studio molto avanzato (prossimo al livello di esecutivo), si procederebbe aprendo una fase di *analisi* nella quale raccogliere e valutare tutti i parametri caratteristici dell'opera in questione che possano avere una qualche relazione aggressiva con l'ambiente circostante; a questa fase seguirebbe quella della *diagnosi* delle problematiche che, con la sua maggiore profondità, condurrebbe alla *sintesi*, dalla quale trarre

indicazioni su come modificare il corso progettuale per rendere l'inevitabile costo ambientale dell'opera minimo e compatibile con le risorse localmente coinvolte.

In sostanza il problema per il progettista è quello di riuscire a prevedere gli influssi del suo intervento sull'ambiente inteso nella sua accezione più ampia, comprendente perciò anche l'uomo e le sue attività insediative.

Di norma per rendere questo schema operativo il più elastico possibile si usano definire anche dei *coefficienti di peso* dei singoli fattori; questi coefficienti hanno lo scopo di rendere le rigide maglie di una struttura composta da un elenco standardizzato di problematiche, adattabili a processi di studio svolti in contesti totalmente diversi per i quali un problema può essere maggiormente sentito, vuoi per fattori culturali o economici o di altro genere, che altrove.

Nel nostro caso, non possedendo un autentico progetto, la finalità che ci proponiamo è quella di utilizzare un percorso, comunque strutturato come quello poc'anzi descritto, per evidenziare i vantaggi possibili, da un punto di vista ambientalistico, di un riequilibrio del trasporto nel nostro paese dando maggior spazio alla ferrovia, nello specifico ad alta velocità, rispetto, ad esempio, all'abusato vettore su gomma e non solo. Per affrontare questo percorso ci avvarremo dello strumento più sintetico disponibile tra i tanti, ovvero quello della *check - list*, la quale è spesso il più pratico sussidio per il progettista nelle sue previsioni. Qui di seguito raccoglieremo, a titolo di esempio, alcuni dei principali parametri che

potrebbero costituire il nucleo di una check - list utilizzandoli, in parte, come spunto per alcune considerazioni.

## 2.1 Ipotesi per una check - list

### Supporto Territoriale

Suolo	Caratteristiche Geologiche	Caratteristiche Pedologiche	Caratteristiche Geo-Morfologiche	Risorse E Particolari Vocazioni	Sismicità	
Acqua	Acque Superficiali	Acque Sotterranee				
Flora	Colture Spontanee	Colture Introdotte				
Fauna	Specie Preesistente	Specie Introdotta				
Trasformazioni In Atto Sul Territorio	Trasformazioni Morfologiche	Ecosistemi				
Inquinamento	Suolo	Acqua	Aria	Acustico	Termico	Elettromagnetico

### Sovrastruttura Manufatta

Insedimenti	Collocazione	Insedimenti Residenziali	Insedimenti Attività Primarie	Insedimento Attività Secondarie	Insediment o Attività Terziario	Insedimento Attività Agricole
Strutture Di Servizio Di Connessione E Relazione	Strutture Sanitarie	Infrastrutture Stradali	Infrastrutture Aeroportuali E Portuali	Reti Di Distribuzione Di Energia	Reti Idriche	Strutture Attrezzature Turistiche
Zone Di Particolare Rilievo	Urbanistico	Architettonico	Territoriale	Naturalistico		

### Realtà Antropica

Popolazione	Caratteristiche Demografiche	Caratteristiche Sociali	Caratteristiche Etnologiche	Caratteristiche Economiche		
Sistema Economico		Apparato Direzionale	Apparato Industriale		Apparato Commerciale	Apparato Agricolo

## 3. Analisi dei singoli fattori maggiormente significativi

La lista che fino a qui abbiamo redatto è naturalmente lontana dall'essere completa, ma serve comunque ad evidenziare alcuni e talvolta inattesi fattori dell'evoluzione progettuale dei quali tenere conto.

Come si è visto abbiamo suddiviso il problema in tre grandi gruppi scomponendo il territorio, nella sua più ampia accezione, in Supporto Territoriale, Sovrastruttura Manifatta, Realtà Antropica. A monte di ogni altra considerazione possiamo sottolineare come comunque le linee ad alta velocità siano del tutto simili per tipologia degli impatti alle linee attualmente in esercizio; infatti le opere ingegneristiche legate ai due sistemi sono pressoché analoghe.

Secondo alcuni rilevamenti del T.A.V. il “ nastro di influenza “ sviluppato dunque in entrambe i casi si estenderebbe per una larghezza complessiva di circa 10 Km; su questa superficie, in minima parte occupata in modo fisico, per lo più toccata solo da influenze indirette, si debbono concentrare le nostre attenzioni incrociando le caratteristiche superficiali del territorio con i parametri di interesse evidenziati in precedenza.

Senza un progetto a livello esecutivo con un suo preciso tracciato da seguire sulla carta, alcuni dei punti evidenziati nella check - list non si prestano ad essere discussi, come ad esempio le caratteristiche geologiche e litologiche del terreno, ma vale senz'altro la pena di puntualizzare alcuni aspetti del fattore *inquinamento*, capitolo fondamentale, anche se non unico, di ogni V.I.A.

### **3.1 Emissioni inquinanti e loro relativi effetti**

Sotto questo punto di vista infatti il treno in generale, ed anche le linee ad alta velocità nonostante le loro accresciute prestazioni, si possono definire molto più vantaggiose di ogni altra forma di trasporto meccanizzato; sarà sufficiente scorrere i dati resi noti dal T.A.V.; infatti reso 100 il valore delle varie voci coinvolte dal progetto alta velocità vediamo (Tab.1.7) come le emissioni dirette, (Ossido di Azoto, Ossido di Zolfo, Monossido di Carbonio), dovute al trasporto su rotaia nel caso ad esempio del contributo alla formazione delle *piogge acide*, siano circa il 70 % di quelle dovute al trasporto tradizionale (ferrovie convenzionali incluse tratte non elettrificate), circa il 30 % di quelle dovute al trasporto su gomma, (qui ci si riferisce ovviamente al trasporto di passeggeri con veicoli privati), e quasi il 25 % delle emissioni dovute al trasporto aereo. Anche il caso dell'emissione di *biossido di carbonio*, responsabile del ben noto *effetto serra*, vede il vantaggio dei vettori ferroviari; infatti se confrontata con il trasporto ferroviario tradizionale, l'alta velocità emette gas per il 75 % circa di quest'ultima fonte; ma i valori più impressionanti si ottengono effettuando il confronto con le altre modalità trasportistiche: nel caso del trasporto su autovetture private le emissioni vengono abbattute a circa il 20 %, mentre l'aereo viene fortemente penalizzato dal confronto riproponendo, anche sotto questa luce, la effettiva competitività del treno su percorsi di lunghezza inferiore ai mille chilometri dove l'aereo non può fisicamente esprimere tutto il suo potenziale; infatti in questo caso risulta che il treno emette biossido di carbonio per una percentuale pari al 13 % circa.

Vi è inoltre un ulteriore fattore tecnologico che rende ancora inferiore l'impatto sull'ambiente di queste emissioni; infatti ciò che muove le locomotrici è nel 90 % dei casi la trazione elettrica; la forza elettromotrice viene prodotta in centrali e quindi smistata là dove è richiesta, in questo modo vi è un'unica sorgente emettitrice di sostanze inquinanti che rende più agevole il controllo delle emissioni stesse ed il trattamento del refluo aeriforme prima che questo entri nell'atmosfera; in tabella 9.3 sono rappresentati i notevoli progressi fatti negli ultimi anni per il controllo delle emissioni; in tabella 9.4 è invece possibile fare un'analisi locale relativamente a vantaggi e svantaggi delle più comuni fonti energetiche a nostra disposizione, si può qui osservare come la trazione elettrica sia potenzialmente legata alle sorgenti con il più limitato impatto ambientale possibile, ad eccezione fatta per il carbone il cui uso è certamente già limitatissimo; questo continuo impegno tecnologico unitamente a ciminiere, alte anche nell'ordine del centinaio di metri ed oltre per gli impianti più importanti, attuano un efficace effetto di diluizione della colonna gassosa dopo che questa è stata trattata facendo in modo, con complessi studi che coinvolgono fin anche le correnti di vento prevalente in una data zona, che le concentrazioni al suolo di inquinanti divengano pressoché nulle nel raggio di pochi km dalla sorgente, (solitamente meno di 10 km); viceversa nel caso degli autotrasporti le centinaia di migliaia di sorgenti emettono in maniera molto più diffusa sul territorio e proprio ad " *altezza d'uomo* ", senza possibilità di effettuare nessun controllo se non durante sporadiche

iniziative o a posteriori, quando ormai gli agenti inquinanti sono già dispersi omogeneamente nell'atmosfera urbana.

Il T.A.V. fornisce tra le altre voci anche un confronto sul consumo in termini di risorse naturali: questo tipo di conteggio può a nostro avviso rivelarsi una potente chiave di lettura del problema in termini energetici tanto da indurci a dedicarvi un capitolo a parte.

Tuttavia per completezza accenneremo anche a questi dati: anche in questo caso notevolmente svantaggiati nel confronto risultano il trasporto privato e quello aereo.

Infatti i consumi in alta velocità sono pari al 13 % di quelli dovuti al trasporto su autoveicolo ed addirittura eguali al 9 % di quelli aeronautici.

### **3.1.1 Particolato come possibile agente inquinante delle acque superficiali e sotterranee: confronto strada - rotaia**

In questa circostanza la nostra attenzione, che precedentemente era stata rivolta all'emissione di agenti inquinanti in termini di tipologia e quantità assoluta, si concentra su quello che accade quando tali sostanze giungono sul terreno depositandosi; nel caso di un'autostrada l'inquinamento areale ed idrico è tangibile ed è costituito prevalentemente dagli scarichi di sostanze volatili di scarto della combustione di carburanti, veicolate dalla eluzione provocata dalle piogge sui depositi in carreggiata; ingenti contributi vengono anche da polveri derivanti dal consumo del manto stradale bituminoso, dall'usura dei pneumatici, dei freni, delle frizioni. Su tali polveri sono prima depositati e poi assorbiti idrocarburi, ossidi di

piombo provenienti dal ciclo di combustione interna dei motori. A questi viene ad aggiungersi il contributo, in alcune località tutt'altro che modesto, dei sali, (NaCl, o CaCl<sub>2</sub>), sparsi in abbondanza come antighiaccio nei mesi invernali. La quantità dei suddetti inquinanti che possono trovarsi nei reflui idrici di un determinato sistema viario è poi sicuramente funzione delle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche dell'ambiente circostante, nonché dei venti dominanti e della frequenza ed intensità delle precipitazioni meteoriche. Nota la frequenza delle precipitazioni nella nostra regione e la particolare morfologia di zone quali quella del Carso triestino, si comprende bene come questo tipo di inquinamento possa agire anche a profondità e per estensioni sorprendenti potendo raggiungere tramite tali formazioni geologiche persino il mare.

Il traffico ferroviario, invece, specialmente quello sviluppato su linee elettrificate, è come appena dimostrato ben lontano dalle concentrazioni tipiche delle arterie stradali ed il particolato che si produce si deve unicamente al materiale che viene prodotto nell'ultima fase della frenatura; come noto infatti i convogli a trazione elettrica utilizzano la frenatura pneumatica solo per l'arresto dei vagoni mentre per il suo rallentamento i motori vengono temporaneamente trasformati in generatori sfruttando l'effetto del lavoro dei campi elettromagnetici per l'abbattimento della velocità, con il vantaggio di recuperare una parte della corrente impiegata.

### **3.2 Inquinamento acustico**

Non sono quindi le emissioni inquinanti di sostanze e particolato a penalizzare l'alta velocità, ma vi è tuttavia un settore in cui il bilancio potrebbe non essere così favorevole a questa nuova modalità trasportistica, cioè quello delle emissioni sonore. Infatti è proprio questo fattore ad estendere così tanto in larghezza la fascia o nastro di influenza che abbiamo prima definito in 10 km e che fisicamente potrebbe invece ridursi al solo spazio occupato dalla massicciata e dal suo armamento. L'esame dei dati attualmente disponibili ci consente però, anche in questo caso delle considerazioni, sostanzialmente positive nei confronti dell'alta velocità: infatti gli accorgimenti messi in atto sui moderni vettori rendono questi ultimi, contrariamente a quanto si è creduto, equivalenti ai veicoli attualmente circolanti in rete; a parità di velocità rispetto ai mezzi convenzionali, l'ETR.500 emette infatti tra i 5 e gli 8 decibel in meno, mentre la sua " impronta acustica " alla velocità di 275 km/h, rappresentante come detto l'attuale velocità di crociera prevista, è per dimensione e comportamento del tutto analoga a quella di un odierno Intercity che viaggia tra i 180 ed i 200 km/h. Il problema, se mai, si sposta dunque sugli effetti acustici del treno in quanto tale, piuttosto che richiedere particolari accorgimenti legati esclusivamente all'introduzione dell'alta velocità. La maggiore sensibilità ambientale che oggi tutti sperimentiamo ha condotto all'approvazione di una legge quadro sull'inquinamento acustico (n° 447 del 26 Ottobre 1995), la quale fissa un limite diurno di tollerabilità nel valore di 65 decibel, limite questo che viene frequentemente superato negli agglomerati urbani, attestandosi la

media italiana intorno ai 71 decibel, e non certo per solo demerito del treno. Preso quindi atto del sussistere anche di tale esigenza che, nel nostro caso, si evidenzierà in modo grave soprattutto in occasione dei possibili passaggi in prossimità di centri abitati, rivolgiamo la nostra attenzione alla tecnologia delle barriere *fonoassorbenti* e *fonoisolanti*; teorizzata da tempo ed introdotta massicciamente solo negli ultimi anni, questa dovrà porre rimedio a situazioni locali considerate critiche aumentando così per contro il costo unitario di un chilometro di linea, talvolta in modo più che sensibile e rendendo certamente più impegnativo l'inserimento dell'opera nel suo contesto. Esempio in questo caso il progettato passaggio dell'A.V. spagnola a ridosso della città di Cordoba dove non solo si è provveduto ad erigere barriere antirumore ove necessario, ma si è definitivamente eliminato il problema con numerosi passaggi sotterranei, dove è il suolo stesso a rendere l'impatto acustico nullo. Quest'ultima soluzione, per quanto notevolmente onerosa sembrerebbe gradita ormai a molti progettisti e la ritroviamo in più occasioni; esempio per impegno e funzionalità quanto previsto per la nuova stazione di Monaco:

- progetto della stazione ferroviaria **Monaco 21**: il nuovo complesso, su una superficie di 400.000 mq, sarà fra i più qualificati spazi pubblici in Europa. L'attuale stazione capolinea verrà chiusa ed i treni passeranno in una stazione di transito posta ad un livello inferiore. I binari situati a 37 m di profondità non si svilupperanno in galleria, ma in un grandioso salone coperto 50 m più in alto da una

volta della larghezza di 110 m in materiale trasparente. Si creerà quindi un “ salone pubblico “ nel centro di Monaco, mentre al di sopra della rampa di accesso dei treni al cuore della stazione sorgerà un quartiere residenziale con ampie zone a verde. Questo renderà ovviamente l’impatto acustico, ma non solo quello, del tutto irrilevante, sfruttando questo considerevole intervento come una occasione di riqualificazione del territorio.

Più modesti esempi di applicazione di tecnologie atte a diminuire il livello di rumore si trovano anche in Italia; attualmente è più frequente riscontrare interventi di questo tipo sulle strade che non a ridosso di ferrovie. Questo testimonia comunque una accresciuta sensibilità da parte degli Enti coinvolti che, dando ormai per scontata la V.I.A. su fattori come le emissioni di gas e polveri, ampliano il loro spettro di azione andando a smorzare anche quegli effetti collaterali (*impatti residui*) che solo qualche anno orsono si sarebbero bellamente trascurati. Queste barriere erette in prossimità località vulnerabili, (là dove arterie a grande scorrimento vanno a lambire centri abitati), assumono l’aspetto di deflettori realizzati in legno o altri materiali, (a seconda che si desideri ottenere un effetto maggiormente assorbente o piuttosto riflettente), in dipendenza anche dal contesto in cui vengono inserite; spesso in località in cui vi era l’esigenza di non sottrarre luce alle costruzioni vicine sono comparse barriere e schermi in plexiglas, di cui un esempio troviamo senza andare troppo lontano, anche sul “ *Ponte della Delizia* “ in località Casarsa nell’ambito stradale e nella

nuova stazione di Tarcento in ambito ferroviario. Altro considerevole esempio dell'impiego di tali tecnologie si ha nel nuovo centro di smistamento in località Cervignano: qui tutti i viadotti ferroviari sono caratterizzati dalla realizzazione di una barriera continua antirumore costituita da uno schermo in c.a. concavo che si sviluppa parallelamente per la lunghezza dei binari; così è anche al confine Est dello scalo dove in più verrà istituita una fascia attrezzata a verde pubblico.

### **3.3 Le interazioni con la realtà antropica: utilizzo razionale della risorsa territoriale**

Affrontando ora il territorio dal punto di vista delle sovrastruttura manufatta e quindi della realtà antropica troviamo altri motivi di incentivazione per l'introduzione dell'alta velocità: uno dei più evidenti emerge definendo un indice che chiameremo di *consumo* o *utilizzo del territorio*.

Se il confronto sotto questo punto di vista può ancora essere sostenibile con la rete viaria autostradale, (sede del trasporto veloce per i vettori su gomma), certamente è di nuovo il trasporto aereo, (ferma restando ovviamente la sua efficienza oltre i 1000 km), a destare le maggiori perplessità.

Infatti proviamo ad ipotizzare un ingombro fisico sul terreno da parte delle strutture di rete ferroviaria di circa 16.5 m di larghezza, (equivalenti a considerare una linea a quattro binari e relativi spazi di sicurezza), ipotizzando una estensione su territorio di ben 800 km, (una

simile linea se realizzata rappresenterebbe la soluzione dell'ottanta per cento dei problemi trasportistici in Italia attraversandola per tutta la sua estensione Nord - Sud, oppure da Ovest ad Est), otteniamo una superficie occupata pari ad un'area di 3.6 x 3.6 km circa; estensione questa equivalente a quella del solo aeroporto di Roma - Fiumicino, (come evidenziato in tabella 10.0), senza considerare gli spazi occupati dai servizi annessi, dalle vie di fuga per la sicurezza in testata alle piste, dalle strade e dai parcheggi affinché gli automezzi vi accedano comodamente; inoltre tutta questa struttura deve trovare collocazione in un contesto territoriale unico, da occuparsi uniformemente e, per maggior aggravio, sito almeno in vicinanza di un grande centro insediativo, caratteristica quest'ultima sempre meno perseguibile.

Nella linea ferroviaria, invece, è insita la possibilità di aggirare zone troppo densamente popolate o di attraversarle senza insostenibili disagi con uno sfruttamento della ormai preziosissima risorsa territoriale molto più versatile e razionale.

Fu proprio l'esigenza di un migliore utilizzo del territorio a rendere negli anni sessanta il Giappone pioniere nel settore dell'alta velocità. Il Giappone è infatti un paese dal territorio esteso circa quanto quello italiano ma dalla popolazione molto più numerosa; fu quindi l'impossibilità per i dipendenti nei vari settori occupazionali a trovare un alloggio situato nei pressi del posto di lavoro a determinare un fenomeno di pendolarismo dalle dimensioni senza precedenti.

Quindi l'unico modo per "avvicinare" una località nel raggio di 200 km dalla grande metropoli, fonte di opportunità di lavoro, non poteva che

essere quello di lavorare sulla riduzione dei tempi negli spostamenti quotidiani e quindi l'aumento delle velocità commerciali (ricordiamoci gli effetti sulle distanze evidenziati dalle carte isocrone).

### **3.3.1 Coefficiente di sicurezza del servizio**

Un altro argomento apparentemente non connesso con la valutazione di impatto ambientale, così come si è portati superficialmente ad immaginarla, è la *sicurezza per l'utenza*; si deve infatti considerare come, da un punto di vista strettamente ingegneristico, la perdita di vite umane rappresenti un elevatissimo costo in termini di impatto sul sistema antropico.

La maggiore sicurezza rappresenta perciò un considerevole fattore a vantaggio del treno; essa diminuendo il fattore di rischio, rende senza dubbio più accettabile il costo sociale di questa forma di trasporto; inutile dire che non vi è paragone tra il numero di incidenti che accadono sulle autostrade (46.000 morti circa e 1.083.000 feriti dal 1983 al 1987, solo per fornire un ordine di grandezza) e quelli invece accaduti sulle strade ferrate (difficile superare i 50 decessi in un anno). Si pensi che la realizzazione del grafico 8.0 ha richiesto l'uso di una scala logaritmica per far apparire i due valori in modo confrontabile in un unico diagramma; anche in questo caso l'alta velocità pone di fronte ad un più oneroso impegno in termini tecnologici, visto che l'accresciuta velocità commerciale rappresenta senz'altro un più elevato fattore di rischio. Per questo, come visto nel capitolo dedicato alla tecnologia che accompagna

l'alta velocità, si sono dovuti studiare sistemi informativi di bordo e di segnalazione a terra in grado di aumentare la sicurezza attiva e passiva del mezzo.

### **3.4 Gli impatti residui**

Supponiamo ora di trovarci al termine di quel percorso che abbiamo precedentemente descritto, ultimata dunque la fase di sintesi, abbiamo valutato tutti i problemi evidenziati dalla check - list e tutte le loro implicazioni; abbiamo stabilito quale può essere il *modus operandi* per le opportune correzioni al nostro elaborato progettuale ma rimane ancora da dipanare il problema degli *impatti residui*. Stiamo cioè alludendo a tutti quei fattori negativi che, nonostante la nostra accurata disamina, non si può in alcun modo eliminare ma al più minimizzare, (o almeno prevedere per non essere colti impreparati): ragioni legate alla trattazione, ci hanno portato anticiparne in precedenza un esempio valutando l'inquinamento acustico; a questo paragrafo il compito di evidenziare altri fattori di disagio tra cui l'inquinamento termico, quello meccanico, e gli oneri che un così esteso cantiere di costruzione comporta per il territorio e per i suoi abitanti, non solo in fase di edificazione dell'opera, questione del tutto scontata, ma anche per la sua periodica manutenzione.

#### **3.4.1 L'inquinamento termico**

Questo genere di onere ambientale può essere suddiviso in due contributi: uno diretto e dovuto alla presenza sul territorio di una fonte irradiante, uno indiretto che ci obbliga a riallacciarci a quanto esposto in precedenza per le emissioni ed in particolare quelle di biossido di carbonio cui imputiamo la crescita dell'*effetto serra*, (responsabile dell'accrescersi della temperatura del pianeta).

Al primo caso si possono estendere le considerazioni già espresse per le emissioni in atmosfera: anche per il calore appare molto più conveniente avere una unica fonte, la centrale, sulla quale effettuare un'opera di controllo e monitoraggio, dove eventuali modificazioni del microclima locale possono subito essere rilevate valutando così la necessità di “condizionare” lo strato gassoso per risolvere il problema.

Altrettanto dicasi per tecnologie che dovessero utilizzare cospicue quantità di acqua per raffreddare i macchinari durante il ciclo di produzione dell'energia elettrica.

Là dove possibile, un unico impianto per la produzione di energia elettrica può prestarsi, con migliori e più economici risultati, a processi di cogenerazione incrementando ulteriormente la resa della struttura.

Per l'effetto serra sono la diminuzione di emissioni e l'ottimizzazione dei cicli produttivi la migliore strategia. Anche in questo senso si è fatto moltissimo e la struttura stessa delle centrali riprende gli ormai noti vantaggi dell'unica fonte emettitrice contro le più numerose ed incontrollabili fonti sul territorio.

### **3.4.2 L'inquinamento meccanico**

Parlare di inquinamento di tipo meccanico significa alludere alle vibrazioni generate dal passaggio dei convogli in prossimità o addirittura all'interno dei centri abitati; questo problema già presente per le linee convenzionali diviene ancora maggiore all'accrescersi delle prestazioni dovute a convogli ad alta velocità.

Queste sollecitazioni di tipo meccanico impongono uno sforzo progettuale maggiore nella costruzione di adeguate opere d'arte per le linee, e fortunatamente raggiungono l'apice, con le più elevate punte velocistiche, in zone senz'altro scarsamente popolate. Rimane tuttavia necessario considerare come talune delle città destinate al collegamento in alta velocità siano *città d'arte* e perciò siti altamente vulnerabili i cui monumenti, a seconda dei percorsi che verranno attuati, potrebbero risentire di effetti collaterali sul medio e lungo periodo. Sotto questa ottica assumono maggiore rilevanza e compiutezza gli studi in corso per i trasporti a levitazione magnetica di cui già abbiamo detto, miranti a mantenere elevate prestazioni anche in centri molto densamente abitati, ed il Giappone fa certamente testo, senza rendere la propria presenza evidente anche a chilometri di distanza. Minimizzare questo problema per strutture ad interfaccia convenzionale tra ruota e rotaia appare senza dubbio un compito non facile: in parte la funzione di assorbire e distribuire le sollecitazioni sul terreno viene svolta dal “ *ballast* “ della massicciata e dalle nuove traversine in *C.A.P.* che da qualche anno sostituiscono il più tradizionale ed ambientalmente oneroso legno, ma

questa soluzione si deve più a ragioni economiche e di praticità che ad effettive esigenze meccaniche.

Là dove più si è potuto intervenire è stato nel campo degli attacchi tra rotaia e traversina: passando da una imbullonatura diretta acciaio su acciaio ad una più pratica soluzione costituita da molle elicoidali detta “ attacco *Pandroll* <sup>TM</sup> “. Se questa evoluzione si deve soprattutto al tentativo, peraltro riuscito, di rendere più veloce e meccanizzata la posa in opera delle linee un ulteriore aggiornamento di questo attacco, espressamente pensato per linee ad elevate prestazioni, ha voluto cercare di isolare, grazie alle potenzialità dei nuovi materiali, la fonte secondaria delle vibrazioni, ovvero il binario, dal terreno.

Il sistema *Pandroll Fastclip* ® è un sistema di fissaggio per rotaie di produzione totalmente integrata, preassemblato e senza filettature o rivetti; esso è costituito da una molla sovradimensionata in acciaio e piegata a fermaglio. Questa blocca la rotaia sulla traversina offrendo, tra l'altro, limiti a fatica migliori del 50 %. Il sistema viene fornito preassemblato nelle sue componenti principali: la traversina in calcestruzzo, nella quale sono annegate le spalle di tenuta della clip, ed i due isolatori indipendenti per fermaglio e spalla realizzati in *Zytel* ® che hanno anche la funzione di evitare eventuali cortocircuitazioni elettriche tra le rotaie.

### **3.4.3 L'inquinamento elettromagnetico**

Il problema in questione viene qui riportato soprattutto per completezza con la consapevolezza che non sono a tutt'oggi disponibili dati e rilevamenti certi cui riferirsi; in questo caso si tratta di valutare i rischi per la popolazione connessi all'instaurarsi di campi a bassa frequenza dovuti alle correnti di alimentazione per le linee aeree posizionate in prossimità di centri ad elevata densità insediativa. Mancando inoltre una normativa nazionale in materia non si può che riferirsi ai livelli evidenziati dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità; anche in questo caso il problema non si presenta comunque come specificatamente legato all'alta velocità in quanto già sollevato da tempo in merito a tutte le linee ad alta tensione che attraversano il nostro paese ed ultimamente anche a causa del diffondersi della telefonia cellulare.

#### **3.4.4 L'onerosità ambientale del cantiere**

A differenza di quanto accaduto in Francia ad esempio, dove la zona occupata dalle linee ferrate è sostanzialmente pianeggiante, nel nostro paese le stesse ragioni che hanno condotto ad una scelta tecnologica complessa come quella del pendolino, porteranno alla realizzazione di linee ricche di manufatti e di opere d'arte talvolta di notevoli dimensioni per ottenere percorsi “ *diretti* “.

Nonostante la tecnologia disponibile ci consenta, ad esempio, di avanzare in galleria a ritmi impensabili solo venti anni fa, rimane il problema dello smaltimento dei materiali di scavo e quello di determinare con quali mezzi e per quali vie allontanare questa

considerevole quantità di inerti generati in cantiere, (problema questo ben noto ai progettisti della nuova linea Pontebbana, citando un caso a noi vicino in tempo e spazio, con le sue numerose gallerie); questo è senz'altro il più voluminoso, ma non unico, problema di impatto residuo generato da un intervento su così vasta scala basti pensare al carico sulla rete viaria possibili alla località dei lavori o agli approvvigionamenti di materiali e macchinari, talvolta molto ingombranti, necessari all'avanzamento dell'opera. La cosiddetta “ *cantierizzazione* “ è quella fase sempre più importante ed articolata di un progetto che ha come finalità quella di minimizzare a partire dalle sue fasi iniziali gli impatti territoriali di ogni opera organizzando razionalmente la logistica ad essa connessa. Al fine di acquisire ulteriori elementi che permettano l'affinamento di tali tecniche, evitando quindi la creazione di nuovi ed imprevisti problemi ambientali connessi con il necessario insediamento del cantiere sul territorio, il T.A.V. ha previsto nel tratto in costruzione tra Roma e Napoli l'istituzione di un punto di osservazione e di monitoraggio delle attività di cantiere finalizzato a documentare l'evolversi della situazione ambientale, sia al fine di verificarne la coerenza rispetto alle previsioni dello studio d'impatto, sia per consentire adeguati provvedimenti qualora si dovessero manifestare emergenze impreviste, avviando di fatto un'esperienza pilota che potrà avere notevoli ricadute su tutta la cantieristica nazionale dedicata a grandi opere infrastrutturali e non soltanto ad esse. Finalità dei controlli e criteri per gli eventuali interventi correttivi, preventivamente sanciti attraverso l'*Accordo Procedimentale* stipulato tra il Ministero dell'Ambiente,

quello dei Trasporti e l'Ente Ferrovie dello Stato, sono schematicamente riportati nelle tabelle 19.0 e 19.1.

### **3.4.5 Permeabilità alla fauna delle linee di grande comunicazione**

Come più volte ricordato la sensibilità ai problemi ambientali si è considerevolmente accresciuta negli ultimi anni fino ad estendere la sua attenzione a fattori solo apparentemente marginali; per questo si desidera ricordare tra gli impatti residui come anche la presenza della fauna, specie in una regione quale la nostra dalla considerevole dotazione naturalistica, deve trovare uno spazio adeguato.

Da diversi anni i progettisti d'oltralpe tengono conto di queste presenze nella progettazione delle loro aste viarie che rappresentano, con estensioni di centinaia di km ed un traffico veicolare sempre sostenuto, barriere insormontabili per gli animali; da qui l'insorgere del problema, che oltre a coinvolgere il settore ambientalistico dei progetti, presenta risvolti considerevoli anche per la sicurezza di chi si serve delle strade.

La soluzione a queste problematiche si ottiene con la creazione di varchi, in forma di modesti sottopassaggi, per consentire ad animali delle differenti taglie presenti sul territorio di migrare da un versante all'altro dell'arteria stradale indisturbati e soprattutto incolumi.

Ancora in questa occasione la ferrovia si presenta come un ottima soluzione al problema senza richiedere neppure impegni accessori per opere anche di minima entità data la sua struttura estremamente permeabile; infatti la massicciata ferroviaria non rappresenta certo un

ostacolo invalicabile, inoltre i ritmi del traffico, non comparabili con quelli di una moderna autostrada, sono tali da non interferire con la presenza degli animali e dei loro cicli vitali e migratori. Per avere un esempio di una località a noi vicina e potenzialmente coinvolta, sarà sufficiente ricordare la zona sita a cavallo tra il confine italo - austriaco nota come *via degli orsi*, dove da alcuni anni si cominciano ad avere nuovamente avvistamenti dei plantigradi in particolari periodi dell'anno.

### **3.5 Impatto ambientale sul lungo periodo: razionalizzazione del consumo di risorse energetiche di origine non rinnovabile**

Come accennato precedentemente rivolgeremo ora la nostra attenzione al problema ambientale passando dall'approccio classico ad una nuova ottica ovvero quella del razionale utilizzo delle risorse energetiche. I dati di cui disponiamo, seppur non dell'anno corrente, ci permettono quantomeno di dare una dimensione ed un ordine di grandezza al problema.

L'indagine al riguardo è stata condotta partendo dal consumo energetico per singola unità di traffico effettivamente trasportata e da quello corrispondente alla piena utilizzazione del mezzo, sia nel caso di trasporto di persone che di merci, rispettivamente secondo i tipi di unità circolanti impiegate su strada e nel trasporto su rotaia, ovviamente nei casi in cui sia possibile un paragone. In particolare, affinché il raffronto sia fatto in condizioni confrontabili di servizio reso, nel caso della strada sono state considerate, per i viaggiatori, le autovetture e gli autobus di linea e nel caso delle merci, (qui ci si riferirà all'elevata velocità

piuttosto che all'alta), gli autoarticolati e gli autotreni pesanti. Per la ferrovia è stato considerato il traffico effettuato in trazione elettrica, con treni viaggiatori trainati da locomotiva con almeno 800 posti offerti e con merci da 100 tonnellate lorde rimorchiate.

Dall'indagine, condotta facendo riferimento alla statistica sugli autotrasporti italiani nell'anno 1987 e sui risultati del traffico ferroviario italiano relativo allo stesso anno, risulterebbero dei consumi energetici, in chilocalorie (kcal) per unità di traffico effettuata, di 286 kcal per ogni viaggiatore-km effettivamente trasportato con autovetture e di 111 kcal qualora l'automobile viaggiasse a piena utilizzazione. Gli stessi consumi nel caso di autobus di linea di grande capacità (60 posti) risulterebbero di 95 kcal, riducibili a 46 a completa utilizzazione dei posti offerti. Per gli autocarri ed autotreni pesanti, cioè per i mezzi stradali concorrenziali al trasporto merci ferroviario, i consumi energetici sarebbero di 213 kcal per tkm effettuata, riducibili a 119 a piena utilizzazione della capacità di carico del mezzo. Nel caso della ferrovia il consumo energetico in kcal per unità di traffico sarebbe, nell'anno preso in esame, di 106 kcal per unità viaggiatore-km concretamente effettuata, riducibili a 50 nel caso di piena utilizzazione dei posti offerti dal treno. Tali consumi per i moderni treni viaggiatori bidirezionali, usati nei servizi locali, composti da vetture a due piani, che offrono un elevato numero di posti, (i cosiddetti *treni navetta*), si ridurrebbe a meno di 30 kcal per unità km effettuata a piena utilizzazione del mezzo, (Tab. 9.0, 9.1, 9.2).

In caso di trasporti merci, il consumo effettivo, riferito ai km effettuati con treni a trazione elettrica sulle ferrovie italiane, sarebbe di 165 kcal

per ogni tkm, riducibili a 116 a piena utilizzazione del mezzo, cioè escluso il movimento di carri a vuoto.

Con i nuovi modelli di carri ferroviari piatti per trasporto di container e semirimorchi, si possono realizzare consumi energetici ancora minori per unità - km effettuata, introducendo, come approfondiremo, il concetto di *intermodalità*.

I consumi energetici sopra citati, relativi ai vari modi di trasporto, sono stati valutati tenendo presente un equivalente di 10.000 kcal per ogni kg di gasolio usato, per i mezzi stradali pesanti, un equivalente di 10400 kcal per ogni kg di benzina usato nelle automobili e di 2200 kw di energia elettrica consumato nella trazione ferroviaria.

Già i consumi sopra indicati dimostrano che anche i mezzi stradali viaggiatori più pesanti, cioè quelli maggiormente concorrenziali al trasporto su rotaia, presentano un consumo energetico, per unità - km effettuata, pressoché uguale a quello del treno in trazione elettrica, ferme restando a parità di consumi le controindicazioni emerse nelle precedenti disamine; altrettanto dicasi per la piena utilizzazione del mezzo; si tenga presente per quanto riguarda i viaggiatori, che il comfort offerto dal veicolo ferroviario, anche nella seconda classe, (spazio disponibile pro capite, possibilità di muoversi durante il viaggio, servizio di toilette, servizio di ristoro, etc.), è ben diverso da quello offerto dall'autobus di grande capacità.

Per quanto riguarda il trasporto merci, come pure si deduce raffrontando le cifre sopra riportate, dal punto di vista energetico la ferrovia si presenta nettamente favorevole. Le fonti energetiche, da cui provengono benzina, gasolio ed energia elettrica, sono inoltre alquanto diverse e costituiscono, come si è visto, un non indifferente fattore preferenziale a favore della ferrovia.

Consideriamo ora un esempio particolarmente significativo del risparmio energetico riferentesi alla situazione italiana. Alla luce di quanto detto e sulla base dei valori relativi al consumo energetico delle unità - km,

effettuate con i diversi mezzi di trasporto qui considerati, è possibile a titolo esemplificativo, fare una applicazione pratica dei risultati ottenuti. Nell'anno 1987, secondo le valutazioni in nostro possesso, i trasporti su strada in Italia hanno consumato circa 12 milioni di tonnellate di benzina, di cui la quasi totalità lo è stata per la circolazione di 231 miliardi di autovetture - km, corrispondenti, in cifra tonda a 427 miliardi di viaggiatori - km effettivi. Nello stesso anno, tenuto conto dei consumi specifici di ogni veicolo - km, sono stati consumati 79.200 tonnellate di gasolio per alimentare quasi 2 miliardi di autobus - km di linea extraurbani, corrispondenti a circa 53 miliardi di viaggiatori - km e 3.176.000 tonnellate di gasolio corrispondenti a circa 8 miliardi di veicoli - km di autoarticolati e di autotreni pesanti, corrispondenti in cifra tonda a 116 miliardi di tkm.

Sempre nel 1987, secondo i risultati di esercizio pubblicati dalle FF.SS., sono stati consumati, oltre 130.300 tonnellate di gasolio per la trazione diesel, 3.355 milioni di kw di energia elettrica, con una riduzione del consumo di gasolio del 3.5 % rispetto all'anno precedente ed un aumento del 3.2 % del consumo di energia elettrica; il consumo di energia elettrica equivarrebbe a 7.810 milioni di kcal, pari a 781.000 tonnellate di greggio, teoricamente consumato nelle centrali termoelettriche per la produzione dell'energia, se questa provenisse tutta da tale fonte.

Se si ipotizza un trasferimento dalla strada alla rotaia del 5 % del movimento di viaggiatori effettuato nel 1987 con autovetture, del 10 % di quello svolto con autobus di linea extraurbani e del 10 % di quello

merci, effettuato con autoarticolati o con autotreni pesanti, si può valutare il vantaggio energetico conseguente.

In base alle statistiche dell'Associazione Italiana Concessionarie Autostrade e Trafori, sui 5200 km di rete autostradale a pedaggio italiana, sarebbero stati accertati nell'anno suddetto ben 80 miliardi di tkm, teoricamente tutte trasferibili alla rotaia. Il 5 % del traffico viaggiatori con autovetture, trasferibile alla ferrovia, corrispondente a 5.830 miliardi di kcal, consentirebbe un risparmio di 561.000 tonnellate di benzina. Il risparmio energetico conseguente al 10 % del movimento di persone effettuato dagli autobus extraurbani di linea, trasferibile alla ferrovia ed al 10 % del traffico merci svolto dagli autosnodati ed autotreni snodati, pure trasferibile alla ferrovia, sarebbe stato complessivamente di 2.955 miliardi di kcal di gasolio pari a 295.500 tonnellate.

Tutto il suddetto nuovo traffico su ferrovia trasferibile dalla strada, supposto un consumo energetico per unità - km pari ad un valore medio fra il consumo energetico effettivo e quello corrispondente alla piena utilizzazione del mezzo, accrescerebbe i consumi energetici del trasporto ferroviario di 1605 miliardi di kcal per i viaggiatori e di 792 miliardi di kcal per le merci. L'adozione di un valore medio fra quello effettivo e quello corrispondente alla massima utilizzazione del mezzo, per il traffico trasferibile alla rotaia, è ipotesi attendibile, in quanto il nuovo traffico, derivante dal trasferimento migliorerebbe l'utilizzazione dei mezzi circolanti, cioè ne accrescerebbe il coefficiente di utilizzazione.

I 2.400 miliardi di kcal, che avrebbe dovuto consumare in più la ferrovia, corrispondono a 240.000 tonnellate di greggio, da impiegare nelle centrali termoelettriche, per la produzione dell'energia di alimentazione dei convogli ferroviari, poiché è da ritenersi che la quasi totalità del traffico trasferito venga disimpegnato sulla rete in trazione elettrica.

Si può concludere pertanto che, qualora sulla rete ferroviaria italiana dello stato si fosse trasferito il 5 % del movimento di persone registrato nel 1987, utilizzando l'automobile, il 10 % del movimento di persone, effettuato con gli autobus extraurbani di linea e il 10 % del traffico merci, svolto con unità circolanti di maggiori dimensioni, si sarebbero risparmiate ben 561.000 tonnellate di benzina e 295.000 tonnellate di gasolio e accrescendo di sole 240.000 tonnellate il consumo di greggio nelle centrali termoelettriche. Pertanto come sopra quantificato, non solo il consumo energetico del trasporto su rotaia per unità - km è di gran lunga inferiore a quello relativo alla stessa unità - km effettuata su strada, ma la fonte energetica (petrolio, greggio, metano) delle centrali termoelettriche, è assai più economica della benzina o del gasolio usati nella trazione stradale e, soprattutto, più razionalmente impiegata. L'entità del traffico, che è stata qui ipotizzata trasferibile dalla strada alla ferrovia ai fini di una quantificazione del conseguibile risparmio energetico, corrisponderebbe ad un aumento del 64 % del movimento di persone paganti, effettuato dalle FF.SS. italiane nel 1987 e da un aumento del 63 % del movimento merci.

# **L'INTERMODALITA' COME PARTE DEL NUOVO SISTEMA DEI TRASPORTI E COMPLEMENTO ALL'ALTA VELOCITÀ**

## **1. Premessa: il ruolo da attribuire al trasporto su gomma**

Nonostante l'analisi condotta fino a questo punto abbia voluto dimostrare, dati alla mano, quali gravi scompensi ambientali ed energetici siano insorti a causa di un eccessivo spostamento delle modalità di trasporto verso i vettori su gomma, è necessario prendere atto del fatto che né oggi, né in futuro, almeno non in un futuro oggi facilmente prevedibile, potrà esistere un mezzo di trasporto, versatile, e altrettanto accessibile in grado di sostituire integralmente il trasporto di tipo stradale.

Il vero problema sta nell'accettare che ogni forma di trasporto possiede delle peculiarità che la rendono vantaggiosa ma solo all'interno di un ben preciso dominio di definizione. Ecco allora che, come già più volte accennato, il trasporto aereo dei passeggeri assume un senso compiuto per percorrenze uguali o maggiori ai mille chilometri, rappresentanti l'intervallo minimo di efficienza del mezzo; il treno per via terrestre ed il cabotaggio per via marina potrebbero, e ci si augura che vi riescano, assorbire una gran parte del trasporto, rispettivamente, di passeggeri e merci demandando al trasporto su gomma quella distribuzione capillare di cui le nuove geometrie industriali sembrano non poter fare a meno.

La grande fortuna di cui ha goduto e, gode tuttora, il mezzo gommato è stata generata da una combinazione di molteplici fattori: primo tra tutti l'estrema versatilità del mezzo stesso che può consentire di raggiungere a *domicilio* qualunque committente, qualità questa molto apprezzata vista, appunto, l'evoluzione delle politiche produttive verso il concetto del “*just in time*” in cui la macchina produttiva viene alimentata con lo stretto necessario in termini di materie prime per ridurre i problemi di stoccaggio ed i costi legati a queste giacenze, e per lo stesso motivo non produce di più di quanto il mercato non sia strettamente in grado di assorbire.

In secondo luogo questa scelta di cui oggi paghiamo ancora le conseguenze è maturata in un periodo storico, parliamo dei primi anni cinquanta, in cui la coscienza e maturità su problemi di ambientalisti era ben lontana dall'essere paragonabile a quella odierna; un periodo in cui si viveva l'illusione di una abbondanza senza limiti di risorse sia energetiche che territoriali, ed in questa sede sorvoleremo certamente sugli eventuali condizionamenti politico-finanziari che possono aver avuto un ruolo determinante nel far pendere l'ago della bilancia verso determinate soluzioni.

Poiché ciascuna politica è figlia di un determinato momento storico non è pensabile tacciare di imprevidenza chi allora deteneva il potere decisionale, ma quello che certamente sconcerata è questa errata impostazione, della quale fallacità si ritiene di aver fornito dimostrazione, abbia potuto sopravvivere sino alle soglie del nuovo millennio ed ancora sia difficile modificare tale orientamento.

## **2. L'intermodalità**

Ci si interroga dunque da tempo su come restituire spazio a ciascuna modalità trasportistica massimizzando sia l'aspetto di convenienza economica che quello del rispetto ambientale e della razionalizzazione dell'uso delle risorse energetiche. La soluzione più concreta sino ad oggi trovata è quella di una sinergia da parte dei diversi sistemi di trasporto in modo che ciascuno fornisca il suo appropriato contributo nei differenti ambiti precedentemente delineati: questo complesso quadro di interazione si definisce in una parola come *intermodalità*.

## **3. Intermodalità: le soluzioni tecnologiche proposte**

Intermodalità è un termine che ha avuto molto successo negli ultimi anni grazie alla maturazione di una maggiore coscienza ambientale.

Si ripete ormai da tempo che l'intermodalità, in quanto capace di cumulare i vantaggi correlati all'uso dei diversi modi di trasporto applicati all'ambito più opportuno, è in grado di contribuire significativamente al riequilibrio del comparto dei trasporti, elevando la qualità, la produttività, ed in particolare l'economicità dei trasporti stessi. Sotto l'aspetto pratico, visti i dati esposti anche nei precedenti capitoli, tale riequilibrio ha una ricaduta benefica in termini di minore inquinamento atmosferico, risparmio energetico e degrado ambientale e di maggior sicurezza nella circolazione stradale ed autostradale.

Sul piano delle realizzazioni, si può senz'altro riconoscere che il trasporto *intermodale*, che negli ultimi anni 60 era poco più di una formulazione teorica, nell'ultimo decennio ha iniziato a vedere concretizzarsi alcune applicazioni.

A venticinque anni circa dall'introduzione del *container* nell'area mediterranea, (primo e più elementare esperimento concreto nel settore), si può senz'altro affermare che almeno questo tipo di trasporto intermodale ha ottenuto un successo superiore alle più ottimistiche aspettative.

Il discorso intermodale non intende essere elemento penalizzante nei confronti della strada, ma intende facilitare una dosata ripartizione dei compiti in base alla naturale predisposizione delle merci trasportate da uno o dall'altro vettore, nel rispetto delle convenienze tecniche ed economiche.

Pertanto i problemi inerenti questo tipo di traffico vanno affrontati mediante collaborazione tra strada e rotaia alla ricerca di una formula che consenta l'impiego integrato dei vari mezzi nell'interesse comune.

Nel 1987, ad esempio, il trasporto container e combinato ha rappresentato il 18.5 % del trasporto ferroviario italiano, percentuale che può apparire soddisfacente solo se non si pone mente alla quota di mercato allora appannaggio della ferrovia. Lo sviluppo più o meno veloce di tale sistema è condizionato da numerosi fattori tra i quali assumono preminenza interventi, anche da parte governativa, atti a favorire la conversione del parco stradale verso le casse mobili ed i semirimorchi in concomitanza con l'adeguamento delle strutture

ferroviarie e la costituzione di una rete equilibrata di distribuzione dei centri intermodali sul territorio. Determinante diventa quindi l'esigenza di realizzare terminali in zone economicamente forti, e logisticamente vantaggiose, delle quali la nostra regione è senza dubbio un esempio in Italia.

Le tecniche già collaudate di trasporto combinato possono essere schematicamente distinte in tre gruppi:

- - la *strada viaggiante*, che utilizza carri ultrabassi sui quali possono salire autotreni ed autoarticolati;
- - il trasporto dei semirimorchi su carri a tasca fissa o mobile, (che si differenziano solo per il sistema di carico dei veicoli stradali);
- - il trasporto di containers.

L'aumento verificatosi nel settore del traffico combinato (strada viaggiante e semirimorchi) nel 1987, rispetto all'anno precedente, è stato del 34,3 % nell'ambito nazionale e del 19,4 % in quello internazionale.

Il primo significativo potenziamento della modalità di trasporto dei containers risale al 1988 ed è stato attuato per la rete di treni riservati al traffico combinato (TEC e TC), che è stata incrementata del 21 % rispetto all'orario precedente, a dimostrazione dell'affidabilità di tale servizio.

Anche l'intermodalità conosce comunque degli svantaggi; ad esempio un difetto che limita l'impiego della strada viaggiante a condizioni di esercizio particolari, è senza dubbio il peso rilevante della tara totale

rispetto al peso della merce trasportata, (trasportiamo infatti il prodotto insieme al suo stesso vettore di partenza); per cui anche per tale tecnica diviene indispensabile un adeguato supporto di politica trasportistica al fine di dirottare, in tempi brevi, sostanziose aliquote di traffico pesante dalla strada alla rotaia, non solo per le ben note ragioni ecologiche e di sicurezza, ma soprattutto per favorire l'integrazione con i paesi a noi finitimi (in tale senso è risaputa la tempestività e lo spirito pionieristico con cui hanno agito Svizzera ed Austria).

Forti delle esperienze positive maturate presso le compagnie ferroviarie nord - americane, anche in Europa si sta prestando attenzione alla tecnica di trasporto combinato *road - railer*; l'idea di base è quella di far diventare il semirimorchio stradale vero e proprio vagone del treno utilizzando speciali carrelli ferroviari predisposti per l'appoggio alle estremità dei veicoli stradali.

Il successo del *carro bimodale*, (versione italiana del descritti sistema statunitense), particolarmente indicato per le lunghe distanze, è strettamente legato, alla cooperazione delle utenze finali alle quali spetterebbe l'onere dell'acquisto degli appositi rimorchi, mentre l'Ente Ferrovie dello Stato provvederebbe a mettere a disposizione gli opportuni carri predisposti per tale servizio combinato.

#### **4. Le strutture presenti in regione**

Fatte queste premesse generali appare opportuno evidenziare due fondamentali aspetti del problema:

- il primo punto è che il traffico merci regionale, come quello nazionale, è fortemente sbilanciato verso la modalità di trasporto su gomma, a differenza delle controtendenze avviate dalle altre nazioni a noi vicine e questo tende a creare dei comprensibili problemi di interfaccia che, per inciso, proprio l'introduzione dell'alta velocità come nuovo sistema trasportistico avrebbe il compito di minimizzare; in proposito appaiono significativi i dati relativi ai flussi di traffico merci riportati nel *Piano Regionale Integrato dei Trasporti*.
  
- Il secondo punto, anch'esso di grande rilevanza, è che osservando la rete delle relazioni internazionali e nazionali del traffico combinato treno più camion (nelle due versioni strada viaggiante e semirimorchi), appare ancora una lacuna proprio in corrispondenza della nostra nazione, dove i centri intermodali sono relativamente poco diffusi ed agiscono prevalentemente sulle frontiere in virtù dell'effetto di trascinamento dovuto alle nazioni estere, invece di distribuirsi con uniformità maggiore sul territorio. In questo caso, se è urgente un intervento che migliori l'interfaccia trasportistica con le nazioni vicine a noi e maggiormente avanzate, non vi è ragione per cui la validità del sistema intermodale non debba essere estesa a beneficio di tutto il territorio nazionale.

L'importanza di centri di trasporto combinato nelle strategie del trasporto è testimoniata ad esempio dal fatto che in Austria l'apertura del centro intermodale a Villaco abbia addirittura preceduto quella del nuovo scalo di smistamento.

I provvedimenti per conseguire una inversione di tendenza anche nella nostra regione sono essenzialmente vincolati, come diremo, al completamento della nuova linea Pontebbana e ad alcune opere sulla tratta ferroviaria tra Trieste e Monfalcone (che consentano di avere la sagoma internazionale compatibile con tutte le tecniche intermodali, strada viaggiante inclusa), nonché l'entrata in funzione a pieno regime del nuovo scalo di smistamento di Cervignano, annesso al quale il P.G.T. ed il P.R.I.T. del Friuli Venezia Giulia prevedono un interporto di secondo livello.

Tale realizzazione è coordinata con le analoghe iniziative, particolarmente con quelle in corso nella Repubblica Austriaca, che si dovrebbero concretizzare anche con una linea di strada viaggiante attraverso il transito di Tarvisio con terminale in Cervignano, che sia in grado di integrare in modo significativo la mole di traffico che fino ad ora è stata sopportata principalmente da Verona - Quadrante Europa.

Allo stato attuale nella regione F.V.G. i terminali intermodali già attivati, e che dispongono di buoni margini di operatività sono:

- Trieste Punto Franco Nuovo (Molo VII)
- Villa Opicina, Autoporto di Ferneti

- S.Giorgio di Nogaro, Porto Nogaro
- Udine, CEMAT / CTF

Ora se si considera la posizione geografica del porto di Trieste e del nodo di Udine, ci si rende conto che, dal punto di vista dei traffici commerciali, trattasi di passaggi obbligati nelle relazioni Nord-Sud ed Est-Ovest.

Ne consegue una potenziale polarizzazione sulla nostra Regione di importanti flussi di traffico che, in provenienza dall'Est europeo (Ungheria, Ex Cecoslovacchia, Germania, Ex Unione sovietica) e dalla zona scandinava (Svezia, Norvegia; Finlandia) attualmente gravitano sui porti del nord.

Di una necessaria razionalizzazione dei traffici dell'area Nord-Est saranno beneficiari inoltre gli scali marittimi regionali, i principali punti di interscambio ed in particolare il porto di Trieste, da tempo in attesa di vedersi restituito il ruolo fondamentale che gli compete, proprio sull'analisi di queste implicazioni si svilupperà il successivo capitolo.

# **L'ALTA VELOCITA' COME NECESSARIO MIGLIORAMENTO DELLE CONNESSIONI TRA F.V.G. E LE NAZIONI CONFINANTI ALLO SCOPO DI INCREMENTARE SIA LE RELAZIONI SOCIALI CHE QUELLE COMMERCIALI**

## **1. Premessa**

L'Ecobilancio stilato nelle pagine precedenti, sebbene sommario, ci ha permesso di dimostrare da un lato la convenienza ambientale del trasporto su rotaia e dall'altro di evidenziare quali siano gli inevitabili problemi in cui si rischia di imbattersi adottando questo sistema trasportistico e quali possono essere perciò le più adeguate soluzioni.

In questa disamina abbiamo diviso, grazie ad una semplice check - list, il territorio nelle sue componenti fondamentali come se si trattasse di tre realtà sovrapposte ma interagenti:

- il supporto territoriale
- la sovrastruttura manifatta
- la realtà antropica

La contestata apertura di una linea di trasporto ad alta velocità tra Venezia e Trieste oltre che investire con la sua presenza i primi due

fattori, cosa che accadrebbe analogamente in qualsiasi altra regione italiana, coinvolge con una particolare intensità il terzo punto legato alla realtà antropica a causa della particolare posizione geografica del Friuli Venezia Giulia; visto l'accorciamento virtuale che le distanze subiscono grazie alla incrementata velocità dei trasporti e determinatasi una situazione di maggiore, e ci si augura, definitiva stabilità oltre il confine con la Ex - Jugoslavia, sarebbe la prima volta in cui due blocchi geopoliticamente da sempre divisi possono interagire con relativa libertà e celerità con conseguenze sociali e commerciali di elevatissima portata. La linea ad alta velocità in questione, il troncone Venezia - Trieste appunto, non è mai stata concepita, come da taluni erroneamente ritenuto, per permettere risparmi di tempo su una tratta relativamente limitata di percorso, bensì con il ben più impegnativo scopo di fungere da porta verso l'Est, visto che oggi ve ne sono le condizioni. L'introduzione delle nuove tecnologie permetterebbe di convertire strutture come quelle del valico di Villa - Opicina e Postumia adeguandole alle potenzialità di sviluppo che vanno configurandosi; basti pensare che attualmente le località citate comportano il massimo allungamento reale e virtuale riscontrabile sull'intero asse Est - Ovest con un tracciato archeoindustriale, (1857), che sale dal livello del mare a quota 604 m per poi ridiscendere alla quota di 290 m a Lubiana. Attualmente i 165 km della linea Trieste - Lubiana potrebbero essere convertiti in una percorrenza di soli 75 km ed i tempi di percorrenza passare da poco meno di tre ore a poco più di mezz'ora. Trascurare questi aspetti, cosa che i più recenti orientamenti politici sembrano

putroppo voler fare, equivarrebbe a creare un mastodontico circuito che si connette a noi, tra gli altri, dal confine francese con la città di Lione ed in cui confluirebbero contributi di traffico, tramite il nodo di Milano, anche dal confine con la Svizzera dalle città di Berna, Zurigo e Basilea senza poi avere di fatto uno sbocco verso i nuovi mercati, con una evidente diminuzione delle potenzialità di questa rete.

Volendo effettuare una analogia con circuiti elettrici o idraulici potremmo dire che se non si crea un collegamento a bassa resistenza che attraversi l'Italia da Ovest all'Est, dato che quest'ultimo rappresenta un punto del circuito ancora a bassissimo potenziale, le correnti sociali e soprattutto commerciali dirette verso quelle regioni troveranno senz'altro un altro condotto dove la rete non sia interrotta e quindi la resistenza non sia pari ad infinito.

Questo collegamento potrebbe essere meno agevole e diretto passando a Nord delle Alpi ma coinvolgerebbe nazioni forse più motivate della nostra, il cui sistema di trasporti è certamente più avanzato rispetto al quello di cui oggi l'Italia dispone. Si perderebbe così una incredibile opportunità di rilancio per la nostra regione, e non solo per questa; basti pensare alla possibilità di rinverdire i fasti commerciali di una città come Trieste, il cui porto, da sempre legato molto più di altri al trasporto su rotaia con i suoi 70 km di linee interne, compresso dal vicino confine e dalla pesante influenza del sistema portuale del Nord Europa, ha finora conosciuto solo un lento ma inesorabile declino; non considerando poi, per l'impossibilità di quantificarle, le conseguenze culturali di un'operazione di tale portata.

Comunque complessa tecnologicamente ma fortunatamente meno critica è la situazione sull'asse Nord - Sud, ovvero in direzione dell'Austria; vuoi per la maggiore apertura che ha contraddistinto la frontiera e la maggiore stabilità e lungimiranza di quella nazione, vuoi per la situazione delle linee austriache che si presentano addirittura più avanzate delle corrispettive italiane cui interlacciarsi; in questo contesto si sono creati e si stanno oggi concretizzando progetti che permetteranno di migliorare gli spostamenti su questa direttrice.

### **1.1 Scambi commerciali: le cifre del fenomeno**

Con questo paragrafo si desidera fornire la dimensione degli scambi commerciali, e non solo, che coinvolgono la nostra regione e le nazioni confinanti; scambi che, a nostro avviso dovrebbero costituire, oltre alle argomentazioni fino a qui esposte, un ulteriore incentivo alla ottimizzazione del settore trasporti.

La tabella 15.0 fornisce un primo dato sugli scambi commerciali ferroviari che avvengono in tutto il Nord Italia, ponendo a confronto i valichi italo-francesi, italo-svizzeri, italo-austriaci, ed italo-sloveni.

Come appare subito chiaro dalla grafica, la quota di pertinenza della nostra regione appare considerevole componendosi e degli scambi con l'Austria e di quelli con la Slovenia per un totale di più di venti milioni di tonnellate di merci trasportate tra importazione ed esportazione nell'anno 1990.

Questi dati appaiono poi particolarmente significativi in quanto ancora non condizionati dagli eventi bellici successivi dando quindi una misura delle potenzialità commerciali dell'interfaccia italo-slovena, sebbene queste fossero allora, ed ancor più oggi, suscettibili di notevoli incrementi. La grafica in tabella 15.1 conferma quanto affermato fornendo invece dei dati espressi in percentuali, dove i traffici del Nord-Est rappresenterebbero il quarantatré per cento dei movimenti merci tra Italia ed estero passanti per via di terra.

Nelle tabelle da 5.0 a 5.2 una situazione più dettagliata di quanto è accaduto in venti anni, dal 1970 al 1990, nei suddetti valichi; si può notare come, tranne che nel caso della frontiera francese apparentemente più incostante, il trend rappresentato sia comunque di crescita.

A confermare quanto ormai noto sullo squilibrio dei trasporti tra gomma e rotaia, si aggiunge anche la tabella 3.2 che questa volta ci rende il quadro della situazione nella nostra regione seppur con dati non recentissimi, fattore questo di relativa importanza visto che si è dimostrato in tabella 6.4 come la crescita di veicoli industriali ed in particolare di rimorchi abbia conosciuto una impennata lungi dall'esaurirsi. L'ordine di grandezza espresso nel totale di tabella 3.2 è di circa sessantacinque milioni di tonnellate trasportate via gomma contro i venti milioni di tonnellate movimentate via ferro; quindi ad ogni tonnellata portata su rotaia corrispondono poco più di tre tonnellate veicolate su gomma. Se volessimo proiettare in Regione quanto appreso dai più recenti dati nazionali, grazie al Conto Nazionale dei Trasporti, dovremmo far valere nei confronti della ferrovia un rapporto più che

doppio, (si veda la tabella 1.6), per cui ad ogni tonnellata spostata via treno ne corrisponderebbero più di sei movimentate su gomma.

La grafica in tabella 3.2 ci permette anche di apprezzare visivamente come la quota di traffico con l'estero, (fra traffico *diretto* e di *transito*), sia circa i due terzi di quello con l'interno, a riconferma della vocazione regionale a crocevia dei flussi commerciali europei.

La tabella 15.2 mette in bella evidenza come gli scambi con l'Austria abbiano preso una percentuale preponderante del settore rispetto a quelli con la Slovenia, ma anche in questo caso è doveroso ribadire come questi dati forniti, per dovere di documentazione dell'odierna situazione, siano comunque falsati dagli eventi bellici ancora in pieno svolgimento nel 1994.

Le successive tabelle da 11.0 ad 11.5 rivelano dati specifici sull'andamento dei traffici ferroviari dal 1978 al 1994 per i differenti valichi regionali; anche in questo caso è facile distinguere i segni della forte situazione di instabilità nella allora Ex Jugoslavia a partire dal 1990 in poi data in cui i traffici si alleggeriscono notevolmente sia in ingresso che in uscita, in contrasto invece con i massimi raggiunti da Tarvisio nel 1991 e il brusco innalzamento del livello di traffico successivo al 1993 indotto dalla situazione descritta.

Alle tabelle 3.3 e 3.3.1 invece il compito di illustrare in che percentuale altri importanti scali del Nord e Centro Italia si servano delle strutture della nostra Regione ed in che misura; come evidente, appare elevato il contributo delle città di Venezia e Verona, di cui ricordiamo il centro intermodale, per ovvi motivi geografici ed ancor più lusinghiero ed

interessante appare il contributo dovuto allo scalo di Milano che, come altrove accennato, si prospetta nelle nuove geometrie europee delle reti trasportistiche come il collettore privilegiato dei traffici da Nord con la Svizzera.

## **2. Strategie regionali per la razionalizzazione dell'uso del trasporto su rotaia e relativi aggiornamenti della rete in attesa dell'asse europeo del 45° parallelo**

Abbiamo quindi dato degli ordini di grandezza per rendere manifesto il traffico che si svolge presso i valichi confinari della nostra Regione, tuttavia si ritiene che l'incremento degli scambi non sia legato solo ad una questione infrastrutturale; i valichi di confine rappresentano certamente il punto fisico dove avviene il contatto e lo scambio di merci, informazioni, e quant'altro tra due o più nazioni, tuttavia senza una adeguata politica di gestione delle reti di collegamento e delle comuni strategie, è pressoché impossibile che le potenzialità, anche se come visto notevoli, delle stazioni di valico stesse vengano impiegate compiutamente.

Presa perciò coscienza della situazione a ridosso delle nostre frontiere, ecco la necessità di un coordinamento superiore che, fortunatamente appare almeno sulla carta, ad uno stadio ben più avanzato di quello raggiunto dagli aggiornamenti alle linee di trasporto; esso è garantito dalla Convenzione Internazionale (CIM), nonché da un considerevole numero di accordi bilaterali alcuni dei quali già operativi.

Esaminiamo ora quali sono le strategie e gli obiettivi tecnici che la nostra regione conta di perseguire al fine di rendere ancora più scorrevoli e vantaggiosi gli scambi con le vicine nazioni basandosi sul potenziamento delle strutture oggi esistenti senza però intraprendere provvedimenti antitetici alla possibilità dell'introduzione dell'alta velocità in regione, anzi predisponendo l'esistente ad accoglierla adeguatamente.

Queste strategie e questi obiettivi sono sanciti come noto dal *Piano Regionale Integrato dei Trasporti (P.R.I.T.)* in coerenza con il *Piano Generale dei Trasporti*; questi documenti adottati nell'ormai lontano 1988, si sono dimostrati validi strumenti di supporto decisionale intuendo sino da allora che per migliorare il livello complessivo di efficienza del sistema regionale dei trasporti sarebbe stato indispensabile lavorare non sulle sole infrastrutture bensì anche sull'ampliamento ed il miglioramento dei servizi. La crescente domanda di trasporto di merci e passeggeri a livello comunitario non può essere soddisfatta dai soli interventi infrastrutturali; un mercato sempre più articolato e vasto ed un'utenza più esigente necessitano anche di adeguate offerte in termini di servizi.

Il P.G.T. definendo i nuovi assetti trasportistici per tutte le regioni italiane, aveva già sancito la necessità di ridare prevalenza al sistema ferroviario, argomento questo che ci è ormai familiare per quanto detto nei precedenti capitoli; lo scopo principale di questi innovativi rivolgimenti era quello di creare una nuova “ *logistica del territorio* “ che avesse come pilastro centrale l'intermodalità dei trasporti al fine di

razionalizzare i flussi percorrenti la regione e, ove possibile, incentivarli richiamandone anche dall'estero con la creazione di servizi accessori quali: il “ *door to door* “, l'implementazione di supporti informatici, l'introduzione di operazioni sul prodotto finito, le integrazioni tariffarie etc. Oggi questa logistica del territorio, che vuole proporsi come una copia su scala ridotta delle impostazioni programmatiche non solo nazionali ma anche europee, non può prescindere dall'incremento delle velocità commerciali già da tempo in corso nelle vicine nazioni, (la stessa Ex - Jugoslavia prima degli eventi bellici a tutti tristemente noti aveva valutato la creazione di una propria mini flotta di vettori ad alta velocità sfruttando la tecnologia del versatile ETR.450 Pendolino), tanto più che come detto in diverse occasioni anche in questo lavoro, l'alta velocità si configura già per sua stessa ragion d'essere come un sistema integrato e quindi altamente compatibile con filosofie come quella della logistica territoriale globale.

L'obbiettivo finale altro non è che un adeguamento al livello di funzionalità che rappresenta oggi uno standard per l'Europa.

Il determinante contributo che può venire dalla nostra Regione passa, per ora, attraverso i seguenti adeguamenti dell'attuale rete di trasporto da suddividere tra provvedimenti utili per tutta la circolazione ferroviaria regionale, mirati a snellire i transiti verso l'Austria, diretti ad incentivare gli scambi con l'Est attraverso il canale sloveno; essi assicureranno un maggior respiro alla relazioni internazionali.

## **2.1 Migliorie generali per la rete ferroviaria del F.V.G. utili sia alle direttrici Nord-Sud che Est-Ovest**

### **2.1.1 C.T.C Grande Rete**

Non necessariamente l'innovazione del settore trasporti passa per la costruzione di sole infrastrutture; il concetto di *Controllo Centralizzato Del Traffico*, o dall'Inglese **Central Traffic Control**, risulta nuovo alla realtà ferroviaria che mai fino ad ora nel nostro paese aveva conosciuto traffici di tale entità per cui la loro sicurezza necessitasse di controlli concettualmente equivalenti a quelli che da decine di anni si effettuano negli aeroporti grazie alle torri di controllo; la sua finalità è spostare il comando e la supervisione delle linee ad una unica centrale operativa per ogni comparto.

In Regione sia la linea Mestre - Tarvisio che la Mestre - Trieste verranno equipaggiate con tale tecnologia a tutto vantaggio di una maggiore sicurezza nonostante l'incremento nel numero di convogli circolanti; tale scelta metterebbe la struttura regionale in condizioni di adeguarsi rapidamente anche all'eventuale introduzione dell'alta velocità.

### **2.1.2 Soppressione o automazione dei passaggi a livello**

Questa voce rappresenta un punto estremamente delicato in quanto possibilità di contatto tra rete stradale con il suo traffico caotico e non sempre ben disciplinato e la rete ferroviaria.

Negli ultimi due anni e mezzo grazie all'intervento della provincia di Udine si sono potuti rimuovere ben 13 passaggi a livello con indubbio vantaggio per la sicurezza nella circolazione stradale.

### **2.1.3 Circonvallazione di Udine**

L'intervento in questione nasce dalla volontà di sgravare la stazione udinese dal carico prodotto dai convogli merci al fine di ottenere uno snellimento delle procedure; grazie infatti a tale by-pass, i convogli merci non entrerebbero più nella stazione di Udine raggiungendo direttamente gli scali, in particolare quello di Cervignano, riducendo così la conflittualità con il traffico passeggeri.

### **2.1.4 Scalo di Cervignano**

La realizzazione di questa opera nasce dall'idea di conseguire i seguenti obiettivi:

condizione essenziale per effettuare un servizio merci ferroviario qualitativamente e quantitativamente corrispondente alle esigenze del mercato è di disporre di impianti che, per uniforme distribuzione sul territorio, *capacità statica* ed *automazione*, consentano in tempi ridottissimi tutte le operazioni di *riordino* e *smistamento* necessarie alla formazione di treni da inviare a destinazione senza ulteriori rotture del carico. Questa esigenza è ancora più sentita in prossimità dei valichi di confine, dove è altresì indispensabile limitare le soste di materiale

rotabile, ovvero a ridosso dei porti o dei grossi centri di origine / destinazione del traffico per i quali è necessaria sempre una immediata disponibilità di materiale rotabile per effettuare il servizio.

E' inoltre opportuno che detti impianti siano completati da uno scalo merci pubblico, possibilmente attrezzato per l'impiego di tecniche intermodali, al fine di ottimizzare l'utilizzazione di più mezzi di trasporto, (rimandiamo qui alle considerazioni svolte nel relativo capitolo). Progettualmente questa ultima caratteristica verrà ottenuta grazie all'introduzione nella struttura di un *interporto di secondo livello* costituito tra le altre cose da:

- un terminale, che mediante l'utilizzo di tecniche di trasbordo pratico consenta la massima integrazione con le varie modalità di trasporto
- aree e magazzini per il deposito, lo stoccaggio, e la manipolazione delle merci
- servizi generali quali: dogana, banche, posta, uffici fiscali, centro elaborazione dati, uffici di Polizia, Vigili del Fuoco, Guardia di Finanza
- servizi di tipo tecnico come officine di manutenzione e lavaggio, rifornimento carburante, parcheggi custoditi
- servizi logistici come alberghi diurni, ristorazione, pronto soccorso, centro commerciale.

Progettualmente la scelta operata per la località di Cervignano ha dovuto tenere conto di molteplici fattori quali:

- criterio delle minime percorrenze
- natura orografica, (sempre pesantemente condizionante in ogni progetto ferroviario)
- ampio sedime a scarso insediamento abitativo
- minimo pregio agricolo, industriale
- servitù militari (caratteristica peculiare della nostra regione)

La somma di questi fattori privilegiò sostanzialmente la centralità di Cervignano che mostrava di avere la adeguata valenza non solo dal punto di vista geografico, ma anche da quello delle dotazioni infrastrutturali per l'immediata vicinanza sia della rete autostradale, (circa 10 km dal trivio di Palmanova) che da quella ferroviaria, posizionandosi a ridosso del bivio tra le direttrici principali Venezia - Trieste e Cervignano - Udine - Tarvisio. La sua localizzazione rispetto ai porti regionali e all'aeroporto di Ronchi dei Legionari e l'equidistanza rispetto alle strutture economiche delle quattro provincie di Udine, Pordenone, Trieste, Gorizia, faranno di Cervignano uno scalo particolarmente importante soprattutto per quanto concerne i nuovi servizi da attivare in connessione con lo scalo stesso.

Grazie al potenziamento prima citato della linea Pontebbana ci si attende a regime un flusso commerciale dell'ordine dei 12 milioni di tonnellate nette annue a fronte delle attuali 3.5 tonnellate di media, (un incremento ampiamente superiore al trecento per cento).

Il completamento dello scalo nella sua interezza e l'avvio a regime è previsto per il 1998 data in cui la sua funzionalità accrescerebbe certamente in modo esponenziale se abbinata alla rinnovata rete europea ad alta velocità e dalla cooperazione in sinergia con i vicini ed omologhi scali di Austria e Slovenia.

## **2.2 Raddoppio della linea Pontebbana: nuove prospettive verso l'Austria**

La portata dell'opera è notevole non solo dal punto di vista ingegneristico ed economico ma soprattutto per l'incremento delle potenzialità che garantirà al transito di Tarvisio, che rappresenta la più vicina porta aperta per la nostra Regione sul Nord - Europa. Idealmente questa nuova arteria dovrebbe porre in collegamento la pianura padana con le regioni transalpine dei bacini della Drava, della Sava, e del Danubio. Si auspica non solo un dimezzamento dei tempi di percorrenza dovuto ad un miglioramento del tracciato e della qualità dell'armamento, ma anche un aumento delle potenzialità di trasporto della linea che porterà ragionevolmente da poco più di ottanta a più di centoventi il numero di convogli giornalieri entro il 2000, (previsioni dell'Ente Ferrovie dello Stato), con un considerevolissimo incremento proiettato a crescere ulteriormente fino al raggiungimento di quota duecento convogli giornalieri nel primo decennio del 2000.

Tecnicamente la nuova linea è una struttura a doppio binario di livello superiore che sostituisce la tortuosa linea a binario semplice, (pure

potenziata dopo il 1950), della vecchia Pontebbana risalente addirittura, come ideazione, al 1879 e poi elettrificata nel 1935. Attualmente si prevedono velocità di poco superiori ai 160 km/h nei tratti più acclivi del percorso, risultato questo di rilievo considerando la dislocazione della linea.

La parte tecnicamente più impegnativa del tracciato in questione è quella oggi terminata e di già in esercizio ovvero la tratta Carnia - Pontebba; le notevoli difficoltà incontrate sono da ascrivere principalmente a due ordini di fattori: rendere la linea compatibile da un lato con il complesso e difficile contesto orografico e morfologico alpino, e con gli esistenti vincoli altimetrici costituiti dalle stazioni di Carnia e Pontebba, dalla Sella di Camporosso, dalla Conca di Tarvisio e dal punto di allacciamento al confine con la ferrovia austriaca; dall'altro necessitavano di opportune soluzioni i problemi di impatto ambientali. In primo luogo l'inserimento della ferrovia in una vallata già pesantemente impegnata da altre infrastrutture quali l'*Autostrada Alpe Adria*, le varianti della *Strada Statale 13*, il *metanodotto della SNAM*; in secondo luogo il rispetto delle servitù militari, dei vincoli idrogeologici, nonché le esigenze ambientalistiche e di salvaguardia di un comprensorio a prevalente vocazione turistica. Questa griglia di vincoli ha imposto per i tratti di montagna della linea un tracciato che si sviluppa prevalentemente in galleria, (argomento questo già affrontato nella sezione ambientale dove si è evidenziata la recente tendenza a minimizzare l'effetto del passaggio delle linee ferroviarie in prossimità di siti sensibili, urbani o ambientali, intubando ed interrando le strutture

grazie a nuove e più rapide tecnologie per lo scavo i cui costo viene reso accettabile dal risultato finale ad impatto pressoché nullo), anche se ciò ha prodotto notevoli disagi per il collocamento a discarica di grosse quantità di materiali di risulta degli scavi (problema degli *impatti residui*). Le gallerie hanno interessato per lo più l'attraversamento di terreni di origine sedimentaria costituiti da calcari, calcari dolomitici, arenarie, marne talora gessose ed argilliti con presenza di gas metano. Rocce quindi molto disomogenee, talora smembrate in prossimità di superfici di movimento tettonico. Per la loro realizzazione si è utilizzato per la prima volta la tecnica del cunicolo pilota, che scavato lungo l'asse della futura galleria con frese automatizzate del diametro di 3.50 m, fornisce uno strumento di indagine preliminare ed un ausilio per la progettazione esecutiva permettendo uno studio dal vivo della stratigrafia incontrata che può basarsi inoltre su grandi quantitativi di materiale e non su carotaggi di esigue dimensioni.

### **2.2.1 Il tracciato della nuova Pontebbana**

Dopo l'uscita dalla stazione di Carnia, tagliata decisamente la valle del Fella con l'omonimo viadotto lungo 870 m ed abbandonato il vecchio tracciato, inizia il tratto alpino sul quale si susseguono quasi senza interruzioni numerose gallerie intervallate da impegnativi viadotti fino a quello che sarà il raggiungimento della stazione di Thorl - Maglern, dopo aver superato il culmine della piana di Valbruna alla quota di 783 m sul livello del mare. Degli oltre 54 km di montagna, ben 44 sono costituiti da

9 gallerie di lunghezza variabile da 1 a 9.3 km. In tal senso l'opera più significativa è la galleria Zuc del Bor che con i suoi 9.270 m è la più lunga della Pontebbana ed è risultata la più impegnativa da realizzare a causa della particolare situazione idrogeologica incontrata all'interno del massiccio montuoso. Dopo alcune opere allo scoperto quali il ponte sul Glagnò, il viadotto Aupa ed il viadotto Ponte di Muro, il tracciato rientra nella vecchia sede all'ingresso della stazione di Pontebba, unico punto del nuovo percorso a non subire modifiche di sorta. Dopo Pontebba, il successivo tratto fino a Tarvisio Boscoverde e quindi fino al confine ripropone in gran parte le caratteristiche del tratto inferiore. Molto complesse risultano le opere allo scoperto necessarie al superamento del Fella, dell'autostrada e della statale 13 nella piana di Valbruna per la realizzazione della nuova piattaforma della stazione di Tarvisio Boscoverde e per il superamento dello Slizza, del Rio Bianco Valromana ed ancora dell'autostrada Alpe Adria prima del confine. Dopo la galleria di S. Leopoldo di 5.602 m, il successivo breve tratto allo scoperto viene realizzato con il Ponte Rio Bianco in corrispondenza de quale verrà ubicata la fermata di Bagni di Lusnizza. Segue la galleria di Malborghetto di 8.039 m con uscita ad Est dell'abitato di Ugovizza. I successivi viadotti Ugovizza 1-2-3, per una lunghezza complessiva di 700 m, scavalcano le infrastrutture viarie esistenti e l'ampia piana alluvionale di Valbruna, dove verrà collocata la nuova stazione di Ugovizza - Valbruna. Da qui la galleria di Camporosso di 6.905 m perfora l'intero complesso montuoso del Lussari - Prisnig. Il tracciato si affaccia poi allo scoperto sul vallone dello Slizza il cui superamento

avviene grazie al viadotto Slizza - Prisnig. La breve galleria di Tarvisio di 1.045 m innesta il nuovo tracciato nella piattaforma della nuova stazione denominata Tarvisio Boscoverde. La successiva opera per l'attraversamento del Rio Bianco Valromana avrà caratteristiche eccezionali per l'altezza sul fondovalle e per la morfologia dei versanti che richiede tecniche appositamente concepite. La discesa verso il confine austriaco si completa con la galleria Leila, a sviluppo semicircolare, di 3.050 m, e successivamente con una complessa serie di opere allo scoperto, a sviluppo unitario, quali il viadotto Slizza - Coccau, il sovrappasso autostradale ed il viadotto Vallone, per la lunghezza complessiva di 450 m.

Si prevede che l'opera sia in grado di raggiungere entro il 1998 la località di Ugovizza ed entro la stessa data anche il confine con l'Austria esprimendo in pieno le sue potenzialità.

### **2.2.2 La Pontebbana nel sistema ferroviario europeo**

Il progetto Pontebbana rientra nel programma generale della CEE, (decisione del 17 Dicembre 1990), definito “ *la rete europea di treni ad alta velocità* “; in questo documento si prevede la direttrice di collegamento *Venezia - Udine - Vienna* in uno scenario di poco oltre il 2000. Il completamento di tale linea nasce da accordi bilaterali che prevedono un forte impegno anche da parte del partner austriaco che già da tempo, (metà degli anni '70 con i progetti relativi al Brennero), aveva

riconosciuto l'assoluta necessità di ampliare la rete di collegamenti transalpini.

Sul versante austriaco i lavori in corso per il nuovo tracciato riguardano i punti più impervi del Semmering, di Leoben, di Unzmarkt, di Treibach, e di Willerdorf in Carinzia; si tratta della dislocazione di numerose gallerie ed opere d'arte, che realizzeranno un accorciamento del tracciato di ben 45 km, da Tarvisio a Vienna.

La decisa volontà austriaca di un miglioramento in questo troncone di linea era apparsa evidente allorquando venne realizzata alla fine degli anni '80 la " *Stazione Centrale di Smistamento* " intorno al nodo di Vienna per il *ricevimento / smistamento* dei treni provenienti dalla Pontebbana, dalla Boemia, e Polonia; a breve distanza venne completato lo scalo di Villach Sud, (a Furnitz), per lo *smistamento / formazione* dei treni verso la Pontebbana e verso l'asse dei Tauri (Baviera) e delle Caravanche (Slovenia).

A queste opere ha fatto eco il progetto regionale, oggi in via di completamento, dello scalo di smistamento di Cervignano, che assolve ad un compito speculare rispetto alle strutture appena descritte, e il cui obbiettivo sono, oltre alle direzioni nazionali, la Slovenia, l'Ungheria, ed il supporto alle strutture portuali della regione quali Trieste, Monfalcone, Porto Nogaro.

Sul piano strutturale la nuova Pontebbana risponderà alle norme tecniche definite in sede UIC (*Unione Internazionale delle Ferrovie*): pendenze massime in montagna del 14.5 per mille, con raggi di curva compresi tra i 1450 ed i 1550 m, tali da consentire velocità massime dell'ordine dei

160 km/h sui tratti maggiormente in pendenza e di raggiungere i 200 km/h sui tronconi pianeggianti con raggi di curva di 4000 metri. Le gallerie dovranno rispondere alla sagoma internazionale *Gabarit C1*, con un profilo che consenta il passaggio dei veicoli con carico su entrambi i binari secondo le caratteristiche dei carichi stradali al fine di rendere l'opera adeguata ad un massiccio impiego dell'*intermodalità*, (particolarmente per quanto concerne la *strada viaggiante* ed i *carri bimodali*, poiché il trasporto containers non genera comunque difficoltà).

La portata e l'impegno tecnologico profusi nell'opera e la netta volontà di creare una struttura all'altezza di traffici odierni e futuri, traspaiono anche da fattori apparentemente di secondo piano quali la sperimentazione per la prima volta in Italia della posa in opera di binari senza supporto di *ballast* nel tratto da Gemona a Pontebba, con piastre in c.a.p. che poggiano su fondazioni in c.a..

### **3. Dettagli sull'odierna situazione dei valichi con la Slovenia**

Attualmente il traffico ferroviario verso la Ex - Jugoslavia si svolge attraverso le stazioni di confine di Villa Opicina - Sezana e Gorizia Centrale - Nova Gorica.

La stazione di Sezana si trova sulla linea principale di Belgrado - Zagabria - Lubiana - Trieste ed offre diretti collegamenti con Grecia, Bulgaria, Turchia, Romania e Medio Oriente; attraverso la Vienna -

Maribor Lubiana è collegata anche con Austria, Ex - Cecoslovacchia, Polonia, Ungheria, ed Ex - Unione Sovietica.

La stazione di Villa Opicina collega in particolare la Slovenia con il porto di Trieste e quindi con tutte le reti ferroviarie di Italia, Svizzera, Francia, Paesi Bassi, Inghilterra, Spagna e Portogallo.

La stazione di Nova Gorica si trova sulla linea Sezana - Jesenice ed è collegata tramite la stazione di Sezana con la linea principale per Belgrado, e in direzione opposta con la stazione di Jesenice e quindi con Austria, Germania, Ex - Cecoslovacchia e Polonia.

La stazione di Gorizia Centrale, sita sulla linea Trieste - Udine - Tarvisio, offre buoni collegamenti per tutta Italia attraverso la linea Udine - Venezia (Mestre).

Da quanto esposto si nota chiaramente che le stazioni di confine descritte offrono non solo un rilevante servizio, ma si presterebbero egregiamente ad un ulteriore sviluppo dei trasporti nel servizio internazionale tra i paesi membri del Mercato Comune Europeo come pure per il traffico di esportazione e di importazione con l'Est, attraverso la Slovenia.

Il traffico viaggiatori, sia per il servizio internazionale che il piccolo traffico di confine, si sta ulteriormente sviluppando specialmente al valico di Sezana - Villa Opicina, nonostante la netta concorrenza del sistema viario ed aeroportuale. Al valico di Gorizia Centrale - Nova Gorica si svolge invece un trasporto inferiore di viaggiatori per il limitato traffico frontaliero via ferro che contraddistingue questa linea.

### **3.2 Opere a breve scadenza rivolte al miglioramento degli scambi con la Slovenia**

Rivolgendo la nostra attenzione ad Est, il disegno progettuale di più ampie vedute prevederebbe una connessione con la rete slovena tale da incrementare la penetrazione verso l'Est al punto di raggiungere la città di Kiev. Nell'attesa che tali disegni giungano a compimento i seguenti provvedimenti, complementari a tale disegno, puntano a migliorare l'esistente in prospettiva futura.

#### **3.2.1 Completamento e raddoppio della linea Udine - Monfalcone**

Pur trattandosi di un intervento di estensione modesta esso si articola in due punti fondamentali:

- raddoppio della linea nella tratta tra Cormons e Mossa; questa operazione dovrebbe concludersi entro la fine del 1996
- completamento dell'armamento del tratto di rettificazione tra Redipuglia e Cormons

da questi due interventi ci si attende che la potenzialità della linea passi da un totale di meno di 60 treni al giorno a circa 200, con una riduzione

di più di 15 km della percorrenza dei treni merci a composizione bloccata tra i porti di Trieste e Monfalcone ed il valico di Tarvisio.

### **3.2.2 Adeguamento della sagoma delle gallerie tra Monfalcone e Bivio di Aurisina**

Questo intervento nasce dalla necessità di ampliare e rendere fattivo il progetto di intermodalità di cui abbiamo parlato nei precedenti capitoli (pag.105); le gallerie presenti in questo tratto infatti non soddisfano le esigenze di sagoma dei nuovi carri atti al trasporto di carichi eccezionali oltre che degli autotreni per la realizzazione della cosiddetta *strada viaggiante*. Questo intervento permetterebbe un allineamento con quanto già ottenuto in questo senso per il Porto di Trieste ed il valico di Villa Opicina.

## **4. Interventi a lungo termine per consolidare il canale di collegamenti verso l'Est: visione d'insieme del disegno proposto dall'U.E. e dall'U.I.C.**

Quanto sopra esposto rappresenta un minimo adeguamento strutturale generale che permetta di snellire, con un impiego di risorse relativamente contenuto, i rapporti confinari con la Slovenia a noi più vicina e le nazioni che si trovano più ad Est fino, come accennato, alla città di Kiev. Un progetto tanto ambizioso quanto quello contenuto nei programmi dell'U.E. e dell'U.I.C. non può però prescindere da interventi ben più sostanziali sulla linea Venezia - Cervignano - Monfalcone - Trieste. Il

disegno complessivo che viene prospettato per i primi decenni del nuovo millennio tende alla realizzazione di una rete che in pratica renda l'attraversamento alpino e al Nord, (di cui abbiamo già detto parlando della Nuova Pontebbana), e ad Est agevole come una tratta in pianura con la costruzione di numerose gallerie il cui costo appare giustificato dalle ambiziose opportunità di sviluppo per gli anni a venire sia nel settore del trasporto di passeggeri che di merci; per quello che concerne più da vicino la nostra Regione il pilastro nel progetto per migliorare il trasporto merci appare nettamente essere il nuovo scalo di Cervignano la cui posizione è logisticamente favorevole rispetto a tutte le realtà territoriali regionali più rilevanti ed opportunamente speculare a strutture d'oltralpe; esso si trova in buona posizione rispetto ai capoluoghi di provincia, è sito nei pressi dell'aeroporto di Ronchi dei Legionari con cui si potrebbe avere una interazione per ampliare al massimo livello la sua già vasta base intermodale, per analoghe motivazioni risulta in fine ottima la sua localizzazione rispetto alle portualità adriatiche delle nostre coste, partendo dal modesto Porto Nogaro per crescere di dimensioni passando a Monfalcone e quindi a Trieste, di cui il nodo cervignanese diverrebbe l'*inland*, (termine tecnico mutuato dall'inglese che potremmo tradurre con *retrotterra* ma che indica con precisione un'area solitamente ricca di servizi asservita ad un polo attrattivo di rango superiore, una sorta di satellite dunque). Sia il movimento merci che quello passeggeri verso l'Est si gioveranno di una direttrice verso Lubiana, (interlocutore territoriale sloveno privilegiato per motivi di posizione ma non unico visto che si progettano anche interventi verso Capodistria e la costa),

pensata come collegamento diretto e così realizzata secondo il tracciato di minima distanza, circa 75 km. Ultima ma non meno importante la soluzione per il nodo ferroviario di Trieste affetto dalle ben note ristrettezze territoriali per il quale si presenta molto accreditata una soluzione costituita da un servizio di navetta specializzato per le merci dirette alla portualità triestina, ed una soluzione di *shuttle* costituita da una linea di *metropolitana leggera di superficie* per elevare il numero di spostamenti dei viaggiatori verso il capoluogo di provincia grazie ad una struttura veicolare ancor più versatile del treno viste le sue più contenute dimensioni.

#### **4.1 Analisi degli interventi puntuali**

Tecnicamente mentre tra Venezia e Monfalcone ci troviamo dinanzi una linea dal sedime pianeggiante che con pochi interventi sarebbe di già in grado di sostenere traffici a 200 km/h, la situazione, come anticipato nella premessa diviene più difficile nella tratta da Monfalcone a Trieste. La totale inadeguatezza delle strutture e la loro difficile aggiornabilità, ha portato obbligatoriamente a studiare soluzioni che modifichino totalmente il tracciato originario per trovare vie alternative. La riqualificazione di tale arteria è cosa certamente indispensabile per corroborare lo sviluppo delle relazioni con i Balcani, ma ben più incerti sono i modi ed i tempi. Una delle soluzioni attualmente più accreditate nasce da uno studio operato dalla ITALFERR S.p.A. che poi aggiornata nel tempo è divenuta il tracciato Trieste (via Barcola), Mance / Lose,

Vipacco, Lubiana. Il nome più tecnico per tale opera è N.V.F.O., (Nuovo Valico Ferroviario Orientale), che andrebbe a completare *l'Asse E - W del 45° parallelo*; opere di spicco saranno due lunghe gallerie: la prima sotto al Carso si estenderà per 22 km tra le località di Barcola e Mance / Lose, nella valle del Vipacco; la seconda di 28 km coprirà la distanza tra Castelletto di Vipacco e Vrhinka, sotto il massiccio di Nanos.

Minimizzati così gli impatti, questo itinerario darebbe soluzione ai seguenti problemi:

1. incrementerebbe il traffico veloce viaggiatori a percorrenza lunga, (Budapest - Venezia), e media, specialmente tra le due città di Trieste e Lubiana trasferendo una consistente parte di traffico dalla gomma alla rotaia.
2. il traffico viaggiatori potrebbe beneficiare di questa soluzione anche per collegamenti tra la parte continentale della Slovenia ed il suo litorale.
3. anche il settore merci ne trarrebbe vantaggio non solo sulla direttrice Est - Ovest ma anche affiancandosi al canale Nord - Sud.

## **5. Previsioni a medio termine per i volumi di traffico con l'estero**

### **5.1 Settore viaggiatori**

Fare delle previsioni non è mai un compito semplice; spesso la più completa delle analisi viene sovvertita da avvenimenti imponderabili; se quanto pianificato nei rapporti con l'Austria, per i progetti avviati e l'impegno profuso in essi non può che rassicurare ed indurre in buona parte all'ottimismo, l'area balcanica, che si trova oggi al centro di tante iniziative da parte dell'Unione Europea, rappresenta certamente un investimento su più lungo termine e non privo di qualche rischio.

La diffusa inadeguatezza della rete regionale ci pone inoltre dinanzi ad ulteriori difficoltà nell'interpretazione dei dati stratificati in anni di rilevamenti; infatti la poca appetibilità del servizio offerto all'utenza specie in alcune tratte di percorrenza, sia verso l'estero che per località interne, (di cui un facile ed emblematico esempio è certamente la linea Trieste - Venezia), oltre a far diminuire la competitività nei confronti di equivalenti soluzioni stradali, rende poco significative le stime sulle attuali quote di traffico viaggiatori.

L'intervento dell'alta velocità, con tutte le implicazioni nella razionalizzazione dei flussi che abbiamo ormai ampiamente descritto, porterà certamente ad un cospicuo miglioramento della situazione ma risulta comunque opportuno calibrare gli interventi su due possibili modelli di evoluzione della situazione, uno più cauto che ipotizza una tiepida accoglienza per l'innovazione da parte dell'utenza o ulteriori difficoltà di varia natura ed oggi difficilmente individuabili, ed uno più ottimistico che maggiormente aderisce alle aspirazioni europeistiche insite nelle iniziative intraprese. Come rappresentato in tabella 16.0 e 16.1, si prevede che i valichi di Tarvisio e Villa Opicina, (da sempre

privilegiato nel traffico passeggeri rispetto a Gorizia), verranno investiti da volumi di utenza oscillanti tra un valore di poco superiore ai due milioni di unità viaggiatori / anno, nell'ipotesi di più basso profilo, fino ai tre milioni e mezzo, in proiezioni più ottimistiche, entro l'anno 2000; con il medesimo criterio si parla di quote superiori ai quattro milioni di viaggiatori / anno fino a giungere alle soglie dei sei milioni entro il 2010.

## **5.2 Settore merci**

Quanto evidenziato per il trasporto passeggeri può essere tranquillamente esteso nella maggior parte dei casi anche al settore merci; mentre le correnti interne non dovrebbero conoscere grossi incrementi continuando a rimanere nell'ordine di grandezza dei circa tre milioni di tonnellate anno sia sulla direttrice Trieste - Portogruaro - Venezia, sia su quella Udine - Pordenone - Venezia, causa le modeste dimensioni del territorio regionale, ci si attendono grossi progressi dai traffici con l'Austria e la Slovenia.

Per l'interfaccia italo-austriaca gli interventi prospettati permetterebbero un aumento dell'impegno di traffico offerto dalla rete ferroviaria che potrebbe passare dagli attuali 378 treni per l'orario 95 / 96 agli ipotizzati 607 per l'anno 2000 garantendo per il traffico merci un aumento di quasi il 40 % dei convogli viaggianti rispetto ai livelli attuali, già prossimi a soglie critiche per il valico di Tarvisio; anche in questo caso la formulazione di una previsione attendibile non può essere disgiunta da una consistente dose di prudenza che ci porta a considerare come dati di

riferimento alle aspettative del mercato non tanto i più recenti ed aggiornati ma quelli relativi ad anni addietro, il 1988 per l'esattezza, rappresentanti una situazione di mercato ancora imperturbato, questo anche in virtù delle relazioni tra le fluttuazioni commerciali evidenziate sui valichi e italo-austriaco ed italo-sloveno nelle tabelle del capitolo precedente, relative all'analisi dei dati di flusso, (Tab.11.2 - 3 - 4 - 5).

Anche così facendo la nostra ipotesi di previsione si articola su due differenti *trends*: il primo e più sfavorevole porterebbe a sei milioni di tonnellate / anno trasportate entro il 2000 ed a dodici milioni per il 2010, per Tarvisio come per Villa Opicina; l'altro più ottimistico passa da valori di nove milioni di tonnellate / anno per il 2000 venti milioni circa. Se volessimo per un istante non considerare la complessa rete di vincoli tra stati differenti e volessimo trattare il valico di Tarvisio scorporandolo dalle possibili distorsioni di mercato indotte dalla situazione dei Balcani, utilizzeremmo per la nostra previsione dati più recenti e risalenti al 1990; si consideri che in quell'anno il valico tarvisiano raggiungeva di già quote di traffico commerciale superiori ai dieci milioni di tonnellate annue, il che sposterebbe il limite previsionale per l'anno 2000 ad oscillare tra i nove e gli undici milioni di tonnellate annue.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In questo elaborato si sono esaminate le principali caratteristiche proprie del sistema di trasporto ad alta velocità, afferente ad un più ampio progetto per l'evoluzione verso una rete di trasporti integrata, estesa anche al settore merci; si è focalizzata l'attenzione sugli attuali orientamenti tecnologici e sugli impatti territoriali, suddivisi questi ultimi principalmente in ambientali ed economici.

Si è dato all'argomento un inquadramento tanto generale, ovvero europeo ed italiano, sottolineando le differenti filosofie alla base delle scelte condotte, quanto locale ponendolo in relazione all'aspettativa generatasi nella regione Friuli Venezia Giulia alla luce di una possibile estensione di tale rete alle nazioni limitrofe.

Il quadro scaturito dalla verifica dei singoli fattori depone nel complesso a favore della introduzione di questa tecnologia di trasporto, sia in termini di valore assoluto che in comparazione con altre soluzioni, e prima di tutto con quella stradale.

Avendo dato a ciascuna di queste voci un suo peso specifico è stato possibile convenire su tre punti essenziali: il primo è che l'impatto di una moderna linea A.V. è tutt'altro che maggiore rispetto ad una linea convenzionale, anzi spesso, le più avanzate tecnologie impiegate, hanno potuto renderlo sensibilmente inferiore a parità prestazionale; il secondo è che rimane dimostrato come le altre forme di trasporto, anche apparendo concorrenziali al treno su taluni versanti, nascondono sempre

pesanti contropartite ambientali, specie perché frequentemente utilizzate al di fuori del loro ambito di applicazione ottimale. Il terzo punto, riguardante la politica dell'esercizio selettivo, consente di dare risposta ad una delle più ferme critiche espresse ancora oggi dai detrattori del progetto A.V. i quali affermano di maggiore urgenza e priorità la soluzione dei problemi di trasporto locale prima di quelli a più lungo raggio. Le due posizioni non sono in realtà antitetiche come può superficialmente apparire, poiché un aumento del numero ed un adeguamento delle linee, permettendo di snellire il traffico a lunga percorrenza, consentirà anche al traffico locale di non entrare in conflitto con trasporto merci e passeggeri veloci.

Si deve perciò concludere che, nonostante un certo ritardo accumulato sugli analoghi programmi europei, rimane intatta la validità di tale orientamento anche per quanto inerisce al contesto friulano.

I maggiori vantaggi emergono proprio sul piano ambientale. I livelli minimi di inquinamento complessivo prodotto ed il cospicuo risparmio in termini di risorse non rinnovabili, rappresentano concretamente l'ulteriore punto di forza per questa soluzione. Si deve inoltre tenere conto di un radicale mutamento dell'approccio al problema da parte degli ideatori degli interventi sul territorio, con attenta considerazione ad ogni fase di evoluzione del progetto fin dalla sua cantierizzazione.

La presenza di problemi di ordine acustico non sminuisce il valore di questi aggiornamenti, purché si sia coscienti degli inevitabili accorgimenti tecnici richiesti. Inferiore è anche l'indice di occupazione territoriale, mentre si accrescono la sicurezza del servizio ed il volume di

spostamenti effettuabili a fronte di una rete trasportistica notoriamente satura, condizionata dalla spropositata invadenza della modalità stradale ed impossibilitata a soddisfare ulteriori, significative, quote di domanda. Nello specifico regionale, anche avendo solo esaminato alcune ipotesi senza formularne, vuoi per la vastità della materia, vuoi per la mancanza dei necessari parametri, è emersa un'immagine chiara e riferibile delle relazioni tra questo intervento e le peculiarità dell'ambito territoriale in questione.

La costante negativa legata ad ogni ipotesi di velocizzazione ferroviaria dell'area Nordorientale del territorio nazionale, è data dall'attuale carenza di massa critica di utenza indispensabile a fornire adeguate giustificazioni economiche all'iniziativa, visti gli attuali scarsi volumi di flusso in transito tanto nel settore merci che in quello passeggeri.

Alla luce quindi di queste ragioni vanno viste le soluzioni rappresentate dai raddoppi, o quadruplicamenti, delle linee là dove queste si presentino in maggiore crisi di capacità, nonché la attesa soluzione di un collegamento diretto tra Trieste e Lubiana, (Nuovo Valico Nord Orientale).

Stabilita la necessità di intervenire sulle portate, e dovendo progettare ex-novo, le soluzioni ricercate saranno certamente quelle tendenti a diminuire la distanza reale e virtuale tra i due o più poli in questione, il che possiamo affermare equivalga di già in qualche modo ad una velocizzazione delle linee. E' quindi logico attendersi che tali nuove tratte vengano pensate per i futuri standards trasportistici, tra cui ovviamente quello dell'Alta Velocità. In quest'ottica i T.A.V. non

rappresentano più un intervento diretto, ma piuttosto il risultato di una naturale evoluzione del settore dopo i necessari assestamenti sulle portate commerciali.

Impossibile frattanto tralasciare una prospettiva di medio termine in cui l'accesso al punto più alto del mediterraneo risulterà indispensabile a movimenti di persone e merci fortemente incrementati rispetto agli attuali, provenienti e rispettivamente diretti ai paesi balcanici, al continente russo ed alle zone produttive dell'Europa centrale. Da qui una esigenza spiccatamente locale ad ampliare e potenziare centri dedicati all'intermodalità, necessari per fronteggiare e soddisfare le esigenze dei partners commerciali di oltre confine senza perdere competitività, e perciò interesse, sui loro mercati.

Ad essi viene anche demandata la funzione di correggere una radicata mentalità del trasporto via strada fino a ieri alimentata da una malintesa accezione della flessibilità del mezzo su gomma.

Il dinamismo delle attività di scambio frontaliere e la pressante domanda di servizi a supporto di tali attività sconsigliano di minimizzare questa considerevole opportunità di rilancio, non solo per la nostra regione, ma anche per quella parte delle realtà produttive dell'area centrale del Nord d'Italia che al mercato del Nord - Est si rivolge nostro tramite. Il rischio incombente è quello dell'estensione della condizione di marginalità territoriale, fino ad oggi circoscritta principalmente alla città di Trieste ed alle sue strutture portuali, anche ben più ad Ovest degli attuali confini regionali

In quest'ottica sarà certamente opportuno dedicare altro tempo e maggiori approfondimenti allo studio dell'interazione tra l'adeguamento del sistema infrastrutturale ed il territorio da esso interessato, specie se si condivide la facile previsione secondo cui le aree, come i sistemi economici, oggi designanti a ricevere le nuove infrastrutture, una volta apprezzatine i vantaggi, saranno esse stesse a richiederne l'estensione verso Est per collegarsi ed aprire a quei mercati che, pur partendo oggi dal minimo storico per volumi di traffico, presentano trends di crescita e sviluppo ormai impensabili per le economie mature dell'Europa comunitaria.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Prof. M. Maternini, TRASPORTI, Brescia, Editrice Queriniana, 1979.
- W. Hardmeier-A. Sheneider, DIRETTISSIMA, Torino, Ed. Locovision, 1990.
- Carlo Bernini, “Il trasporto ferroviario nel Friuli Venezia Giulia in rapporto con il Centro e l’Est europeo, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.11-15.
- Luigi Bianchi, “L’intermodalità nella regione Friuli Venezia Giulia”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.31-34.
- Giovanni Piccione, “Lo scalo di smistamento di Cervignano”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.45-51.
- Dario Ruzzier, “Il quadruplicamento della Monfalcone-Trieste”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.53-59.
- Cesare Bortotto, “La nuova ferrovia Pontebbana”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.61-70
- Gunter Birbaum, “Spostare dalla strada al treno il traffico merci”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.87-90.

- Zeleznisko Gospodarstvo Ljubljana-Prometni Institut, “Il trasporto ferroviario tra Friuli Venezia Giulia e Slovenia”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.91-102.
- Prof. Matteo Maternini, “L’aspetto energetico del ruolo del trasporto ferroviario in Alpe Adria”, in TRENI DI FRONTIERA, a cura di Romano Vecchiet, Ronchi dei Legionari, Centro culturale pubblico polivalente, 1990, pp.103-108.
- Roberto Carollo, “Cervignano: da stazione di frontiera a scalo di smistamento internazionale” , in IL CENTENARIO DELLA FERROVIA MONFALCONE-CERVIGNANO, a cura di Alberto Lucchitta, Monfalcone, Edizioni della Laguna, 1994, pp.73-87.
- Prof. Fabio Santorini, “L’asse del 45° parallelo”, in IL CENTENARIO DELLA FERROVIA MONFALCONE-CERVIGNANO, a cura di Alberto Lucchitta, Monfalcone, Edizioni della Laguna, 1994, pp.127-132.
- Prof. Fabio Santorini, “Il sistema ferroviario regionale e le politiche di piano”, in atti tratti dalla Conferenza Regionale sul Territorio, Trieste, Centro Congressi della Stazione Marittima, 27-28 Luglio 1995.
- Carlo Troiani, “Proposte FF.SS. per un sistema integrato merci e viaggiatori a servizio della mobilità nel Friuli Venezia Giulia”, in atti tratti dalla Conferenza Regionale sul Territorio, Trieste, Centro Congressi della Stazione Marittima, 27-28 Luglio 1995
- Lorenzo Quattrin, Potenzialità di sviluppo delle relazioni trasportistiche e delle connessioni infrastrutturali nell’ottica di una

nuova condizione di centralità europea del Friuli Venezia Giulia, Tesi di laurea, anno accademico 1991/92.

- AA.VV., Conto Nazionale dei Trasporti, Roma, Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, 1992.
- Guido Bernardi, Trieste crocevia d'Europa, sta in “I Trasporti e l'Industria”, brochure edita in occasione del XXXI Corso Internazionale I.S.T.I.E.E.,1990, Roma.
- Giacomo Borruso, Correranno treni italiani sui binari del 2000 ?, sta in
- “I Trasporti e l'Industria”, brochure edita in occasione del XXXI Corso Internazionale I.S.T.I.E.E.,1990, Roma.
- Giovanni Coletti, Alta Velocità una scelta per il futuro, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- P. de Marinis, Il futuro è già iniziato, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- M. Maternini, I treni del futuro prossimo, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- U. Pacella, Obbiettivo 300 km/h, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- U. Surace, Alta velocità un treno per tutti, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- U. Surace, TGV ed ICE due modi diversi di fare alta velocità, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.

- U. Pacella, Alta Velocità fattore di integrazione economica europea, sta in “AV”, supplemento al n°38 di “Trasporti”, 1990, Trieste, Edizioni Trasporti.
- Michele Mingari, Carrozze e carri, sta in “I Treni”, n°100, 1990, Brescia, Edizioni ETR.
- Fabio Maria Ciuffini, Politica ferroviaria, sta in “I Treni”, n°100, 1990, Brescia, Edizioni ETR.
- Renzo Marini, Alta Velocità, sta in “I Treni”, n°100, 1990, Brescia, Edizioni ETR.
- Erminio Mascherpa, E.404 verso i 300 all’ora, sta in “I Treni”, n°103, 1990, Brescia, Edizioni ETR.
- Enrico Chiavacci, Alta Velocità perché..., sta in “I Treni”, n°142, 1993, Brescia, Edizioni ETR.
- Vittorio Cervigni, Pronta l’E.404.100, sta in “I Treni”, n°162, 1995, Brescia, Edizioni ETR.
- Cesare Bortotto, Doppio binario attraverso le Alpi, sta in “Rassegna Tecnica”, n°4, 1995, Udine, Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia.
- Valter Cirillo, Il treno da non perdere, sta in “Ambiente”, n°51, 1994, Roma, CEEP s.r.l. Editore.
- Paul Virilio, La freccia del tempo, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Paolo A. Tumminelli, Avanti veloce ?, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.

- Silvia Sguardi, Per una storia italiana del treno, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Roger Tallon, Mon TGV, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Paolo A. Tumminelli, Una Germania, due treni: ICE 2.2, ICE-T, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Paolo A. Tumminelli, ETR.460 Pendolino, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Mario Villa, Alta Velocità europea: le ragioni di uno sviluppo, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Paolo A. Tumminelli, La nuova stazione di Monaco 21, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- Paolo A. Tumminelli, Sistema di fissaggio per rotaie Pandroll Fastclip, sta in “Domus Dossier-Alta Velocità”, n°4, 1996, Milano, Editoriale Domus S.p.A.
- M.R. De Blasiis, Un progetto strategico, sta in “Le Strade”, n°03, 1995, Milano, Edizioni La fiaccola.
- Antonio Savini Nicci, Lo schema attuativo del progetto Alta Velocità, sta in “Le Strade”, n°03, 1995, Milano, Edizioni La fiaccola.
- Carlo Benedetto, Le problematiche ambientali, sta in “Le Strade”, n°03, 1995.

- Maria R. De Blasiis-Mauro Di Prete, Il monitoraggio del cantiere stradale e ferroviario, sta in “Le Strade”, n°03, 1995, Milano, Edizioni La fiaccola.
- Silvio Garavoglia, La cantierizzazione del territorio, sta in “Le Strade”, n°03, 1995, Milano, Edizioni La fiaccola.
- Giorgio Bedogni-Bruno Padovan, La protezione dall'inquinamento acustico, sta in “Le Strade”, n°03, 1995, Milano, Edizioni La fiaccola.
- Marcello Pecorini-Carlo Grimaldi, ETR.500: la soluzione italiana, sta in “Le Strade”, n°03, 1995.
- Massimo Ferrari, Quando la retorica prevale sulle cifre, sta in “Amico Treno”, n°02, 1996, Milano, Leonardo periodici S.r.l.
- Cristina Forghieri, Alta velocità e tutela dell'ambiente, sta in “Amico Treno”, n°02, 1996, Milano, Leonardo periodici S.r.l.
- Laura Facchinelli, Sempre più protesi verso l'Europa, sta in “Amico Treno”, n°02, 1996, Milano, Leonardo periodici S.r.l.
- Massimo Ferrari, Il rebus delle tariffe, sta in “Amico Treno”, n°05, 1996, Milano, Leonardo periodici S.r.l.
- Claudia Galimberti, Grandi reti ed Alta Velocità, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de ”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.
- Claudia Galimberti, I treni del domani, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de ”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.
- Claudia Galimberti, Dagli sbuffi alla levitazione, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de ”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.
- Claudia Galimberti, Correre sulle rotaie d'Europa, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de ”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.

- Guido Colombo, EDS o EMS, ma sempre MAGLEV, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.
- Giovanna Majno, I T.A.V. accorciano le distanze, inserto de “Il Sole 24 Ore”, parte de”L’Atlante Economico del 2000”, 1996, Milano.
- Valerio Calzolaio, Sempre ed ovunque in balia dei rumori, sta nel supplemento al numero 01/07 de “Il Sole 24 Ore”, 1996, Milano.