

## **I sistemi di trasporto intelligenti per il successo dei servizi pubblici in ambito urbano**

Prof. Salvatore Amoroso, PhD. Ing. Luigi Caruso, Ing. Benedetto Enea

D.I.TRA. - Università di Palermo – Viale delle Scienze, edificio 8 – Tel 091 23842404  
Fax 091 423105 e-mail: amoroso@unipa.it - caruso@ditra.unipa.it - b.enea@ditra.unipa.it

### **Abstract**

Il Libro Bianco della Politica Europea sui Trasporti sottolinea che "lo sviluppo degli ITS (Intelligent Transport Systems) utilizzati per informare i passeggeri sulle condizioni operative del trasporto può aiutare a ridurre il tempo perso nel trasferimento fra i diversi modi. Il successo dell'intermodalità dipende da un facile accesso a tutti i modi di trasporto. In questo contesto, è importante che si tenga conto delle difficoltà incontrate dalle persone con ridotta mobilità nell'uso dei mezzi pubblici, per le quali il passaggio da una modalità all'altra può essere un vero e proprio ostacolo". Le tecnologie ITS possono essere integrate nel sistema delle infrastrutture di trasporto e/o nei veicoli stessi del TPL al fine di ridurre i tempi di viaggio, monitorare e gestire i flussi di traffico, garantire la "safety" e la "security" nelle stazioni, nelle strade, nei veicoli, velocizzare gli spostamenti, migliorare la qualità dei servizi, programmare un viaggio basato su una catena multimodale, risparmiare tempo e costi, come anche ridurre la congestione, fornire ai passeggeri informazioni in tempo reale sul traffico, su percorsi alternativi, ecc. In generale, questa vasta gamma di obiettivi può portare ad un miglioramento complessivo delle prestazioni del trasporto in ambito urbano. L'utilizzazione degli ITS deve essere vista come una sinergia tra tecnologie per l'informazione e la comunicazione e i veicoli che fanno muovere le persone, tenendo conto delle relative infrastrutture. L'applicazione degli ITS nelle diverse fasi della catena del viaggio deve essere studiata per evidenziare le scelte che vengono fatte riguardo al tipo di tecnologia, alle modalità di utilizzazione e ai motivi alla base delle scelte stesse nel momento in cui si decide di ricorrere agli ITS per supportare il potenziale utente nella fase di programmazione dello spostamento e in quelle successive di approccio alla fermata, di pre-imbarco, imbarco, di trasporto vero e proprio e di eventuale connessione intermodale. Lo scopo di questa memoria è quello di presentare e analizzare i principali sistemi di trasporto intelligenti attualmente in uso con un'attenzione particolare sulle informazioni in tempo reale, che possono essere rese disponibili, e, più specificatamente, sulle tecnologie volte ad aiutare le persone disabili.

Intelligent Transport Systems (ITS) can improve urban transport performance. These technologies aim to provide passengers with real time traffic information, alternate routes, monitor and manage traffic flows, reduce travel time, improve quality of urban transit, ensure safety and security and etc. They can be integrated into the infrastructure of transportation system or/and in urban public transport vehicles themselves. The purpose of this paper is to enumerate and analyze intelligent transport systems currently in use in urban transit with a particular focus on real-time information that can be made available and, more specifically, technology to assist people with disabilities.

### **Introduzione**

La congestione del traffico stradale, le emissioni di CO<sub>2</sub> legate alla mobilità e le vittime della strada sono solo alcune conseguenze di un sistema dei trasporti poco sostenibile. Garantire il diritto alla mobilità nonché la libera circolazione delle merci vuol dire soddisfare le esigenze di mobilità dal

punto di vista dell'economia (sviluppo economico), della società (sviluppo sociale) e del rispetto dell'ambiente (sviluppo ambientale), garantendo così il principio di equità intergenerazionale.

Approcci convenzionali basati sulla costruzione di nuove infrastrutture di trasporto o sull'adeguamento di quelle esistenti ai crescenti flussi di traffico, non permettono di ottenere dei risultati positivi di mobilità sostenibile nel breve periodo, in quanto richiedono tempo per la realizzazione dell'infrastruttura stessa, che, da parte sua, può essere causa di impatti negativi sull'ambiente. Inoltre l'introduzione di nuove strade, nel sistema della mobilità, genera traffico supplementare, fenomeno ormai riconosciuto unanimemente. Best practices e soluzioni innovative, offerte dagli *Intelligent Transport Systems* (ITS), sono quindi chiaramente necessarie.

In questo paper si analizza l'uso delle tecnologie ITS nel campo dei sistemi di trasporto pubblico su gomma, che possono giovare delle tecnologie suddette sia nell'ambito della qualità dei servizi offerti sia per favorire la crescita della domanda, anche con riferimento alle persone disabili. Molto spesso si è scoraggiati dall'utilizzare il TPL in quanto i percorsi pedonali di accesso alle fermate sono a volte poco gradevoli e sicuri (marciapiedi troppo piccoli, ammaloramenti e ostacoli lungo il percorso, distanza eccessiva tra le fermate, ecc.) ed inoltre la qualità del servizio, intesa, tra l'altro, come puntualità, flessibilità, nonché la disponibilità di informazioni, alla fermata ma anche a bordo, sui tempi di attesa, di percorrenza, ecc., risultano inadeguate. Ed è riguardo a questi aspetti che i Sistemi di Trasporto Intelligenti possono contribuire a migliorare i servizi offerti dal TPL, rendendolo competitivo rispetto ad altre modalità di trasporto.

Dopo una breve descrizione sulla tecnologia degli ITS (par. 1), si sono analizzate le diverse fasi che compongono lo spostamento complessivo dell'utente ed i relativi dispositivi che possono essere utilizzati (par. 2), mentre il paragrafo 3 è stato dedicato ad individuare gli effetti degli ITS, con alcune considerazioni di carattere economico.

## **1. Gli Intelligent Transport Systems ( ITS)**

Gli *Intelligent Transport Systems*, definiti come l'insieme di procedure, sistemi e dispositivi che, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione di informazioni, permette di migliorare la mobilità e di ottimizzare vari modi di trasporto sia di persone che di merci, rappresentano l'applicazione delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni nell'ambito dei sistemi di trasporto.

L'utilizzo degli ITS, in generale, grazie al loro rapido sviluppo sia nel campo della localizzazione, ma anche nella comunicazione e nell'informazione, permette di fornire servizi più confortevoli per i passeggeri ma anche una migliore gestione, anche in real-time, del traffico veicolare, oltre alla tracciabilità per quanto riguarda il settore delle merci, aumentando la sicurezza e riducendo le esternalità negative per l'ambiente.

La Commissione Europea classifica gli ITS in funzione del loro settore di applicazione:

- Gestione del traffico, mobilità e ottimizzazione dell'uso delle reti di trasporto;
- Gestione del trasporto pubblico per migliorarne l'efficienza e la fruibilità per l'utenza;
- Gestione di flotte per trasporto merci e della logistica;
- Gestione delle emergenze (incidenti);
- Informazione all'utenza;
- Miglioramento e controllo della sicurezza dei veicoli.

Diversi sono i supporti tecnologici oggi presenti, che vanno dalla telefonia cellulare (GSM, GPRS, UMTS) alla localizzazione satellitare (GPS), dalla radiodiffusione e comunicazione a corto raggio ad Internet, dai sensori per il rilevamento del flusso veicolare ai processori di elaborazione di immagini, dai dispositivi di pagamento elettronico a quelli di regolazione della circolazione (semafori, blocco accessi, ecc), e ancora dalle tecnologie di visualizzazione delle informazioni (LED, LCD, Laser, Plasma) alla cartografia digitale del Geographic Information System (GIS).

Lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie ITS sono promosse da svariate importanti istituzioni, che sono nate in Europa (alcune delle quali articolate in sezioni per nazione, come la TTS) con l'obiettivo di operare a favore dei Sistemi Intelligenti di Trasporto, attraverso la cooperazione, l'innovazione e l'interazione (fig. 1).

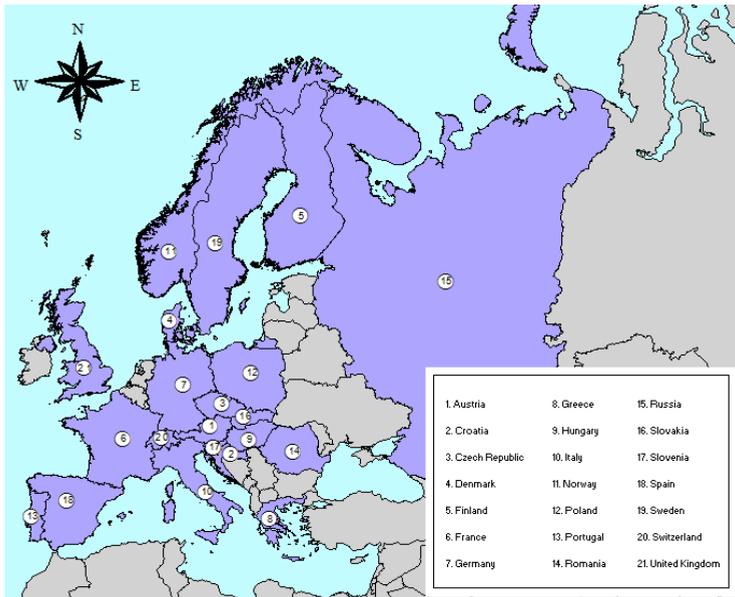


Figura 1 – Nazioni europee in cui sono presenti associazioni ITS  
([www.itscommunity.eu/its-associations/](http://www.itscommunity.eu/its-associations/)).

## 2. La tecnologia nelle varie fasi degli spostamenti urbani con il TPL su gomma

Nei paragrafi che seguono vengono presentate le innovazioni che permettono di definire i trasporti su gomma come “*Advanced Public Transportation Systems*” (APTS).

Gli APTS offrono agli utenti una vasta gamma di servizi innovativi che rendono più gradevole ed appetibile la loro utilizzazione. Le principali applicazioni degli ITS nel settore del trasporto collettivo su gomma, tema oggetto del presente contributo, riguardano:

- Strategie prioritarie per gli autobus nei sistemi di controllo avanzati, tra cui il rilevamento selettivo, le aree di esclusiva percorrenza degli autobus e la gestione della congestione;
- *Automatic Vehicle Location (AVL)*, sistemi di informazioni sui passeggeri, la priorità del bus e la gestione della flotte;
- Utilizzazione automatica dei sistemi di telecamere per il rilevamento delle violazioni;
- Sistemi automatici di vendita dei biglietti;
- Sistemi a messaggio variabile per l'infomobilità.

I principali sistemi ITS utilizzati da parte degli utenti dei bus urbani, nelle varie fasi del trasporto sono riportati in tabella 1.

**La programmazione del viaggio.** Gli utenti del TPL hanno la necessità di conoscere lo *scheduling* delle varie linee degli autobus con i tempi di percorrenza (in modo da verificare se raggiungeranno in tempo utile la destinazione desiderata e per verificare se è possibile effettuare un trasporto intermodale), ma anche dove acquistare il biglietto, dove parcheggiare, ecc. Per conoscere queste informazioni, i passeggeri possono usare tecnologie via cavo, wireless e/o telefonia mobile, come ad esempio Internet o il servizio SMS sul display del cellulare.

**Il punto di interscambio (e parcheggio).** La fase di parcheggio è molto importante soprattutto se l'uso del trasporto pubblico è combinato con un mezzo motorizzato privato. L'approccio "*park and ride*" è stato rivitalizzato con l'uso di soluzioni ITS. I parcheggi, o in generale i nodi di scambio, costruiti nelle vicinanze delle stazioni del sistema su ferro o di altri importanti nodi di trasporto, sono efficaci se il passeggero li trova attraenti. La tecnologia da utilizzare, che fornisce in tempo reale le informazioni sulla disponibilità di posti-auto e sulle relative tariffe, riduce la congestione nelle aree di parcheggio e permette un pagamento semplice e rapido (tabella 1).

Tabella 1 – Applicazioni ITS connesse con il TPL su gomma nelle varie fasi del trasporto.

ITS nel trasporto pubblico urbano su gomma	Fasi del Trasporto	Dispositivi tecnologici
	Pianificazione del viaggio	Dispositivi mobili in grado di dare informazioni sul dove andare ed in che modo <ul style="list-style-type: none"> <li>• informazioni tramite dispositivi portatili</li> </ul>
	Parcheggio/nodi di scambio	Informazioni utili per la gestione del "Park and Ride" <ul style="list-style-type: none"> <li>• SMS</li> <li>• Bluetooth</li> <li>• Pagine informative</li> <li>• Ascensori o pedale viaggianti</li> </ul>
	Pre-imbarco	Banchi informazioni <ul style="list-style-type: none"> <li>• TVM</li> <li>• Display elettronici presso fermate e stazioni</li> <li>• Sistemi audio per portatori di handicap</li> <li>• Distributori automatici di biglietti</li> </ul>
	Imbarco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet</li> <li>• Smart card</li> <li>• e- ticketing</li> <li>• convalida del biglietto</li> </ul>
	Trasporto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemi TV all'interno dei veicoli</li> <li>• Sistemi di aiuto visivi (VAD)</li> <li>• Sistemi audio per portatori di handicap</li> <li>• Sistemi di sicurezza</li> </ul>
	Connessione modale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RDS (Radio Data System)</li> <li>• GPS</li> </ul>

**La fase di pre-imbarco.** Le informazioni sulle tariffe dei biglietti, sugli itinerari, sulle condizioni di viaggio ecc., possono essere fornite attraverso banchi d'informazione (fig. 2), dotati di touch screen con sistemi audio integrati e pannelli in Braille, facilmente accessibili anche da persone diversamente abili, posizionate opportunamente nell'ambito della fermata del TPL.

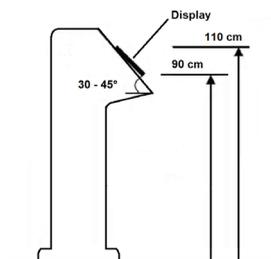


Figura 2 – Parametri raccomandati per i banchi di informazione.

Durante la fase di pre-imbarco risulta necessario introdurre nel sistema anche dei distributori automatici di biglietti, garantendo un servizio attivo per 24 ore al giorno. Gli schermi a menù, che di solito sono in *touch screen*, guidano i passeggeri attraverso una serie di scelte con un'interfaccia standard o con interfacce con caratteristiche Braille.

Inoltre è fondamentale ottenere in tempo reale le informazioni sul veicolo in arrivo attraverso:

- Tabelloni degli orari (spesso questi non sono utili ai non vedenti e alle persone disabili con sedia a rotelle o per le persone di bassa statura), che non danno però informazioni sui ritardi;
- Display elettronici, che forniscono informazioni facilmente visibili in tempo reale sia con messaggi di testo o tramite altoparlanti.

**La fase di imbarco.** Le soluzioni più innovative degli ITS, in questa fase del viaggio, sono connesse con l'uso delle attrezzature per semplificare le operazioni di biglietteria, riducendo il tempo per la convalida dei biglietti. Alcune soluzioni riguardano l'uso di *Smartcard* elettroniche con *chip contactless* integrato o di altri tipi di carte pre-caricate, che possono essere ricaricate tramite Internet o SMS, ecc. Grandi potenzialità può esprimere la tecnologia dell'e-ticketing, attraverso cui si può effettuare il pagamento con i telefoni cellulari e sfruttare la tecnologia Bluetooth per superare il tunnel. L'e-ticket può essere controllato dai controllori semplicemente con la lettura del messaggio SMS che dimostra il pagamento e la convalida del biglietto.

Per i passeggeri diversamente abili gli ITS dovrebbero implementare strumenti per migliorare l'accessibilità dei passeggeri con mobilità ridotta e per fornire sostegno ai non vedenti. Nel primo caso, molte soluzioni pratiche sono già state attuate, creando pedane-ascensore per sedie a rotelle o piani ribassati ad altezza marciapiede. Nel secondo caso sono descritti in letteratura esempi di pavimenti tattili e di dispositivi portatili, mobili e statici che forniscono informazioni acustiche e vocali per contribuire a orientare il non vedente nelle aree urbane, nei mezzi di trasporto pubblico urbano, nei passaggi a livello, nei sottopassaggi ecc. In pratica, i non vedenti fanno uso di un bastone con un trasmettitore incorporato ed a pulsanti di comando. Quando il non vedente arriva ad una fermata del TPL preme il pulsante per attivare l'altoparlante esterno del veicolo in arrivo, che annuncia il numero dell'autobus, la direzione del percorso e il nome dell'ultima fermata. Se il passeggero vuole salire a bordo, preme un altro pulsante che attiva un altoparlante interno e un visualizzatore, che avvisa il conducente. Lo stesso vale per sbarcare dal veicolo.

**La fase di trasporto.** L'uso degli ITS in questa fase è in gran parte connessa con le tecnologie al fine di fornire le informazioni all'interno del veicolo. Di solito è sufficiente installare apparecchiature che consentono di ottenere informazioni sul traffico dei centri urbani, in modo da informare i passeggeri sulla situazione delle strade, fornire informazioni in tempo reale per coloro che hanno pianificato viaggi multimodali e che richiedono connessioni, stima del tempo di ritardo, ecc. Gli schermi o i display possono fornire anche altre informazioni, che non sono direttamente collegate con le condizioni del traffico, ma potrebbero rendere il viaggio più interessante e gradevole, per esempio, offrendo notizie attraverso la TV, mostrando video clip musicali, ecc. Posti speciali per i passeggeri disabili possono essere retrattili creando così più spazio se non ci sono passeggeri disabili, mentre lo spazio per la carrozzella può essere creato anche rientrando i sedili che non vengono occupati. Questo può essere fatto sia dal conducente che dal passeggero. E' pure oggi disponibile

una varietà di soluzioni di attrezzature volte a favorire il trasporto dei passeggeri con mobilità ridotta o persone disabili con problemi di udito, o non vedenti. Dal punto di vista della guida degli autobus, gli ITS possono facilitare l'attività dell'autista. Sistemi di aiuti visivi (VAD) sono impiegati per il miglioramento della visuale: una delle soluzioni concrete è una videocamera a infrarossi installata nei fari in modo da permettere all'autista di individuare meglio che cosa in movimento davanti al bus o al tram, anche nelle peggiori condizioni atmosferiche.

**La connessione modale.** In un approccio multimodale dei trasporti pubblici urbani, gli ITS possono facilitare le connessioni tra i diversi modi di trasporto. Il bisogno di scambi semplici e rapidi ha indotto ad affrontare il problema della perdita di tempo, quando un altro veicolo ritarda. E' più importante in questa fase fornire ai passeggeri in tempo reale informazioni sulla situazione del traffico. Per raggiungere questo obiettivo, i veicoli sono dotati di dispositivi con sistema di posizionamento globale (GPS), unità di calcolo e antenna. Le stazioni o gli autobus, le fermate dei tram sono dotati di una carta di accoglienza con una Radio Data System (RDS), un modulo di visualizzazione e un'antenna. Il display può essere a due schermi allineati o dotato di sofisticati schermi multifunzionali che forniscono non solo informazioni in tempo reale sui tempi di attesa, ma anche su attività commerciali localizzati nel contesto attraversato o informazioni pubbliche. Gli ITS utilizzati devono essere in grado pure di svolgere una funzione a servizio nella fase di pre-imbarco.

### 3. Conclusioni

Se applicati sistematicamente, i sistemi di trasporto intelligenti possono facilitare e aumentare in maniera significativa la capacità di attrazione del trasporto pubblico urbano, così come ridurre i danni per l'ambiente e la salute e risparmiare tempo. Se applicati in maniera non razionale, gli ITS possono anche contribuire a peggiorare la situazione del trasporto pubblico. Il rapido sviluppo delle tecnologie ITS deve essere oggetto di riflessioni ponderate riguardo alle decisioni sugli acquisti, in quanto scelte che non tengano conto delle già avviate innovazioni nel sistema possono condurre al riconoscimento di errori non più sanabili dato che gli investimenti ormai sono stati fatti.

Da questo punto di vista gli operatori del trasporto pubblico devono muoversi nell'ottica di una continua riprogrammazione degli investimenti per garantirsi un durevole sviluppo degli ITS. Molte soluzioni non sono di per sé costose nella fase di introduzione, ma corrono il rischio di una scarsa accettabilità da parte della comunità. Ad esempio, le soluzioni basate su SMS non richiedono grandi investimenti, ma richiedono una preparazione già consolidata (questione di consapevolezza o di alfabetizzazione tecnologica e di volontà del loro uso) da parte della popolazione. Le tecnologie ITS, se introdotte in un ambiente pronto a riceverle, sono in grado di determinare un significativo passo avanti per la creazione di un sistema di trasporto urbano moderno e sostenibile.

Lewis e Williams (1999) hanno individuato tre categorie di beneficiari (utente del TPL, non utente, società) a cui hanno associato tre differenti tipi di benefici (mobilità, congestione, ambiente). Gli utenti del TPL non sono necessariamente coloro i quali non possono permettersi di acquistare e gestire una macchina (anche per limiti di età) ma pure quelle persone che usano i mezzi pubblici per scelta personale, al fine di evitare di guidare la macchina nel traffico mentre altri utilizzano il trasporto collettivo come opzione solo in determinate circostanze e per compiere determinate attività (mobilità non sistematica). Nella tabella 2 è riportata la relativa matrice.

Tabella 2 – Matrice di Lewis e Williams (1999).

	Utente	Non utente	Società
Mobilità	x		x
Congestione	x	x	
Ambiente		x	x

La "x" indica approssimativamente a quale categoria di beneficiari corrisponde la preponderanza dei differenti benefici prodotti dall'uso del TPL, tenendo conto del tipo di investimento, il cui obiettivo può essere quello di attirare nuovi utenti o mantenere quelli già esistenti. L'uso del mezzo pub-

blico permette un risparmio di tempo per il singolo utente ma anche una riduzione della congestione (non è mai eliminata) e ciò determina un beneficio anche per i non utenti del TPL.

### **Riferimenti bibliografici**

- AA.VV., (2006), "Intelligent Transport System in Europe. Opportunities for future Research", *World Scientific Publishing Co*
- Baret, F., (2005), "De nouvelles organisations pour plus d'ITS", *TEC*, n. 186, aprile-giugno
- Beriakis E., Nakanishi Y.J. (2004), *Economic impacts of Intelligent Transportation Systems. Innovations and Case Studies*, Elsevier
- Marx P. L., (2004), "Prioritizing technologies: Incorporating ITS and Telematics projects into public transport", *Research in Transportation Economics*, Volume 8, 405–414. Published by Elsevier
- Intelligent Transport Systems and Services (2002), "ITS – Part of Everyone's Daily Life", *ERTICO - ITS Europe Navigation Technologies*, Brussels
- Hounsell N.B., Cheney C.N., (1999), "Using to improve bus operations: examples and opportunities", *European Transport Conference*
- Lewis, D., & Williams, F. L. (1999), "Policy and planning as public choice: Mass transit in the United States", *Ashgate Publishing*
- Hounsell et-al (1997), "Intelligent Systems for Priority at Traffic Signals", *London: The INCOME Project*, 5 ~ World Congress in Intelligent Transport Systems, Berlin, November.