

TRASPORTI.

L'impiego di materiale rotabile pendolante sulle reti ferroviarie europee, tra errori e successi

LA SCELTA FRA PENDOLAMENTO ATTIVO E PASSIVO E GLI EQUIVOCI SULLA SICUREZZA

Un treno ad assetto variabile di cassa (o pendolante o "tilting") è un treno provvisto di un meccanismo che consente alla cassa di assumere una inclinazione verso l'interno curva, o mediante forze attive applicate in relazione alla forza centrifuga (pendolamento attivo) o mediante le forze d'inerzia stesse (pendolamento passivo) rispetto ai carrelli, quando il treno affronta una curva. L'inclinazione della cassa, in aggiunta alla sopraelevazione del binario, permette di ridurre in modo sostanziale il discomfort che la curva genera nei passeggeri a causa della forza centrifuga prodotta. Quindi il treno pendolante può viaggiare in curva, a parità di comfort, a velocità superiore ai treni convenzionali non dotati di sistema di pendolamento.

1. Un po' di storia

La sfida per sviluppare treni pendolanti inizia circa 70 fa, con i primi tentativi della americana Pullmann; la segue la francese SNCF nel 1956, che poi, insoddisfatta dei risultati ottenuti, sposta tutta la sua attenzione sull'Alta Velocità (TGV) e ancora oggi è l'unico Paese europeo di una certa importanza che non possiede treni pendolanti.

Negli anni '50 la spagnola Talgo sviluppa la sua cassa leggera a pendolamento passivo, il cui obiettivo peraltro non sembra mai essere stato l'aumento di velocità in curva (angolo di inclinazione limitato a 4° contro gli 8° del pendolamento attivo), ma piuttosto l'aumento di comfort (treni notte) e la possibilità di realizzare il cambio di scartamento.

Verso il 1967 la tedesca Deutsche Bahn provò il pendolamento passivo su automotrici diesel (classe 624 e 634) e poi su automotrici elettriche (classe 403); anche in questo caso i risultati furono insoddisfacenti e il progetto di sviluppo proprio venne abbandonato.

Negli anni '70 e '80 l'inglese British Rail fu impegnata nello sviluppo e sperimentazione del prototipo pendolante denominato "Advanced Passenger Train", anch'esso destinato infine al museo.

A fine anni '80 (Fiat Ferroviaria, FF) e inizio anni '90 (la svedese ABB, poi confluita in Adtranz e infine in Bombardier) si pervenne alle prime applicazioni commerciali dei treni pendolanti, rispettivamente con le composizioni ETR 450 Pendolino per FS e l'X2 (o 2000) per le ferrovie svedesi SJ.

Gli sviluppi successivi a livello europeo riguardarono il modo di realizzare il pendolamento attivo: alla soluzione idraulica scelta per i Pendolini, si aggiunsero altre soluzioni elettromeccaniche derivate dai sistemi di puntamento dei cannoni dei carri armati (Adtranz, la svizzera SIG poi acquistata da Fiat Ferroviaria, Siemens).

Quello che può essere affermato con una certa sicu-

L'AUTORE.

L'ingegnere **Andrea Parnigoni**, già vice-direttore generale di Fiat Ferroviaria e già executive-vicepresident di Alstom Ferroviaria, è consulente di marketing e management.

e-mail: a.parnigoni@alice.it

rezza è che i problemi accusati da alcuni treni pendolanti non sono mai sostanzialmente riconducibili alla tecnica di pendolamento, ma ad altri sottosistemi utilizzati anche per treni non pendolanti.

2. I treni pendolanti acquistati in Europa

Può essere interessante, anche se non di facile lettura, fornire un quadro completo dei treni pendolanti acquistati dalle amministrazioni ferroviarie e dagli operatori privati europei.

2.1 Italia

- 15 EMU Pendolino ETR 450 da 9 casse, v max 250 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 10 EMU Pendolino ETR 460 da 9 casse, v max 250 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 15 EMU Pendolino ETR 480 da 9 casse, v max 250 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 12 EMU Pendolino ETR 600 da 7 casse, v max 250 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom) (non ancora in servizio)

2.2 Germania

- 60 EMU ICE-T classe ET 411, da 7 casse, v max 230 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 11 EMU ICE-T classe ET 415, da 5 casse, v max 230 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 20 DMU VT 610 da 2 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);



Uno dei 21 treni ADR 598 con motorizzazione diesel, a tre casse (M+R+M), costruiti dalla spagnola CAF su un proprio sistema di pendolamento, indicati nell'ultimo punto del paragrafo 2.11 del testo. Questi treni, che fanno seguito alle serie 592, 593 e 594, sono entrati in servizio in Spagna a partire dal 2004.

(foto © CAF)

- 50 DMU VT 611 da 2 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting Adtranz (ora Bombardier);
- 200 DMU VT 612 "Regioswinger" da 2 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting Adtranz (ora Bombardier);
- 20 DMU VT 605 da 4 casse, v max 200 Km/h, tecnica tilting Siemens (tolte dal servizio, poi riammesse temporaneamente, in attesa di compratore straniero);
- 152 carrozze Talgo per treni notte.

2.3 Regno Unito

- 53 EMU Class 390 "Virgin Pendolino" da 9 casse, v max 220 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 44 treni DMU Class 221 SuperVoyager per "Cross Country", di cui 40 da 5 casse e 4 da 4 casse, v max 200 Km/h, tecnica tilting Bombardier.

2.4 Svizzera

- 44 EMU ICN da 7 casse, v max 200 Km/h, tecnica tilting SIG (poi FF, ora Alstom);
- 9 EMU Pendolino ETR 470 CISALPINO da 9 casse, v max 230 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 14 EMU Pendolino ETR 610 CISALPINO da 7 casse, v max 230 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom) (non ancora in servizio).

2.5 Svezia

- 52 treni X2 da loco + 6 carrozze, v max 210 Km/h, tecnica tilting Adtranz (ora Bombardier).

2.6 Norvegia

- 38 treni BM 71 e BM 73 da loco + 3-4 carrozze, v max 210 Km/h, tecnica tilting Adtranz (ora Bombardier), derivati dallo svedese X2.

2.7 Finlandia

- 10 EMU S220 e SM3, a 6 casse, v max 220 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 4 EMU "Karelian Trains" a 7 casse, v max 220 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom), derivati da S 220 per il

collegamento Helsinki-San Pietroburgo (in corso di progettazione).

2.8 Repubblica Ceca

- 10 EMU classe CD 680 a 7 casse, v max 230 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom), con circolazione anche in Austria e Slovacchia.

2.9 Slovenia

- 3 EMU Pendolini serie 310, da 3 casse, v max 200 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom).

2.10 Croazia

- 8 "Regioswinger" serie HZ 7123 da 2 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting Adtranz (ora Bombardier) derivati dai VT 612 della DB.

2.11 Spagna

- 10 EMU serie 490 "Alaris" Pendolino da 3 casse, v max 200 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom);
- 223 carrozze Talgo Pendular Serie III, v max 160 Km/h;
- 23 carrozze Talgo Pendular Serie III RD (a scartamento variabile), v max 150 Km/h;
- 277 carrozze Talgo Pendular Serie 400 (Talگو 4), v max 180 Km/h;
- 58 carrozze Talgo Pendular Serie 500 (Talگو 5), v max 160 Km/h;
- 366 carrozze Talgo Pendular Serie 600, v max 200 Km/h;
- 158 carrozze Talgo VII (a scartamento variabile);
- 10 carrozze Talgo XXI (derivato da Talگو VII) per 2 treni sperimentali di GIF, progettate a norme USA;
- 16 DMU serie TRD a 2 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting CAF;
- 21 DMU serie ADR a 3 casse, v max 160 Km/h, tecnica tilting CAF.

2.12 Portogallo

- 10 EMU Pendolini serie "Alfa Pendular" a 6 casse, v max 220 Km/h, tecnica tilting FF (ora Alstom).



Un treno costituito da carrozze pendolanti Talgo trainate da ordinario locomotore diesel, non pendolante. Rispetto ad un convoglio con carrozze non pendolanti, non ci sono differenze nell'accoppiamento locomotore-carrozza di testa. Quest'ultima però dispone di un assale ausiliario (visibile sotto la scritta "renfe") in aggiunta a quello ordinario in comune con la carrozza successiva, mostrato nel riquadro.
(foto © Concu)

Sotto: l'ETR 460, uno dei treni "Pendolino" derivati dal progetto Y0160 varato nel 1970 dalla Fiat Ferroviaria di Savigliano, ora Alstom.
(foto © Jollyroger)

La situazione sintetica, in termini di casse prodotte o in produzione, attribuite al fornitore della tecnica di pendolamento, è la seguente:

pendolamento attivo

- Alstom (ex FF e SIG) 2.287 casse (64,1%)
 - Bombardier (ex ABB e Adtranz) 1.076 casse (30,1%),
 - CAF 127 casse (3,6%),
 - Siemens 80 casse (2,2%),
- per un totale di 3.570 casse a pendolamento attivo;

pendolamento passivo

- Talgo 1.267 casse (100%) a pendolamento passivo
- Va notato però che una cassa Talgo trasporta circa 1/3 dei passeggeri di una cassa convenzionale, per cui le 1.267 casse di Talgo equivarrebbero in termini di passeggeri trasportati a circa 422 casse usuali.

3. Problemi nell'uso dei treni dotati di pendolamento

Come sopra anticipato, il sistema di pendolamento attivo non è mai stato causa di incidenti; nel peggiore dei casi ha presentato guasti, che hanno rallentato la circolazione dei treni (ricordo al riguardo che la DB considera "guasto" un ritardo superiore ai 5 minuti).

Ma i treni pendolanti, come quelli convenzionali, non sono stati esenti da problemi come "malattie infantili" o anche durante la maturità. A titolo di esempio elenco diversi problemi incontrati dai costruttori, così come riportato dalle cronache e dalla letteratura, senza voler entrare minimamente nell'attribuzione di colpe o fare apprezzamenti.

Il Pendolino ETR 460 in Italia ha avuto un unico incidente mortale a seguito di deragliamento, nel gennaio 1997 a Piacenza. Le indagini svolte dalla magistratura hanno attribuito la causa dell'incidente a errore umano: il convoglio aveva affrontato la curva a una velocità eccessiva, alla quale nessun treno avrebbe potuto stare sui binari. Un secondo incidente, con un morto sul treno incrociante, è stato originato a Firenze da un salto di segnale rosso di un ETR460 in



servizio Roma-Milano.

I Pendolini ETR 460 e 470 soffrirono di "malattie infantili" anche a causa delle pressioni esercitate dai clienti Trenitalia e Cisalpino, per cui i treni entrarono in servizio senza un adeguato periodo di pre-esercizio.

Il Pendolino Finlandia incontrò problemi agli accoppiatori automatici e alcuni casi di impaccamento di sospensioni secondarie in conseguenza delle rigide temperature e di presenza di neve pulverulenta.

Il Pendolino della Repubblica Ceca ebbe problemi con il segnalamento: fu necessario aggiungere un filtro per le correnti armoniche al fine di rientrare nei limiti posti dalla normativa e questo comportò un sensibile ritardo nella messa in servizio.

Il peggiore smacco fu sofferto però dalla Fiat Ferroviaria nello sviluppo della automotrice pendolante a trazione diesel, concepita proprio per le esigenze della Regione Sardegna. Il prototipo venne denominato ATR 410: purtroppo nelle prove dimostrò tutti i suoi limiti legati alla infelice scelta di preferire la trasmissione diesel-elettrica (di produzione Fiat

Ferroviana) alla ben più collaudata trasmissione diesel-idraulica. I motori elettrici a magneti permanenti, di nuova concezione, presentarono problemi insormontabili di raffreddamento e il progetto fu abbandonato, malgrado un investimento con mezzi propri superiore agli attuali 10 milioni di euro.

Anche Adtranz prima e Bombardier poi ebbero le loro disavventure. I treni norvegesi BM 73 presentarono problemi per la debolezza degli assili, che dovettero essere sostituiti. La mancanza di spartineve in testa si rivelò una grossa carenza a quelle latitudini.

In Germania il VT 611 fu considerato fin dall'inizio un prodotto malriuscito a causa di parecchi problemi meccanici (porte, aria condizionata, valvole alimentazione carburante e freni elettromagnetici), che ne imposero ripetutamente la messa fuori servizio e per lunghi periodi il non utilizzo del sistema di pendolamento. Il sistema di pendolamento presentava disfunzioni nel caso di accoppiamento di più automotrici. La causa di questi inconvenienti, che gettarono una certa sfiducia sul pendolamento, è indubbiamente da attribuire alla decisione della DB a favore di una automotrice pendolante esistente solo su disegni preliminari (fatto unico nella storia ferroviaria) e nell'imposizione di un tempo di consegna di 2 anni dall'ordine, in presenza di sottosistemi di nuovissima concezione, compreso il pendolamento.

Il successore VT 612 "Regioswinger" fu re-ingegnerizzato completamente e funzionò bene tra il 1998 e il 2004, quando si rilevarono cretti in un certo numero di sale. Così come era accaduto per il VT 611, Bombardier fu costretta a procedere alla sostituzione di assili e sale. Malgrado dopo questo intervento il treno abbia funzionato in modo affidabile, Bombardier non sembra più interessata alla sua produzione e ha rinunciato a partecipare alla gara indetta dalla Regione Sardegna.

La flotta svizzera ICN lamentò nel luglio 2001 uno svio dovuto alla rottura (causa urto) di un fissaggio dei sostegni del riduttore sul carrello posteriore, con conseguente rottura dell'albero cardanico. Tutti i treni comunque dovettero essere sottoposti ad accurata verifica.

Anche il VT 605 di Siemens è da considerarsi un prodotto malriuscito fin dalla nascita (freni sottodimensionati, problemi al sistema tilting di concezione Siemens). Dopo la rottura di un assile nel 2002, l'ente di sorveglianza tedesco obbligò a fermare tutti i treni per un anno. Poi i treni trovarono applicazioni saltuarie e si tentò finora invano di venderli fuori Europa.

Ma i problemi non affliggono solo i treni a pendolamento attivo. Le cronache riportano anche incidenti sofferti negli anni recenti dalle composizioni Talgo:

- gennaio 2003: urto tra un treno Talgo e un treno regionale, attribuito alle cattive condizioni della via;
- aprile 2004: un treno Talgo trancia la catenaria
- aprile 2005: svio della locomotiva e delle due prime vetture, con incendio sulla seconda vettura e caduta della catenaria;
- novembre 2006: svio a S. Vicente de Alcántara a causa delle forti piogge;
- dicembre 2006: guasto al sistema di cambio di scartamento a Granada;

- luglio 2007: svio su scambio a Valladolid;
- marzo 2008: svio e caduta della catenaria a Orense.

4. Esperienze europee nell'uso di treni pendolanti.

Gli incidenti sopra elencati a titolo esemplificativo vanno tuttavia rapportati all'ingente numero di treni in circolazione e al parallelo comportamento dei treni convenzionali.

In buona sostanza posso sostenere che i treni pendolanti hanno soddisfatto l'obiettivo loro assegnato e cioè circolare a velocità superiore in curva rispetto ai treni convenzionali (+ 20/30%), in condizioni di sicurezza e comfort per i passeggeri, senza affrontare ingenti spese per la modernizzazione delle linee.

Come già detto queste considerazioni si applicano solo parzialmente ai veicoli a pendolamento passivo, per i quali il guadagno di velocità in curva è molto contenuto. Per tutti va poi notato che il treno pendolante esplica le sue migliori caratteristiche solo in presenza di ranghi tipo il rango "P" italiano, in assenza del quale il treno pendolante potrà viaggiare solo con le stesse velocità dei treni non pendolanti.

Nota per inciso che il concetto di pendolamento è sempre stato legato alla realizzazione di veicoli a basso peso per asse: infatti le spinte d'asse sul binario già aumentano in ragione quadratica della velocità e vanno quindi contenute con una massa quanto più possibile ridotta. Questo principio porta a preferire soluzioni pendolanti a potenza distribuita (EMU e DMU) a soluzioni con locomotive in testa.

L'esperienza ha dimostrato che se si acquista un treno pendolante, si deve pretendere che lo stesso faccia le prestazioni per cui è stato acquistato. Non sempre questo è successo, almeno in passato, in Italia, per cui gli orari non tenevano conto delle migliori prestazioni dei Pendolini rispetto ai treni convenzionali: questo significava una certa indifferenza sul funzionamento o no del sistema di pendolamento, perché intanto il rispetto dell'orario (ampiamente definito) era garantito.

Non altrettanto è successo in Germania: la DB utilizza i treni ICE-T per 400.000 Km/anno e pretese sin al momento dell'acquisto la garanzia di un limite massimo di 10 guasti (ritardi > 5') su un milione di Km. I treni pendolanti tedeschi viaggiano su 2.300 Km di tratte a lunga distanza e 2.200 Km di tratte regionali. Nel primo anno di esercizio il VT 610, grazie alla riduzione dei tempi di percorrenza, comportò un aumento dei passeggeri del 23% sulle tratte nell'area di Norimberga.

Quando venne introdotto il Pendolino "Alaris" in Spagna, fu ascritto a difetto del nuovo treno il fatto che l'elevato tasso di occupazione dei posti a sedere non consentiva ai viaggiatori abituali di scegliere il posto di loro maggior gradimento....

5. Conclusione

Non è mia intenzione trarre conclusioni: spero di aver dato ai colleghi lettori alcuni spunti di riflessione per trarre essi stessi le conclusioni sui treni pendolanti e il loro impiego, che riterranno più idonee per interpretare la situazione in Europa e magari anche in Regioni più vicine a noi.

Andrea Parnigoni