UNIVERSITÀ CARLO CATTANEO LIUC

2ª sessione 2007
Sezione A
Settore Ingegneria Industriale
Prova pratica
4 dicembre 2007

Il candidato discuta e risolva uno dei due casi sotto riportati

CASO 1: TRENITALIA E L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Trenitalia dedica grande attenzione alle attività di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie, per migliorare i propri prodotti, crearne di nuovi o potenziare i processi di produzione.
Consapevole delle opportunità di miglioramento che scaturiscono dall'impegno nella ricerca, l'azienda ha inteso dare indirizzo, sistematicità e progettualità alla materia, predisponendo per il quinquennio 2004-2008 uno specifico Piano della Ricerca.
Il documento, inserito nel Piano d'Impresa aziendale e coerente con l'attività di ricerca e sperimentazione svolta negli anni precedenti, prevede per il settore un investimento totale di 12.500.000 euro, pari a 2.500.000 euro in media all'anno.
In uno scenario sempre più europeo e competitivo, Trenitalia si impegna e investe nella ricerca con l'obiettivo finale di elevare la qualità e l'efficacia complessiva dei servizi offerti anche attraverso il rispetto dell'ambiente, l'aumento della sicurezza, l'innovazione dei materiali e l'eliminazione dei disservizi. Importanti risultati sono stati già raggiunti in molti settori tra cui quello dell' Energia con il Progetto ecologico PVTRAIN, realizzato con il cofinanziamento dell'Unione Europea.

IL RAPPORTO "RICERCA E SVILUPPO"

Nel nuovo scenario di liberalizzazione del mercato ferroviario, investire per lo sviluppo significa, soprattutto, accettare la logica della maggior competitività che viene oggi imposta a tutte le imprese che operano nel settore. Saper competere vuol dire essere in grado di ottenere la riduzione dei costi di acquisto, di gestione e di manutenzione del materiale rotabile, oltre che di eliminare o almeno contenere al minimo i disservizi. Ma non solo. Nonostante il parco dei mezzi rispetti tutti i parametri richiesti dalle attuali leggi in materia di sicurezza, risparmio energetico e inquinamento, nel prossimo futuro occorrerà essere pronti a introdurre le modifiche e gli adeguamenti che l'evoluzione in termini sempre più restrittivi delle normative tenderà a imporre. Cardine importante del livello di competitività, quindi, diventa anche la capacità di attivare ricerche specifiche per ottenere tempestivamente il know-how necessario alle nuove acquisizioni, alle modifiche del materiale esistente, alla sicurezza e alla manutenzione.
E' da queste considerazioni preliminari che Trenitalia, consapevole delle opportunità di miglioramento che scaturiscono dall'impegno nella ricerca, ha inteso dare indirizzo, sistematicità e progettualità alla materia, predisponendo per il quinquennio 2004-2008 uno specifico Piano della Ricerca, inserito nel Piano d'Impresa aziendale, con un investimento totale di 12.500.000 euro, pari a 2.500.000 euro in media all'anno. L'obiettivo finale è quello di aumentare l'efficacia complessiva delle prestazioni del parco rotabili, attraverso la riduzione globale del life cycle cost, l'accentuazione del rispetto dell'ambiente, l'aumento della sicurezza e l'eliminazione dei disservizi dovuti a una non ottimale interazione con l'infrastruttura. Il piano si raccorda con l'attività di ricerca finanziata negli anni precedenti, già in parte conclusa o in fase di completamento. Alcuni progetti, infatti, hanno prodotto o stanno producendo risultati interessanti che suggeriscono di procedere sullo stesso percorso, consolidando le conoscenze acquisite ed estendendone l'approfondimento. Temi già parzialmente avviati nel piano passato sono, ad esempio, la lotta al fuoco, l'interazione pantografo-catenaria e gli effetti del vento trasversale. Per quanto riguarda invece le ricerche da avviare, particolare rilievo è attribuito alle applicazioni dell'idrogeno, tema sul quale Trenitalia può svolgere un ruolo trainante e

farsi promotrice dello sviluppo anche per l'industria nazionale. L'idrogeno, con gli sviluppi tecnologici delle celle a combustibile (fuel-cell), potrebbe infatti arrivare a produrre, in un futuro non lontano, un autentico cambiamento epocale nel mondo dei trasporti terrestri, con ovvi riflessi anche sull'organizzazione della società e delle imprese. Per ampliare le conoscenze e le esperienze nel campo dell'idrogeno, Trenitalia ha dato la propria disponibilità a partecipare a progetti cofinanziati in ambito nazionale. Il piano della ricerca messo a punto da Trenitalia interessa 5 principali aree di intervento:

- ambiente;
- sicurezza;
- innovazione del materiale rotabile;
- diagnostica;
- interazioni fra veicolo e infrastruttura (catenaria e rotaia).

Il mondo ferroviario rappresenta un sistema complesso nel quale convivono e interagiscono tecnologie derivanti da innumerevoli settori della tecnica, dalla meccanica alle telecomunicazioni, all'elettrotecnica ed elettronica, ciascuno con le proprie peculiarità. Per questo motivo, l'attività di ricerca deve necessariamente avvalersi del contributo sinergico di soggetti diversi, ciascuno con un proprio specifico ruolo. In tale contesto, Trenitalia, nel ruolo di "Operatore", definisce gli obiettivi e i vincoli avvalendosi del proprio know-how ed esperienza d'esercizio, coordina tutte le attività e procede alla validazione dei risultati. Le università inquadrano la ricerca in un ambito teorico sviluppando modelli matematici, algoritmi, codici di calcolo ecc. L'industria, infine, progetta e realizza dimostratori e prototipi. La sinergia tra i soggetti interessati al processo crea un solido legame tra Operatore, Industria e Università e un prezioso collegamento fra ricerca applicata e ricerca universitaria.
Trenitalia ha dedicato sin dalla sua nascita grande attenzione alle attività di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie, anche in cooperazione con le principali reti ferroviarie estere e con il cofinanziamento dell'Unione Europea. La ricerca è stata condotta in diverse aree d'interesse per il sistema treno, indagandone e analizzandone tematiche e aspetti di maggiore rilevanza e criticità, anche per le conseguenze e le ripercussioni sulla collettività.

Ambiente

In campo ambientale, la ricerca ha affrontato il problema del rumore e dell'inquinamento elettromagnetico. Per quanto riguarda il rumore, Trenitalia ha condotto studi per la realizzazione di un sistema attivo di abbattimento del rumore, ha partecipato, insieme alle ferrovie svizzere e alle ferrovie austriache, al progetto Low-Noise-Train (che ha prodotto tre carri prototipo a bassa emissione acustica), al progetto internazionale NOEMIE per la verifica delle emissioni acustiche dei treni per l'Alta Velocità, e, infine, al progetto ERS relativo alla ricerca di un tipo di guarnizione frenante sintetica (di tipo LL), sostitutiva della ghisa, che possa consentire l'applicazione di retrofit ai carri esistenti a costi sostenibili, sempre al fine della riduzione delle emissioni acustiche dei treni merci. Riguardo all'inquinamento elettromagnetico, Trenitalia ha portato a termine un'importante ricerca sui campi a bassa frequenza che potrebbero incidere negativamente sulla salute del personale e dei passeggeri. La ricerca ha prodotto risultati di estrema rilevanza scientifica tanto da costituire elemento di riferimento essenziale per la normativa italiana (DPCM 8.7.03) ed europea (CENELEC- European Committee for Electrotechnical Standardization) in materia di inquinamento elettromagnetico. Inoltre, l'azienda ha condotto uno studio sui campi ad alta frequenza che possono avere un maggior impatto sull'inquinamento ambientale. Anche in questo caso la ricerca si è conclusa con grande successo e ha permesso di realizzare una strumentazione innovativa e una procedura di misura dei campi elettromagnetici, che è quanto di più avanzato esista oggi in Italia e in Europa in questa materia.

ATTIVITÀ, PROGETTI, RISULTATI

Interoperabilità

L'interoperabilità è una tematica trasversale che interessa vari progetti. I progetti rivolti a sviluppare standard di interoperabilità sono ERTMS, lo studio degli effetti del vento laterale sulla marcia dei convogli e NOEMIE. Altri progetti, i cui risultati potranno essere recepiti in un futuro standard di interoperabilità, sono TRAINCOM - con associato progetto EUROMAIN - e EDIP. Per quanto riguarda il progetto ERTMS, sono state sviluppate, in particolare, le seguenti attività:

- realizzazione di un train-set (ALe 601+Le 480) e di una carrozza misure;
- sperimentazione del sistema sul trial site Firenze-Arezzo;
- attrezzaggio di una locomotiva E402 e di un ETR500 per la sperimentazione del sistema sulla linea AV Roma-Napoli;

- realizzazione di un banco HIL (Hardware In the Loop) per l'omologazione dei sistemi odometrici ERTMS (con alcune implementazioni è stata conferita al banco odometria anche la funzionalità di banco antipattinante, il più avanzato oggi esistente in Europa);
- realizzazione di un simulatore di guida ERTMS/SCMT che verrà utilizzato in abbinamento al banco odometria per fini di ricerca sui sistemi ATC;
- il Software sviluppato servirà inoltre per implementare gli attuali simulatori dinamici con la funzionalità ERTMS/SCMT;
- studio finalizzato alla determinazione dei coefficienti di protezione da associare alle curve di frenatura.

Si deve sottolineare che sia per quanto riguarda quest'ultimo punto, uno dei cardini su cui poggia la sicurezza dei sistemi di tipo ATC/ATP, l'approccio di tipo statistico individuato da Trenitalia è stato quello recepito dal gruppo di studio internazionale UIC B126.15 incaricato di definire i coefficienti di sicurezza da applicare alle curve di frenatura ERTMS. Altre attività sono previste per la validazione dei coefficienti di protezione con prove in scala reale e per la validazione del modello di odometria campione implementato sul banco.

ERTMS/SCMT

Per quanto concerne la ricerca sul vento laterale, è stata individuata una metodologia di indagine per la determinazione degli effetti del vento sui veicoli ed è stata effettuata la caratterizzazione dei treni ETR 500, ETR 480, IC. I risultati ottenuti sono utili ai fini dell'omologazione dell'ETR 500 sulla rete francese e hanno consentito di inserirlo fra i treni di riferimento AV, insieme a TGV ed ICE nelle STI-HS (Specifiche Tecniche di interoperabilità-High Speed; specifiche del materiale rotabile interoperabile Alta Velocità) relativamente agli effetti del vento laterale.

Sistemi di Telecomando

I progetti sviluppati per questa area tematica sono stati: (i) EU Remote Control, riguardante la funzione telecomando realizzata su bus TCN (Train Control Network) e (ii) EDIP, relativo al radiocomando di locomotive, da applicarsi in particolare alla trazione dei treni merci.

Il primo ha ottenuto i seguenti risultati:

- redazione della Fiche UIC 647 relativa alla standardizzazione delle funzioni di telecomando su bus TCN (Trenitalia ha coordinato il gruppo di lavoro);
- realizzazione di un laboratorio TCN certificato UIC presso Trenitalia (Direzione Ingegneria, Sicurezza, Qualità di Sistema) per il test di conformità dei nodi TCN alla fiche 556;
- realizzazione di un simulatore di telecomando orientato alla manutenzione.

Per quanto riguarda EDIP, il progetto ha permesso di acquisire informazioni circa l'applicabilità e i potenziali vantaggi dell'uso della frequenza di 5,8 GHz per il radiocomando delle locomotive.

Comunicazioni terra-treno

Il tema è stato affrontato nei due progetti cofinanziati dall'Unione Europea, TRAINCOM e FIFTH. TRAINCOM ha definito un'infrastruttura di comunicazione terra-treno che integra la rete di bordo e le tecnologie Internet. Il treno, grazie a questa nuova tecnologia, può essere seguito da terra come un oggetto web. Sono stati realizzati due prototipi per sperimentare l'informazione dinamica ai passeggeri e il monitoraggio remoto del treno ai fini della manutenzione. Il progetto FIFTH è nato per offrire servizi multimediali di alta qualità via satellite sui treni della rete italiana. In corso di sperimentazione è stata realizzata una carrozza laboratorio completa di tutte le apparecchiature satellitari, nonché della rete treno e della rete di carrozza per testare in movimento il sistema nelle diverse condizioni di funzionamento. Inoltre, è stato messo a punto un sistema di software, residente sul server treno, che consente un ottimo livello di servizio per la navigazione internet a broadcast band e per la TV digitale anche nelle zone di non visibilità del satellite (periodi di breve durata) quali gallerie, canyons urbani, cavalcavia ferroviari, altro. La prima applicazione del sistema è stata effettuata sugli Eurostar Italia Alta Velocità.

Energia

I progetti più importanti nell'ambito del settore energetico hanno riguardato la sperimentazione dei pannelli foto-voltaici sui treni (PVTRAIN) e l'applicazione di microturbine per l'alimentazione dei servizi ausiliari di carrozza. Con il progetto PVTRAIN, concluso nell'ottobre 2005, Trenitalia ha sperimentato la tecnologia fotovoltaica sui treni, del tutto innovativa in campo ferroviario. Il progetto ha ottenuto risultati positivi dal punto di vista del risparmio energetico e del minor impatto ambientale, grazie all'uso di energia alternativa non inquinante prodotta dall'applicazione dei pannelli fotovoltaici sui treni. La nuova tecnologia è risultata idonea agli scopi prefissati sia in termini energetici sia in termini di sicurezza, anche per quanto riguarda i treni ad alta velocità. Per quanto riguarda il progetto finalizzato all'applicazione di microturbine per l'alimentazione ausiliaria delle carrozze, sono stati realizzati alcuni prototipi per la sperimentazione.

Tecnologia dei veicoli ferroviari

I progetti riconducibili a questa tematica, tutti cofinanziati dalla UE, sono essenzialmente tre: HEMBOT - carrello alleggerito; FACT- cinetosi nei treni ad assetto variabile; HIPERWHEEL - ruota ottimizzata. HEMBOT ha prodotto un prototipo di carrello alleggerito per locomotiva che è stato testato in Italia su una locomotiva E402B appositamente modificata. I nuovi carrelli hanno mostrato una marcia sicura in tutte le condizioni di prova secondo la Fiche UIC 518 e saranno adottati con le necessarie modifiche sulle future locomotive E 402C. Per quanto riguarda il progetto FACT, sono state individuate tramite prove di laboratorio e in linea, le frequenze responsabili del fenomeno di cinetosi. Il progetto ha fornito informazioni utili per un'ottimale regolazione dei parametri dell'assetto cassa. Nell'ambito del progetto HIPERWHEEL, sono state realizzate due ruote alleggerite, rispettivamente, dalle società Valdunes e Lucchini. Sempre per quanto riguarda la tecnologie delle ruote, inoltre, sono state sviluppate iniziative per la realizzazione di prodotti software per l'analisi dello stato tensionale. Con questi prodotti Trenitalia è in grado di sviluppare o certificare progetti di ruote e assili secondo le più recenti disposizioni tecniche in vigore.

Interazione pantografo-catenaria

Un sostanziale miglioramento della captazione ad alta velocità richiede l'uso di pantografi "intelligenti" in grado di seguire i movimenti della linea aerea. Diverse iniziative intraprese negli anni passati con la collaborazione di varie università sono state convogliate in un unico progetto finalizzato alla realizzazione di un dimostratore ingegnerizzato di pantografo innovativo. Questo sarà dotato di strumenti di diagnostica per la verifica della qualità di captazione ai fini della manutenzione. Il progetto è stato realizzato in collaborazione con Italcertifer. Si prevede di realizzarne un prototipo entro il 2006.

Lotta al fuoco

Il progetto è nato dall'esigenza di monitorare il parco rotabili per verificare i requisiti dei materiali di allestimento relativamente ai parametri prestazionali indicati dalla norma UNI E10.02.977. Parallelamente sono state ricercate sostanze con più elevato grado di estinguenza. Il monitoraggio delle prestazioni, operato sui materiali di arredo dei rotabili con livello di rischio più elevato (LR4), ha consentito l'attivazione di operazioni mirate per la sostituzione degli arredi.

Nel piano 2004-2008 è stata proposta la prosecuzione della ricerca ampliando il campo di indagine ai sistemi di estinzione automatici presenti a bordo dei mezzi di trazione.

Gli obiettivi del piano di ricerca 2004-2008

• riduzione delle emissioni da CO_2 e da altri agenti inquinanti tramite la sperimentazione di sistemi innovativi di trazione (veicoli ibridi, celle a combustibile), il retrofit dei motori diesel esistenti, il miglioramento delle conoscenze nel campo dell'aerodinamica ferroviaria;

• rafforzamento del carattere di sistema rispettoso dell'ambiente tramite riduzione delle emissioni acustiche;

• introduzione del concetto di modularità per abbattere i costi di acquisto del materiale rotabile;

• sperimentazione dell'introduzione di sistemi di diagnostica low-cost per diminuire i costi di manutenzione;

• miglioramento della sicurezza del materiale rotabile sviluppando ulteriormente il tema della lotta al fuoco e migliorando le caratteristiche di resistenza al crash;

• ottimizzazione dell'interazione con l'infrastruttura di terra tramite l'introduzione di nuovi profili di contatto ruota-rotaia e pantografi di nuova generazione per ridurre i disservizi, aumentare le prestazioni, limitare le usure e favorire l'interoperabilità;

• realizzazione di un carro isotermico a pannelli solari, come sviluppo applicativo di conoscenze acquisite con il progetto PVTRAIN.

Il piano è coerente con l'SRRA (Strategic Rail Research Agenda) elaborata dall'ERRAC (European Railway Research Advisory Council) e si avvale di collaborazioni specialistiche con gli operatori di altre reti europee, con le industrie del settore e con le università. Un canale preferenziale per l'affidamento della ricerca è costituito dalla società Italcertifer, cui aderiscono Trenitalia, Rete Ferroviaria Italiana e le università di Milano, Firenze, Pisa e Napoli. Italcertifer cura, oltre allo sviluppo della ricerca nel settore ferroviario, anche la certificazione dei prodotti industriali (materiale rotabile). La partnership con gli atenei consente anche l'attivazione di dottorati di ricerca e borse di studio, potendo contare così su un supporto esterno estremamente qualificato e sempre aggiornato.

Il piano della ricerca 2004-2008 in dettaglio

Vettore idrogeno

E' uno dei grandi temi su cui è focalizzata oggi l'attenzione del mondo scientifico. L'idrogeno può essere impiegato con zero emissioni inquinanti per l'alimentazione delle celle a combustibile destinate a diventare,

in prospettiva futura, l' alternativa ai motori a combustione interna. La diffusione su larga scala si presenta ancora ostacolata dagli alti costi e da problemi di affidabilità. Ciò nonostante, nel settore automotive alcune grandi case stanno già commercializzando veicoli alimentati a idrogeno. Dalla nuova tecnologia ci si attende una generazione di veicoli leggeri, ecologicamente puliti, che potrebbero anche aprire nuove prospettive di business per quanto riguarda l'integrazione dei servizi urbani con quelli suburbani (tram-treno), rimuovendo i problemi legati alla diversità dei sistemi di alimentazione che finora hanno contribuito ad ostacolarne lo sviluppo.

Riduzione delle emissioni inquinanti dei mezzi diesel

Questa ricerca, conseguente ai prevedibili sviluppi legislativi in materia di emissioni inquinanti dei motori endotermici, individuerà le trasformazioni necessarie per adeguare i motori diesel del parco rotabili ai futuri limiti normativi. Lo scopo della ricerca è limitato a minimizzare l'impegno economico e a individuare soluzioni tecniche praticabili per mantenere in esercizio rotabili che altrimenti andrebbero precocemente demoliti.

Realizzazione di prototipi a trazione ibrida

I sistemi ibridi per la trazione si basano sulla possibilità di integrare fonti diverse di energia presenti a bordo, costituite da un motore primario (diesel o fuel cell) e da un sistema di accumulo (batterie, supercondensatori, flywheel, o combinazione di tali dispositivi). Già adottati per alcune tipologie di veicoli su gomma, i veicoli ibridi sono una novità ancora inesplorata nel campo ferroviario, dove potrebbero trovare vantaggiosa applicazione nella trazione leggera e nei servizi di manovra. Come accade per i veicoli elettrici, i veicoli ibridi consentono il recupero energetico in fase di frenatura e in discesa, senza la necessità della linea aerea di alimentazione. I veicoli ibridi si presentano pertanto più rispettosi dell'ambiente rispetto ai tradizionali sistemi basati esclusivamente sulla trazione endotermica. Un sistema di gestione dovrà ottimizzare l'utilizzo delle varie fonti di energia disponibili, in relazione alle loro diverse caratteristiche di erogazione e accumulo, con particolare attenzione all'utilizzo dei sistemi di accumulo dell'energia, il cui impiego, considerata la limitata autonomia degli stessi, dovrà essere previsto nell'integrazione di potenza in accelerazione, in salita o in particolari situazioni dove il transito avviene con zero emissioni. Il motore primario (fuel cell o tradizionale diesel) può essere pertanto dimensionato sulla richiesta di potenza media, essendo la richiesta di maggior potenza soddisfatta dall'energia immagazzinata nel sistema di accumulo. La ricerca prevede la realizzazione del prototipo di un’automotrice e di una locomotiva da manovra. L’esito congiunto della sperimentazione e dell’analisi di redditività - basata sugli effettivi elementi di costo che saranno acquisiti - dirà se il ricorso alla tecnologia della propulsione ibrida è proponibile, almeno parzialmente, per il graduale rinnovo o il retrofit della flotta. Attualmente nel parco sono presenti circa 1500 automotrici e 1200 locomotive da manovra, in parte di costruzione ormai datata.

Generatori per servizi ausiliari di bordo

Il progetto prevede l'applicazione di generatori per i servizi di bordo (APU - Auxiliary Power Units) su carrozze passeggeri come sistema di alimentazione di emergenza o come sistema alternativo di alimentazione delle utenze di carrozza. Si prevede di utilizzare un accumulo di energia a bordo, costituito da una riserva di idrogeno in sostituzione, totale o parziale, delle batterie. La riserva può essere rigenerata tramite idrolizzatore quando è alimentato il bus di potenza del treno (condotta REC). Il sistema trae vantaggio dal più favorevole rapporto dell’energia accumulata per unità di peso della riserva di idrogeno rispetto alle batterie.

Treno modulare

Gli alti costi del materiale rotabile sono dovuti in gran parte al basso livello di standardizzazione. Il progetto MODTRAIN, cofinanziato dalla CE, e in cui Trenitalia ha un ruolo importante, si pone l'obiettivo di business di ridurre il prezzo d'acquisto del materiale rotabile introducendo il concetto di modulo, un sottoassieme intercambiabile, per il quale vengono definite le interfacce. Con questa ricerca si intende proseguire il cammino relativo alla realizzazione di un convoglio con standardizzazione definita e concordata fra le maggiori reti europee, già iniziato attraverso la collaborazione fra FS, SNCF, DB, nell'ambito del progetto HTE (High Speed Train Europe). MODTRAIN, al pari degli altri progetti europei, vede coinvolti sia gli operatori che l'industria, con importanti contributi anche da parte del mondo universitario, ed è mirato a realizzare una prima prototipizzazione dei moduli, sulla base delle specifiche funzionali definite dagli operatori (carrello, trazione, interfacce, driver desk ecc), sia per quanto riguarda il treno HS che una locomotiva tradizionale. Oltre che sui costi d'acquisto, il progetto avrà importanti riflessi anche sulla riduzione dei costi di manutenzione e favorirà l'interoperabilità, consentendo di superare tutti i problemi logistici che si presentano nel caso di avarie fuori dal proprio territorio, grazie all'elevato livello di standardizzazione di ricambi e specifiche.

Aerodinamica

Il campo dell'aerodinamica ferroviaria risulta ancora in parte inesplorato. La ricerca prenderà in considerazione vari aspetti, in collaborazione con altre Ferrovie e con partner industriali e universitari. In particolare nell'ambito del Progetto AOA (Aerodynamics in Open Air), cui partecipa anche RFI - Rete Ferroviaria Italiana, saranno completati gli studi già intrapresi sugli effetti del vento laterale, estendendoli anche al settore merci; inoltre, sarà definita l'infrastruttura di terra necessaria per il monitoraggio delle condizioni ambientali ai fini del mantenimento delle condizioni di sicurezza. Si studierà, infine, sia con metodi CFD (Computential Fluid Dynamic - fluidodinamica computazionale) sia sperimentali, il profilo del flusso sottocassa per evitare la proiezione di pietrisco e per verificare l'effetto dell'applicazione di carenature; in particolare, per quanto riguarda i possibili effetti collaterali dovuti alle mutate condizioni di ventilazione e, quindi, di raffreddamento di alcuni organi. Un altro tema di interesse da sviluppare è lo studio del profilo aerodinamico della prossima generazione di treni alta velocità. Il ritorno di business è costituito dalla riduzione della resistenza al moto, che si traduce in minori consumi energetici, e nella riduzione dell'emissione sonora dovuta agli effetti aerodinamici (particolarmente importanti ad alta velocità), in modo da soddisfare i requisiti prescritti dalle norme di interoperabilità al minor costo possibile.

Qualità della captazione

Una cattiva qualità di captazione si traduce in elevati consumi delle parti striscianti dei pantografi e in disservizi di varia natura tra cui quello più grave è costituito dall'interruzione della linea aerea con i conseguenti costi. La ricerca si propone di completare gli studi già intrapresi per la realizzazione di un pantografo attivo, attraverso un'estesa campagna sperimentale su un prototipo. La principale caratteristica di questo pantografo è quella di riuscire a contenere le oscillazioni della forza di contatto, riducendone l'aggressività nei confronti della linea aerea. Oltre che per il controllo attivo, il pantografo si caratterizza per un design particolarmente curato sia dal punto di vista meccanico che aerodinamico (per un uso fino a velocità di 350 Km/h). Il migliorato profilo aerodinamico determinerà anche una significativa riduzione dell'emissione acustica che, a partire da velocità intorno ai 300 Km/h, costituisce una componente importante dell'emissione totale. Per quanto riguarda invece l'esercizio sulle linee a 3kVcc, ove le elevate correnti in gioco impongono di ripartire l'assorbimento su due pantografi, si prevede che il sistema di controllo attivo della forza abbia effetti particolarmente benefici nel miglioramento della dinamica del secondo pantografo, consentendo di rimuovere il limite di velocità, attualmente fissato a 200 Km/h, oltre il quale non è possibile avere più di un pantografo in presa. Gli attuali limiti si traducono in un dispendio energetico non compensato da un corrispondente aumento delle prestazioni, per la necessità di trainare una locomotiva inattiva. L'obiettivo di business deriva quindi dalla riduzione dei costi di manutenzione, dal miglioramento dell'efficienza energetica e delle prestazioni dei treni, e soprattutto dall'eliminazione dei disservizi e dei relativi costi associati. Trenitalia partecipa, inoltre, a una ricerca europea denominata EUROPAC che ha lo scopo di definire un modello matematico di interazione pantografocatenaria comunemente accettato, validato da prove sperimentali da svolgere nell'ambito del progetto stesso. Lo scopo è quello di favorire l'interoperabilità, attraverso un accertamento preventivo della compatibilità di un pantografo con le caratteristiche delle diverse tipologie di catenarie ammesse sulle linee interoperabili.

Diagnostica innovativa

L'introduzione a bordo di sistemi di diagnostica innovativa a basso costo con particolare riguardo a sottoinsiemi finora poco monitorati, potrebbe contribuire all'ottimizzazione degli intervalli di revisione, alla determinazione del livello delle scorte, all'eliminazione di difetti sistematici. Inoltre, ove ne ricorrano le condizioni, potrebbe portare al passaggio dalla manutenzione programmata a quella on condition. Nell'ambito di questa ricerca Trenitalia intende sviluppare un sistema diagnostico proprietario con architettura aperta in grado di interfacciarsi con le varie apparecchiature da monitorare, sia attraverso la rete LAN di bordo che attraverso collegamenti specifici. Tale apparecchiatura sarà in grado di scambiare i dati con le postazioni di terra tramite canali di comunicazione radio (wi-fi, gprs). A differenza dei sistemi attuali, che sono essenzialmente dei registratori di eventi, il nuovo sistema dovrà avere un'elevata capacità di individuazione delle anomalie tramite l'implementazione di algoritmi basati sulle tecniche tipiche dell'intelligenza artificiale, possibilmente fino all'individuazione dell'LRU (Line Replaceable Unit - unità minima sostituibile in manutenzione) guasto. Verrà inoltre garantito l'interfacciamento con lo standard RSMS. Il data-base di terra consentirà, inoltre, incrociando i dati relativi alla flotta, di individuare guasti ricorrenti o sistematici e dare indicazioni per l'ottimizzazione delle operazioni di manutenzione. L'obiettivo di business è costituito dalla riduzione dei costi associati alle operazioni di manutenzione e nella realizzazione di economie conseguenti all'aumento dell'affidabilità di missione. Rientra in questo tema anche la partecipazione al progetto europeo INTEGRAIL.

Rumore

L'accresciuta sensibilità ambientale dell'opinione pubblica ha indotto la l'Unione Europea a varare una politica di contenimento del rumore. Le stesse TSI (Technical Specifications for Interoperability) imporranno per l'emissione alla fonte valori molto più stringenti delle attuali performance del materiale rotabile. Valori di emissione sono già prescritti dalle TSI per il materiale AV. Un processo di ridefinizione del materiale rotabile in funzione dell'emissione acustica dovrà portare a una nuova generazione di treni silenziosi. Tale processo necessita anche di molta attività di ricerca, una parte della quale dovrà coinvolgere anche gli Operatori. L'obiettivo di business è raggiungere la conformità alla TSI al minor costo possibile. Per quanto attiene a questa tematica, Trenitalia partecipa alla ricerca europea SILENCE.

Lotta al fuoco

Dando seguito all'attività finora svolta su questo tema, occorre ricercare condizioni di maggiore sicurezza per evitare l'insorgere di incendi a bordo dei treni, considerato anche l'incremento dei percorsi in galleria conseguenti alla realizzazione delle nuove linee. L'obiettivo di business è quello di aumentare la sicurezza al minor costo possibile. L'attività di ricerca prenderà in considerazione prove di comportamento al fuoco dei vari materiali previsti nella norma UNI E 10.02.977 paragrafi 1-2-3 per elaborare specifiche tecniche per tipo di materiale, tenendo conto del degrado delle caratteristiche nel tempo. Inoltre saranno intrapresi studi per il miglioramento dei sistemi di estinzione automatica degli incendi a bordo delle locomotive.

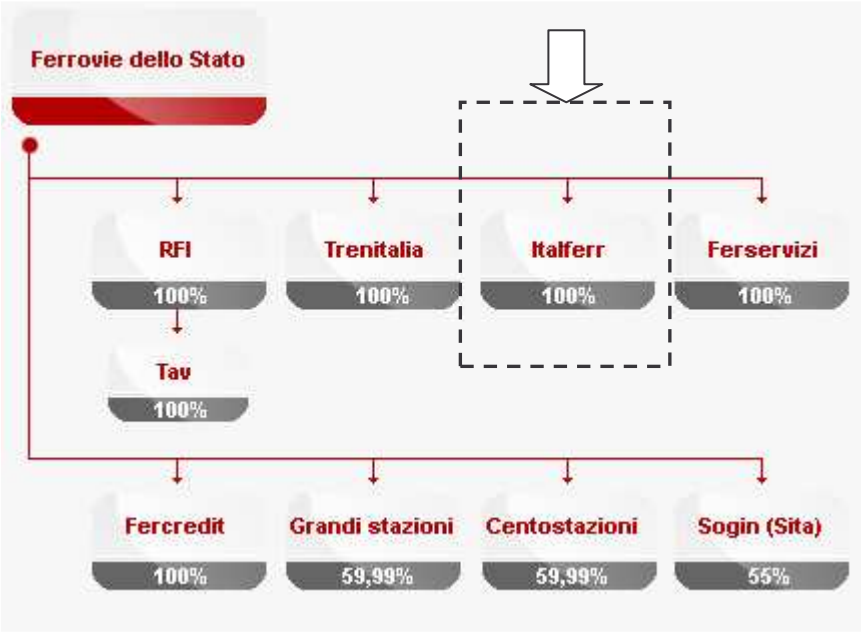
Resistenza al crash

Le TSI (Technical Specifications for Interoperability) prescrivono dei requisiti di resistenza passiva per il materiale rotabile. L'obiettivo di business è raggiungere la conformità alla TSI e aumentare la sicurezza al minor costo possibile. Si intende pertanto realizzare uno studio - tramite simulazione e prove di laboratorio - per l'individuazione delle strutture in grado di conferire al materiale rotabile elevati livelli di resistenza passiva in caso di collisione e per aumentare la sicurezza del macchinista e dei passeggeri. Lo studio si tradurrà in una specifica tecnica o in linee guida per la progettazione del materiale rotabile da parte dell'industria.

Interazione ruota-rotaia

Il recupero del traffico merci a favore della ferrovia presuppone di aumentare le prestazioni del materiale rotabile in termini di velocità e carico per asse. Un primo obiettivo, connesso al regolamento circolazione treni nazionale, è quello di velocizzare la marcia dei treni merci. Si tratta di valutare gli effetti dell'incremento di velocità in termini di stabilità di marcia e sollecitazioni indotte sull'infrastruttura, studiando, se necessario, opportuni sistemi di mitigazione. L'incremento di velocità e la relativa omogenizzazione con quella della maggior parte dei treni passeggeri, avrà il duplice effetto di ridurre i tempi di resa delle merci e aumentare il numero delle tracce a disposizione dei treni merci, con evidenti vantaggi sul business. Un altro tema di ricerca sarà costituito dallo studio di un nuovo profilo delle ruote. Il profilo ORE S1200, adottato in Italia, non risulta infatti ottimizzato per la posa a 1/20 della rotaia. La mancata ottimizzazione può dar luogo a fenomeni di instabilità di marcia, a usure anomale e a fenomeni di rugosità che hanno un'influenza negativa sull'emissione di rumore; ciò rende necessari interventi frequenti per ripristinare le condizioni nominali sia sulla ruota che sulla rotaia, tramite operazioni di sostituzione, molatura o ritornitura. Trenitalia, pertanto, intraprenderà uno studio che possa portare a definire uno o più profili in relazione al tipo di missione svolta. L'obiettivo di business è quello di ridurre i costi di manutenzione e i costi associati a un eventuale degrado delle prestazioni (ad esempio limitazioni di velocità imposte da condizioni di instabilità di marcia). La ricerca si completa con lo studio di un nuovo sistema di misura delle forze di interazione ruota-rotaia con prestazioni avanzate. Tale sistema costituirà lo strumento per la misura dei miglioramenti ottenibili in termini di aggressività dell'infrastruttura con i nuovi profili di ruota.

L'INGEGNERIA FERROVIARIA: ITALFERR S.p.A.



ATTIVITÀ:
Le attività di Italferr nel settore dell'ingegneria ferroviaria riguardano la realizzazione di studi, progettazioni, Direzione Lavori ed Alta Sorveglianza di nuove opere infrastrutturali e tecnologiche, il potenziamento di reti ferroviarie esistenti e l'applicazione di sistemi tecnologici innovativi:

- Sistemi ad Alta Velocità/Alta Capacità (tratte e nodi)
    - Le nuove linee ad Alta Velocità / Alta Capacità sono state progettate per consentire un traffico promiscuo di treni passeggeri e di treni merci sulle lunghe e medie percorrenze, strettamente integrate con la rete ferroviaria esistente con numerose interconnessioni e, in prospettiva, collegate con la rete AV europea. I caratteri progettuali e funzionali delle nuove linee veloci sono stati definiti in modo da rendere possibile la circolazione, in condizioni di massima sicurezza, di un numero di treni quasi doppio rispetto a quello attuale. Le linee esistenti potranno così essere dedicate al traffico locale e regionale dei passeggeri e delle merci, con conseguente aumento dell'offerta complessiva di trasporto e un miglioramento della mobilità nei nodi urbani. Grazie al progetto dell'Alta Velocità / Alta Capacità infatti, i grandi nodi ferroviari di Torino, Milano, Verona, Bologna, Firenze, Roma e Napoli sono in corso di potenziamento e riorganizzazione. La penetrazione urbana delle nuove linee veloci è anche l'occasione per il rinnovamento e la razionalizzazione delle principali reti metropolitane.
- Tecnologie gestionali e di controllo del traffico
    - Apparati Centrali Computerizzati (ACC)
    - Sistemi di Comando e Controllo della Circolazione Ferroviaria (SCC)
    - Sistema Supporto Condotta (SSC)
    - Sistemi di Controllo Marcia Treno (SCMT)
    - Sistemi europei di radio-segnalmento (ERTMS)
    - Sistemi europei di comunicazione radiomobile (EIRENE/MORANE)
    - Sistemi per Telecomunicazioni
    - Sistemi di monitoraggio degli apparati di bordo e terra
- Direttrici
    - Italferr è responsabile degli interventi di adeguamento, potenziamento e rinnovamento dei principali itinerari della rete ferroviaria italiana. Lo sviluppo e l'ammodernamento della rete storica secondo i più moderni standard tecnologici e di sicurezza, integrati con il sistema Alta Capacità in corso di realizzazione, risponde alle esigenze di crescita del traffico passeggeri e merci del paese.
    - Gli interventi riguardano:
        - Adozione di sistemi tecnologici avanzati

        - Raddoppio dei binari
        - Riqualificazione di linee destinate al traffico regionale e locale
        - Elettrificazione di tratte
- Depositi/Officine di manutenzione rotabili
- Valichi Alpini
- Stazioni e Terminal intermodali passeggeri
- Collegamenti interregionali e metropolitani
- Interporti

SERVIZI:
Nell'ambito dell'ingegneria ferroviaria, Italferr offre una vasta gamma di servizi che comprendono:
- Piani di sviluppo dei trasporti
- Studi preliminari e di fattibilità tecnico-economica
- Sviluppo concettuale ed ingegneria di sistema
- Monitoraggio ambientale
- Studi di impatto ambientale
- Value Engineering
- Progettazione di sistemi di trasporto mono e plurimodale
- Progetti preliminari, definitivi ed esecutivi
- Studi e progettazione architettura, design e urbanistica
- Validazione progetti
- Stima dei costi, Specifiche Tecniche e Documenti di gara
- Manuali di Manutenzione e Piani di Sicurezza cantieri
- Gare d'Appalto
- Project Management
- Supervisione della Costruzione/Direzione Lavori/Collaudi/Assistenza al pre-esercizio
- Studi organizzativi e gestionali di imprese di trasporto ferroviario
- Assistenza tecnica e formazione del personale
- Assistenza/Supporto a Project Financing

Domande:
Tenendo conto della descrizione delle attività di R&S e di ingegneria di Trenitalia:
1. si effettui una **analisi interna** delle tecnologie e delle risorse di Trenitalia, adottando la metodologia più coerente con le informazioni disponibili e sottolineando eventuali pregi e limiti di tale analisi;
2. si descriva e si applichi una metodologia per la **selezione delle aree tecnologiche** su cui Trenitalia dovrebbe investire nel periodo 2004-2008.

CASO 2: Caso S.C.A.R.S.

La S.C.A.R.S., noto produttore di autovetture sportive, ha deciso di introdurre una nuova linea di prodotti. Allo scopo la compagnia intende aprire uno o più impianti di produzione per servire sei mercati geografici a fronte della nuova domanda che si andrà a generare.
Pertanto, l'azienda ha effettuato un'approfondita analisi di localizzazione che ha condotto a individuare un set di cinque siti possibili.
Al fine di dimensionare in fase iniziale l'impegno di capitale necessario per i nuovi investimenti, la S.C.A.R.S. ha previsto per ciascun sito due possibili livelli di capacità produttiva: 150.000 o 200.000 unità all'anno. I costi fissi e di esercizio degli impianti localizzati nei vari siti sono riportati

nella tabella 1, mentre il costo unitario di trasporto e la domanda annuale di ogni mercato sono elencati in tabella 2.
Con l'obiettivo di determinare la configurazione ottimale della propria rete produttiva, la S.C.A.R.S. intende valutare i seguenti punti:

- Il numero di impianti da aprire.
- La localizzazione degli impianti che verranno aperti.
- La capacità produttiva di ogni impianto utilizzato.
- Il numero di unità da produrre in ogni impianto e consegnate ad ogni mercato per minimizzare il costo totale di rifornimento delle sei destinazioni.

Tabella 1. Costi fissi e variabili di produzione

Stabilimento	*Costi fissi [€/anno]*		*Costi variabili [€/unità]*	
	Capacità minima	*Capacità massima*	*Capacità minima*	*Capacità massima*
Vienna	***1.500.000***	***2.800.000***	***20***	***19***
Praga	***1.100.000***	***2.200.000***	***17***	***15***
Varsavia	***1.050.000***	***2.000.000***	***17***	***14***
Bordeaux	***1.600.000***	***2.900.000***	***22***	***20***
Barcellona	***1.500.000***	***2.700.000***	***21***	***19***

Tabella 2. Costi unitari di trasporto e domanda dei mercati

		Ai Mercati					
		Stoccolma	**Amburgo**	**Rotterdam**	**Lisbona**	**Milano**	**Kiev**
Dai Siti Potenziali	**Vienna**	€ 11	€ 8	€ 12	€ 18	€ 10	€ 7
	Praga	€ 9	€ 4	€ 11	€ 20	€ 12	€ 6
	Varsavia	€ 3	€ 12	€ 19	€ 27	€ 6	€ 5
	Bordeaux	€ 25	€ 19	€ 9	€ 6	€ 13	€ 21
	Barcellona	€ 26	€ 15	€ 7	€ 8	€ 9	€ 20
	Domanda [unità]	70.000	120.000	80.000	150.000	130.000	100.000

Oltre a riorganizzare il network produttivo, la S.C.A.R.S. desidera valutare la condizione della propria rete logistica, onde identificare eventuali aree di ottimizzazione con particolare riferimento alla distribuzione delle autovetture nel Nord Italia. Infatti, attualmente l'azienda possiede 20 concessionari che servono Lombardia e Piemonte.
Prendendo in considerazione la sola area di Milano, la S.C.A.R.S. gestisce 4 saloni, che servono ciascuno una specifica zona della città, la cui domanda singola settimanale è distribuita secondo una normale di media pari a 100 autovetture e deviazione standard quantificata in 15 unità. Il lead time di consegna è pari a 2 settimane, con deviazione standard di 1,04 giorni.
Il responsabile della funzione logistica dell'azienda sta considerando la possibilità di sostituire i quattro saloni con un unico grande punto vendita. Supponendo che la domanda dell'unico concessionario corrisponda alla somma delle domande nelle quattro aree servite e che si voglia garantire un livello di servizio pari al 95%, confrontare e commentare i diversi livelli delle scorte di sicurezza necessari nelle due opzioni, a seconda che la correlazione fra le domande vari da 0 a 1.