



I SERVIZI FLESSIBILI DI TRASPORTO PER UNA MOBILITA' SOSTENIBILE

a cura di

G. Ambrosino, M. Romanazzo

I servizi flessibili di trasporto per una mobilità sostenibile

I servizi flessibili di trasporto per una mobilità sostenibile
A cura di G. Ambrosino, M. Romanazzo

2002 ENEA
Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente
Lungotevere Thaon di Revel 76
00196 ROMA

ISBN 88-8286-014-0

Il volume riflette l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'ENEA

I servizi flessibili di trasporto per una mobilità sostenibile

A cura di G. Ambrosino, M. Romanazzo

Marzo 2002



Il presente volume, oltre a presentare le esperienze maturate all'interno dei progetti SAMPO (TR-1046) e SAMPLUS (TR4023) afferenti al Programma Europeo della Telematica applicata ai Trasporti, raccoglie anche alcuni risultati del progetto INVETE (IST-1999-10311) e descrive l'approccio del progetto FAMS (IST-2001-34347), progetti afferenti al Programma Europeo per la Società dell'Informazione (IST, Information Societies Technology).



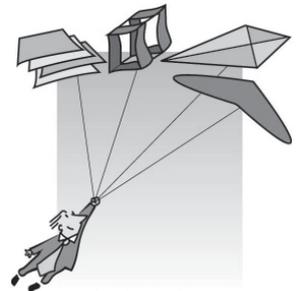
L'uso del logo del Progetto FAMS è stato autorizzato da ATAF SpA (Azienda di Trasporto Pubblico dell'Area Fiorentina).

“Now we are moving from charity to business”

Timo Korsisaari, Korsisaari Group, Finland

“From the margins to the middle”

Brendan Finn, Ireland



Indice

Premessa

G. Silvestrini 13

Introduzione

G. Ambrosino, M. Romanazzo 17

CAPITOLO PRIMO

Azioni per una mobilità urbana sostenibile

M. Romanazzo, G. Ambrosino 25

1.1 Alcune valutazioni su entità e struttura del traffico urbano 26

1.2 Impatto del traffico urbano su ambiente e salute 29

1.3 I consumi energetici del trasporto passeggeri in ambito urbano 31

1.4 Come intervenire? 33

1.4.1 Possibili interventi a breve termine 34

1.4.2 Interventi integrati e necessità di una programmazione

di lungo periodo 34

1.5 Il ruolo dei trasporti collettivi flessibili 36

CAPITOLO SECONDO

Obiettivi, requisiti e bisogni degli utenti

B. Finn, A. Ferrari, P. Sassoli 37

2.1 Obiettivo dell'analisi dei bisogni dell'utente 37

2.2 L'identificazione dei bisogni dell'utente: un processo in sei fasi 39

| | | |
|-------|--|----|
| 2.3 | Categorie di utenti | 42 |
| 2.4 | Esigenze degli utenti | 44 |
| 2.4.1 | Politica dei trasporti | 44 |
| 2.4.2 | I risultati di SAMPO riguardo alle esigenze degli utenti | 45 |
| 2.4.3 | Conflitti | 46 |
| 2.4.4 | Fattori Critici per i servizi DRT | 47 |
| 2.5 | Alcuni casi studio di analisi delle esigenze dell'utente | 48 |
| 2.5.1 | Caso 1: IVRS e Internet in Belgio | 48 |
| 2.5.2 | Caso 2: Gli anziani in Svezia | 51 |
| 2.5.3 | Caso 3: Le aree rurali in Irlanda e Irlanda del Nord | 53 |
| 2.5.4 | Caso 4: Accesso al lavoro negli USA | 55 |
| 2.6 | Nuovi indirizzi per la ricerca | 57 |
| 2.6.1 | Tema 1: Previsioni di mercato | 57 |
| 2.6.2 | Tema 2: Strategie di tariffazione | 58 |
| 2.6.3 | Tema 3: Costi e sostenibilità | 58 |

CAPITOLO TERZO

Scenari realizzativi e tipologie di servizio

| | | |
|-------|--|----|
| | <i>D. Engels, G. Ambrosino, M. Boero</i> | 61 |
| 3.1 | Ridurre la distanza fra trasporto individuale e collettivo | 62 |
| 3.2 | Tipologie di servizio | 64 |
| 3.2.1 | Percorsi e tempi | 65 |
| 3.2.2 | Modalità di prenotazione | 71 |
| 3.2.3 | Tipologie di rete | 74 |
| 3.2.4 | Procedura di assegnazione dei mezzi | 76 |
| 3.3 | Livelli di ottimizzazione del servizio DRT | 78 |
| 3.3.1 | Livello progettuale e strategico | 78 |
| 3.3.2 | Definizione del modello di servizio DRT | 78 |
| 3.3.3 | Gestione delle richieste e fase di prenotazione | 81 |
| 3.3.4 | Gestione e tipologia dei viaggi | 83 |
| 3.4 | Conclusioni | 83 |

CAPITOLO QUARTO

Architetture di sistema

| | | |
|---|--|----|
| | <i>G. Ambrosino, M. Boero, D. Engels</i> | 85 |
| 8 | 4.1 Architettura del sistema: importanza e definizione | 85 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2 | Architettura funzionale | 87 |
| 4.2.1 | Contesto generale di un sistema DRT | 87 |
| 4.2.2 | Gestione dei servizi DRT | 89 |
| 4.3 | Architettura dell'informazione | 92 |
| 4.3.1 | Modello concettuale dei dati | 92 |
| 4.3.2 | Dizionario dei dati | 94 |
| 4.4 | Architettura fisica e di comunicazione | 94 |
| 4.5 | Aspetti di integrazione con altri sistemi per la mobilità | 98 |

CAPITOLO QUINTO

Tecnologie per i sistemi DRT

| | | |
|-------|--|-----|
| | <i>A. Iacometti, L. Setti, J. Scholliers, M. Gorini</i> | 101 |
| 5.1 | Componenti architetture di un sistema DRT | 102 |
| 5.1.1 | Centrale operativa | 102 |
| 5.1.2 | Dispositivi di accesso al servizio (dispositivi-utente) | 105 |
| 5.1.3 | Sistemi di bordo | 106 |
| 5.1.4 | Rete di comunicazione long-range | 109 |
| 5.2 | Tecnologie utilizzate nei progetti SAMPO, SAMPLUS, SIPTS | 110 |
| 5.2.1 | Scelte tecnologiche nei siti pilota | 111 |
| 5.2.2 | RING: il sistema DRT in Belgio | 111 |
| 5.2.3 | PERSONALBUS: il sistema DRT in Italia | 116 |

CAPITOLO SESTO

Veicoli per il trasporto flessibile

| | | |
|-------|--|-----|
| | <i>A. Genovese, R. Ragona</i> | 119 |
| 6.1 | I sistemi di trasporto flessibili per la riduzione degli impatti | 120 |
| 6.2 | I veicoli innovativi per il trasporto flessibile | 121 |
| 6.2.1 | Tecnologia veicolare elettrica | 121 |
| 6.2.2 | Tecnologia veicolare ibrida | 124 |
| 6.2.3 | Tecnologia veicolare a metano | 128 |
| 6.2.4 | Tecnologia veicolare a celle a combustibile (idrogeno) | 130 |
| 6.2.5 | Tecnologia veicolare a GPL | 133 |
| 6.2.6 | Tecnologia veicolare a biocombustibile (biodiesel) | 134 |
| 6.3 | Il mercato attuale | 135 |

CAPITOLO SETTIMO

Esperienze in atto a livello europeo e nazionale

| | |
|--|-----|
| <i>G. Ambrosino, M. Romanazzo</i> | 143 |
| Principali progetti e dimostrazioni | 144 |
| Le principali caratteristiche dei siti DRTS SAMPLUS | 144 |
| 7.1 L'esperienza De Lijn in Belgio | |
| <i>D. Engels, L. Weyns</i> | 149 |
| 7.1.1 Il contesto operativo | 149 |
| 7.1.2 Aspetti organizzativi | 150 |
| 7.1.3 Sistema di gestione del servizio DRT | 152 |
| 7.2 L'esperienza finlandese in Keski-Uusimaa | |
| <i>P. Eloranta, A. Kalliomaki</i> | 154 |
| 7.2.1 Caratteristiche del sito | 155 |
| 7.2.2 Infrastrutture e sistemi | 156 |
| 7.2.3 Modello di servizio e organizzativo | 157 |
| 7.2.4 Risultati | 158 |
| 7.2.5 Conclusioni | 160 |
| 7.3 Il servizio Rural-Lift in Irlanda | |
| <i>M. Kennedy Grimes</i> | 162 |
| 7.3.1 Il progetto Rural LIFT | 162 |
| 7.3.2 Il territorio e l'utenza servita | 163 |
| 7.3.3 Operatività del servizio | 164 |
| 7.3.4 Risorse impiegate | 165 |
| 7.3.5 Operatori e ruolo delle autorità locali | 166 |
| 7.3.6 Tecnologie | 166 |
| 7.3.7 Risultati | 167 |
| 7.4 L'esperienza di Gothenburg in Svezia | |
| <i>Y. Westerlund</i> | 168 |
| 7.4.1 Caratteristiche del sito | 169 |
| 7.4.2 Obiettivi | 170 |
| 7.4.3 Infrastrutture e sistemi | 172 |
| 7.4.4 Modello di servizio | 173 |
| 7.4.5 Risultati | 175 |
| 7.4.6 Evoluzioni future | 177 |
| 7.5 Il PERSONALBUS di ATAF in Campi Bisenzio | |
| <i>C. Binazzi, N. Di Volo, F. Pettinelli, M. Talluri</i> | 178 |
| 7.5.1 Storia del PERSONALBUS™ | 178 |

| | | |
|-------|-------------------------------|-----|
| 7.5.2 | Schema operativo del servizio | 185 |
| 7.5.3 | I risultati ottenuti | 189 |
| 7.5.4 | Sviluppi futuri possibili | 191 |
| 7.6 | L'esperienza My Bus in Fano | |
| | <i>M. Benedetti</i> | 192 |
| 7.6.1 | Introduzione | 192 |
| 7.6.2 | Il servizio tradizionale | 192 |
| 7.6.3 | La centrale operativa | 194 |
| 7.6.4 | La comunicazione | 194 |
| 7.6.5 | I mezzi utilizzati | 195 |
| 7.6.6 | La normativa di riferimento | 195 |
| 7.6.7 | I risultati ottenuti | 196 |

CAPITOLO OTTAVO

Aspetti istituzionali, normativi ed organizzativi

| | | |
|-----|--|-----|
| | <i>A. Kalliomaki, P. Eloranta, P. Sassoli</i> | 197 |
| 8.1 | Sviluppo dei sistemi DRT: aspetti fondamentali e contesto di base | 199 |
| 8.2 | Le esigenze delle differenti categorie di utenza | 203 |
| 8.3 | Gli obiettivi strategici e i vincoli delle politiche europee e nazionali nel settore dei trasporti | 204 |
| 8.4 | Il quadro giuridico e legislativo d'insieme | 205 |
| 8.5 | Le opportunità offerte dal mercato | 206 |
| 8.6 | Il contesto economico | 207 |
| 8.7 | Aspetti operativi e problematiche di implementazione | 208 |
| 8.8 | Aspetti contrattuali | 212 |
| 8.9 | Conclusioni | 216 |

CAPITOLO NONO

I servizi di taxi collettivo

| | | |
|-----|--|-----|
| | <i>A. Perugia</i> | 219 |
| 9.1 | Introduzione | 219 |
| 9.2 | Un servizio di taxi collettivo per l'aeroporto | 220 |
| | 9.2.1 Modello di servizio | 220 |
| | 9.2.2 Gestione del movimento | 221 |
| | 9.2.3 Servizio di assistenza in linea | 222 |
| | 9.2.4 Dimensionamento della flotta | 223 |
| | 9.2.5 Struttura organizzativa e tecnologie | 224 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.3 | L'accompagnamento notturno | 224 |
| 9.3.1 | Modello di servizio | 224 |
| 9.3.2 | Il servizio visto dalla parte dell'autista | 225 |
| 9.3.3 | Il servizio visto dalla parte dell'utente | 226 |
| 9.3.4 | Struttura organizzativa e tecnologie | 226 |

CAPITOLO DECIMO

Il CarSharing

| | | |
|-------|--|-----|
| | <i>G. Valenti</i> | 229 |
| 10.1 | Introduzione | 229 |
| 10.2 | Le realizzazioni applicative | 231 |
| 10.3 | Ruolo dell'Associazione Europea del CarSharing (ECS) | 234 |
| 10.4 | Il CarSharing in Italia | 236 |
| 10.5 | Caratteristiche principali del servizio | 239 |
| 10.6 | Struttura delle tariffe e caratteristiche prestazionali | 240 |
| 10.7 | Profilo dell'utente e potenziale di domanda | 243 |
| 10.8 | Aspetti tecnologici | 244 |
| 10.9 | Benefici ed opportunità per gli utenti e la collettività | 248 |
| 10.10 | La convenienza economica del CarSharing | 251 |
| 10.11 | Strategie di sviluppo ed azioni di sostegno | 253 |
| 10.12 | Conclusioni | 254 |

CAPITOLO UNDICESIMO

FAMS: verso l'Agenzia dei Servizi Flessibili di Mobilità

| | | |
|------|---|-----|
| | <i>G. Ambrosino, M. Boero, C. Binazzi, P. Eloranta, B. Finn</i> | 257 |
| 11.1 | Contesto tecnico e obiettivi di FAMS | 259 |
| 11.2 | L'innovazione in FAMS | 261 |
| 11.3 | I casi studio e il Consorzio FAMS | 262 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Riferimenti bibliografici | 265 |
|----------------------------------|-----|

| | |
|-----------------|-----|
| Siti web | 271 |
|-----------------|-----|

| | |
|------------------|-----|
| Glossario | 277 |
|------------------|-----|

| | |
|---------------|-----|
| Autori | 283 |
|---------------|-----|

Premessa

Verso la metà degli anni novanta la convergenza di diversi fattori ha contribuito a fare emergere nuovi filoni di mobilità.

Dopo decenni di crescita rapidissima della motorizzazione privata e di parallelo crollo degli spostamenti a piedi e del trasporto pubblico, si sono infatti registrati alcuni segnali di inversione. Dal 1996 i passeggeri degli autobus, tram e metropolitane sono in aumento, mentre nel 2001 per la prima volta nelle grandi città si è notato un calo nell'uso dell'auto.

I fattori di questo mutamento sono riconducibili ai livelli intollerabili della congestione che induce una disaffezione crescente nei confronti dell'auto, come documentato dalle indagini Aci-Censis, ad un, seppur parziale, miglioramento qualitativo e quantitativo del trasporto pubblico e alle misure di restrizione alla mobilità privata predisposte dalle autorità locali per fronteggiare i livelli di inquinamento.

Accanto ad una variazione delle forme di trasporto, emerge anche un mutamento nella stessa richiesta di mobilità. Si sta riducendo in particolare la quota degli spostamenti sistematici a favore di una mobilità erratica, con una modificazione qualitativa che confligge con le caratteristiche di rigidità del trasporto pubblico.

In sintesi, l'automobile sta raggiungendo una saturazione nella sua diffusione, il trasporto pubblico migliora, ma contemporaneamente cresce la quota di spostamenti che non riesce a soddisfare.

Come uscirne? Riscoprendo il piacere di muoversi a piedi o in bicicletta, da un lato, e dall'altro facendo emergere nuove forme di mobilità flessibile destinate a conquistare spazi significativi nel corso dei prossimi 10-20 anni.

Il formidabile successo delle domeniche ecologiche ha consentito di riscoprire il piacere di muoversi senz'auto. Dopo un calo drastico nei decenni passati (dal 26% al 18% nei soli anni ottanta), si sta registrando una ripresa degli spostamenti a piedi e in bici che possono contribuire in maniera non marginale a soddisfare le esigenze di mobilità, considerando che un quarto degli spostamenti è inferiore ai 2 km.

Ma la vera novità che sta emergendo è data da quelle forme di mobilità che possono coprire la crescente porzione di spostamenti che non sono soddisfatti né da un trasporto pubblico troppo rigido, né da una mobilità individuale bloccata dalla congestione e dalla mancanza di parcheggi.

Parliamo delle varie forme di autobus a chiamata, taxi collettivi, CarSharing, e di altre soluzioni che si stanno sperimentando grazie alla diffusione di tecnologie di comunicazione sempre più sofisticate, affidabili ed economiche. In una realtà dove la mancanza dello spazio determina le scelte politiche e le motivazioni individuali, queste soluzioni, che consentono di ottimizzare l'uso dei mezzi massimizzando il numero di persone trasportate, rappresentano una formidabile opportunità di mobilità alternativa.

Nel 1998, dopo un lungo e defatigante iter tra i Ministeri interessati, è stato pubblicato il decreto "Mobilità sostenibile nelle aree urbane", che ha introdotto alcuni concetti innovativi per il trasporto nelle città. Si prevede l'obbligo per gli enti locali di dotarsi di una quota crescente di veicoli a minimo impatto ambientale, si sposta l'attenzione dall'offerta di mobilità al governo della domanda di trasporto promuovendo la figura dei mobility managers aziendali, si propone l'incentivazione di soluzioni quali i taxi collettivi e il CarSharing. Nei tre anni successivi sono state fatte alcune sperimentazioni, si sono superati alcuni ostacoli normativi e soprattutto si sono poste le condizioni per un decollo di queste soluzioni.

In questo senso, è significativa l'esperienza del CarSharing che si è basata non solo sugli aspetti positivi delle esperienze straniere, ma ha anche fatto tesoro degli errori compiuti, per esempio nella frammentazione di esperienze cittadine sconnesse tra loro. Si è così creata una struttura organizzativa (Iniziativa CarSharing, ICS) finanziata dal Ministero dell'Ambiente (per ora con 9,5 milioni €), che coordina le azioni di una decina di Comuni (ma diversi altri hanno manifestato l'intenzione di aderire) e che presenta delle caratteristiche che ne fanno un'esperienza unica a livello internazionale. In primo luogo si è partiti con una impostazione coordinata dei progetti delle varie città, fornendo attraverso un bando internazionale la tecnologia di bordo, il software di gestione, l'accesso al call center, la campagna promozionale, in modo da ridurre i costi e da consentire l'intercambiabilità delle tessere di accesso dei singoli utenti. In secondo luogo si è dato un ruolo specifico ed importante agli enti locali, che in tal modo hanno

l'interesse a valorizzare questa forma di mobilità, individuando specifiche forme di incentivazione e inquadrandola nell'ambito di un'integrazione al trasporto pubblico.

Come si è detto, queste soluzioni presentano aspetti molto innovativi. Era dunque naturale che l'ENEA svolgesse un ruolo di approfondimento e di ricerca, cosa che è avvenuta in maniera organica nell'ambito di un accordo di programma con il Ministero dell'Ambiente. Il materiale contenuto in questo libro potrà consentire di allargare la conoscenza sulle soluzioni flessibili di mobilità destinate ad avere una importanza crescente nel prossimo futuro e che devono venir sperimentate, affinate, generalizzate. Dunque un importante strumento per esplorare un'area non ancora consolidata, ma estremamente promettente, di mobilità ambientalmente sostenibile.

Gianni Silvestrini

Direttore Generale

*Inquinamento Atmosferico e Rischi Industriali
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*

Introduzione

G. Ambrosino, M. Romanazzo

I cambiamenti degli stili di vita, di lavoro, di accessibilità e dislocazione dei servizi in atto nelle aree urbane, metropolitane e rurali, uniti alla sostanziale modifica dei principali indicatori di mobilità (riduzione dei viaggi per lavoro sui complessivi spostamenti, 25% del totale dei viaggi con lunghezza minore di 2 km, incremento al 40% degli spostamenti home-based, crescente percentuale di disabili, anziani e cittadini con ridotte capacità motorie ecc.) hanno determinato una varietà di bisogni ed esigenze di mobilità (aree e periodi temporali a domanda debole, destinazioni diffuse, relazioni città-periferie non sistematiche, categorie di utenza differenziate ecc.) cui il trasporto pubblico “convenzionale” non riesce a dare una adeguata risposta. Si stima che questa “nuova mobilità” nel prossimo futuro possa arrivare, in molte aree, fino al 30% dei complessivi spostamenti.

Di fatto il veloce e consolidato sviluppo delle tecnologie di telecomunicazione ed informatiche (GSM, WAP, GPRS, sistemi di navigazione, www, PDAs ecc.), quando ben orientato, consente e supporta nuove soluzioni nella gestione del trasporto collettivo tramite la realizzazione di “servizi flessibili di trasporto” (dal CarSharing e taxi collettivo al servizio a chiamata - Demand Responsive Transport, DRT). Questi servizi si possono adattare alle specifiche esigenze degli utenti e possono coprire quella rilevante parte di domanda di mobilità a cui il servizio “convenzionale” non può dare risposta, in quanto “domanda non sistematica” e per la quale anche il mezzo personale (vettura, moto, ciclomotore, bicicletta ecc.) può dimostrarsi non conveniente.

Tali servizi sono complementari al trasporto convenzionale, potendo operare sia a livello locale che di connessione con le altre modalità di trasporto (rete bus principale, ferrovia ecc.), collocandosi a livello “intermedio” (vedi fig. 1) tra il trasporto pubblico di linea “convenzionale” (regolare a percorso ed orario fisso) e il trasporto “personale” (quali il taxi e/o la vettura privata).

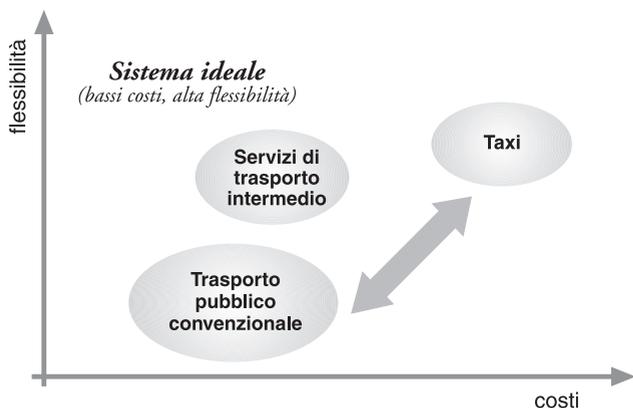


Figura 1
I servizi intermedi nell'insieme dell'offerta di servizi di trasporto

I servizi intermedi o flessibili di mobilità coinvolgono:

- linee di bus locali con alcuni livelli di flessibilità temporale e spaziale
- servizi di trasporto a chiamata (DRT)
- trasporti per specifiche categorie di utenti/cittadini
- trasporti per comunità locali
- car pooling e taxi collettivo
- CarSharing
- alcuni tipi di Park&Ride, con possibilità di prenotazione.

La tabella 1 fornisce uno schematico confronto tra le prestazioni dei servizi tradizionali, quali il servizio di linea e il servizio taxi, e due dei servizi flessibili correntemente operati quali il servizio di taxi collettivo e il sistema a chiamata, che ha assunto negli ultimi anni un rilevante ruolo nell'insieme dell'offerta del trasporto pubblico.

È importante sottolineare che questi servizi intermedi sono di fatto complementari al trasporto convenzionale e sono caratterizzati dai seguenti obiettivi:

- incremento della complessiva accessibilità ai servizi di mobilità e stimolo alla effettuazione di spostamenti,
- redistribuzione modale dei viaggi a vantaggio del mezzo collettivo e decremento dell'uso dell'auto privata,
- fornitura di servizi di integrazione/connessione con la rete principale del trasporto di linea,

| ●●● alto ●● medio ● basso | Numero di utenti a bordo | Tempo medio di attesa/risposta | Tempo medio di viaggio | Costo per l'utente |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|
| Taxi | ● | ● | ● | ●●● |
| Taxi collettivo - minibus | ●● | ●● | ● / ●● | ●● |
| DRT | ● / ●● | ● / ●● | ● / ●● | ●● / ●●● |
| Bus convenzionale | ●●● | ●● / ●●● | ●●● | ● |

Tabella 1
Confronto tra i servizi intermedi e i servizi convenzionali

– riqualificazione ed incremento dei servizi di mobilità per pendolari e fasce disagiate di cittadini, in un'ottica di efficienza e di razionalizzazione dei costi complessivi del trasporto.

Per realizzare questi servizi è necessario un approccio innovativo basato su schemi trasportistici e soluzioni tecnologiche ed operative flessibili, come dimostrato in alcuni rilevanti progetti di ricerca a livello europeo (SAMPO, SAMPLUS, SIPTS, VIRGIL ecc.), alcuni dei quali ancora in corso (INVETE), che hanno coinvolto e coinvolgono Autorità locali e regionali, Aziende di trasporto e società telematiche di differenti paesi (GB, Irlanda, Finlandia, Svezia, Italia, Belgio ecc.). Negli ultimi anni è quindi stata testata, in differenti zone e realtà europee, la complessiva fattibilità tecnico/operativa di questi servizi intermedi e valutata la disponibilità delle relative componenti tecnologiche, al fine di permettere lo sviluppo di approcci integrati e sostenibili alla gestione della mobilità non sistematica. Di fatto anche in campo nazionale sono attive numerose esperienze/applicazioni portate avanti nell'ambito dell'insieme dei servizi di mobilità offerti dagli operatori delle aziende di trasporto locali e metropolitane (Firenze, Livorno, Milano, Trieste, Fano, Bologna, Napoli, Parma, Rapallo ecc.).

Occorre sottolineare come, nel caso dei sistemi a chiamata (DRT), le esperienze in atto sono state sviluppate con approcci tecnici/tecnologici differenti ed hanno coinvolto opzioni di servizio e gestionali differenziate, a conferma della flessibilità dei servizi stessi nel soddisfare le esigenze e i bisogni della specifica domanda a cui sono orientati e a cui vogliono dare fattive risposte. In particolare dal punto di vista tecnologico (che verrà approfondito nei successivi capitoli), differenti strumenti informatici e soluzioni telematiche sono stati dimostrati con successo nei succitati progetti europei. Queste soluzioni (si veda tabella 2) permettono la pianificazione e la gestione di molte fasi del modello di servizio coinvolto, e supportano la gestione delle prenotazioni, l'ottimizzazione dei viaggi, l'assegnazione efficiente dei veicoli, il monitoraggio dell'andamento operativo ed economico del servizio prestato.

A fronte del quadro di riferimento tecnico, operativo e tecnologico, le cui componenti ed aspetti principali verranno approfonditi nei capitoli successivi, la rilevanza dei servizi flessibili di trasporto, oltre che da specifiche iniziative nazionali (si veda la legislazione svedese e finlandese), è stata riconosciuta recentemente anche dalla Confe-

| Strumenti e soluzioni tecnologiche per i servizi DRT |
|--|
| Sistemi di prenotazione per gestire le richieste dei clienti |
| Internet, IVRS e Touch screen di ausilio agli utenti nella prenotazione |
| Il software del TDC per definire i viaggi e ottimizzare le risorse |
| Reti di comunicazione per collegare il TDC sia con gli autisti che con i clienti |
| Sistemi di bordo del veicolo per supportare gli autisti |
| Sistemi di localizzazione dei veicoli basati su GPS o GSM |
| Sistemi di tariffazione basati sulle smart card |

Tabella 2
**Tecnologie a supporto
 della pianificazione e
 gestione dei servizi DRT**

IVRS - Interactive Voice Response System - Sistema per la gestione automatica e interattiva del dialogo telefonico con l'utente

TDC - Travel Dispatch Center - Centrale di gestione dei viaggi in un servizio DRT

renza Europea dei Ministri dei Trasporti (CEMT) che ha promosso una specifica comunicazione ai Governi (CEMT/CM 2001 - 15) sulla necessità di promuovere e realizzare servizi flessibili di trasporto pubblico quale risposta ai bisogni di gruppi di persone svantaggiate e/o di zone svantaggiate.

L'approccio ai servizi flessibili era stato comunque già indicato in molti altri documenti della Unione Europea (ad iniziare dal Libro verde sull'ambiente urbano del 1992) in termini di reali contributi che questi servizi possono dare rispetto alla complessiva catena del trasporto collettivo (sostenibilità, riduzione inquinamento e consumi energetici, tecnologie, servizi accessibili per i cittadini ecc.).

Se infine si considera l'evoluzione della legislazione nazionale relativa alla gestione ed al finanziamento del trasporto locale, si può comprendere come l'interesse per questi servizi da parte delle Amministrazioni locali sia cresciuto velocemente, provocando una forte richiesta dei sistemi di trasporto a chiamata e, più in generale, di soluzioni flessibili quale risposta sia alle esigenze di una determinata domanda di mobilità non "sistematica" che alla necessità di azioni ed interventi tesi a razionalizzare i costi degli attuali servizi di trasporto speciali.

Il presente lavoro vuole descrivere le soluzioni in atto (dalle reali motivazioni ai costi e benefici) e le barriere organizzative ed economiche ancora da superare per inserire questi servizi flessibili in un quadro coordinato di interventi per la mobilità sostenibile. In particolare verrà presentata una panoramica dell'approccio tecnico di base e l'evoluzione dei servizi flessibili di mobilità a livello europeo. Verranno presentate le principali motivazioni e le caratteristiche dei servizi flessibili (dove, quando e perché) sottolineando le architetture di sistema e le tecnologie di supporto. Verranno inoltre presentate le esperienze ed i servizi DRT attualmente gestiti in alcune significative realtà europee e nazionali e delineati gli aspetti organizzativi, istituzionali e giuridici coinvolti.

In questo contesto, il primo capitolo affronta le problematiche della mobilità secondo un'ottica ambientalistica e dei complessivi consumi energetici dovuti al trasporto delle merci e delle persone, delineando le possibili strategie ed azioni che dovrebbero essere messe in atto al fine di conseguire una mobilità sostenibile sia rispetto alle questioni ambientali che al diritto dei cittadini di avere un reale accesso ai servizi di mobilità e di trasporto. Nel quadro complessivo delle soluzioni identificate viene affrontato il ruolo del trasporto collettivo, per il quale i servizi flessibili e in particolare i sistemi a chiamata possono svolgere un ruolo determinante.

La definizione di un nuovo servizio sia esso dedicato al trasporto di persone o a soddisfare altri obiettivi, deve necessariamente passare attraverso una attenta analisi dei bisogni dell'utenza a cui si rivolge. Nel secondo capitolo vengono affrontate le tematiche legate alla individuazione e conoscenza delle esigenze dei potenziali utenti, al fine di determinare in modo appropriato il modello di servizio più idoneo. Viene quindi presentata una metodologia di analisi seguendo un approccio di tipo pratico, basato su casi studio sviluppati in Belgio, Svezia ed Irlanda, per identificare le priorità dei servizi a chiamata e per verificare più in generale l'opportunità di realizzare servizi di questo tipo.

Nel terzo capitolo, strettamente legato e coordinato con le tematiche del precedente, vengono descritti il modello concettuale dei servizi flessibili ed i differenti schemi realizzativi che possono essere adottati rispetto alle caratteristiche territoriali, agli obiettivi degli operatori del trasporto ed al tipo di domanda esistente in una determinata zona.

Nel quarto capitolo vengono affrontate le architetture di sistema che permettono la realizzazione e gestione dei servizi flessibili. Sulla base dei sistemi esistenti, viene introdotta una visione generale di una possibile architettura di riferimento in termini di funzioni principali e della struttura delle informazioni (e di uno specifico dizionario dati) delineando in modo schematico la relativa architettura fisica, di comunicazione e le opzioni di integrazione con gli altri sistemi per il controllo della mobilità che operano sullo stesso territorio.

Il quinto capitolo, strettamente legato al modello architetture presentato nel capitolo quarto, affronta gli aspetti tecnologici legati a ciascuno dei principali componenti/

subsistemi coinvolti nella architettura generale di un sistema DRT. In particolare, partendo dalle conclusioni dei progetti europei SAMPO e SAMPLUS, vengono delineate le scelte tecnologiche effettuate nelle differenti realtà operative dei servizi DRT descritti nei successivi capitoli. Dopo aver introdotto i risultati intermedi del progetto INVETE, dedicato alla realizzazione di un apparato di bordo per i servizi flessibili, viene descritto in dettaglio l'approccio tecnologico seguito nella realizzazione dei sistemi RING in Belgio e PERSONALBUS in Italia.

Offrire un servizio di trasporto vuol dire anche, e nel caso di un servizio DRT necessariamente, riuscire ad offrire un livello elevato di comfort agli utenti e di conseguenza utilizzare veicoli innovativi non solo nel layout e nel comfort per i passeggeri, ma anche in termini di bassi consumi energetici ed emissioni. Il sesto capitolo affronta la tematica dei veicoli innovativi sia rispetto alla trazione (presentando le differenti tecnologie innovative quali elettrico, ibrido, metano ecc.) sia rispetto alle caratteristiche di accessibilità, comfort ed attenzione o ai bisogni ed alle necessità degli utenti.

Il settimo capitolo inizia con una breve nota introduttiva sui risultati ottenuti nelle esperienze e nei siti applicativi dei due progetti europei SAMPO e SAMPLUS, in modo da sottolineare l'importanza delle problematiche al contorno di un sistema DRT (aspetti organizzativi, operativi e istituzionali/finanziari ecc.), che spesso vengono sottovalutate in fase di pianificazione e definizione dei servizi stessi. Le successive sezioni del capitolo settimo presentano alcune delle esperienze più rilevanti in atto in Belgio, Finlandia, Irlanda, Svezia ed Italia, con l'applicazione del sistema PERSONALBUS nell'area metropolitana di Firenze da parte dell'Azienda di Trasporto ATAF, e nell'area di Fano da parte dell'Azienda di trasporto AMI di Fano, Pesaro e Urbino.

Il capitolo ottavo presenta gli aspetti istituzionali, normativi e organizzativi che stanno alla base sia di un efficace studio di fattibilità che di una corretta gestione tecnico/operativa del servizio, attenta anche agli importanti risvolti finanziario/economici. Di fatto questo capitolo, oltre a fornire indicazioni di carattere strategico, cerca di affrontare anche aspetti pratici quali, tra gli altri, termini contrattuali, promozione del servizio, sistemi di pagamento e vincoli tariffari.

Il nono ed il decimo capitolo affrontano le problematiche legate al taxi collettivo e al CarSharing, servizi che a pieno titolo rientrano nell'insieme dei servizi flessibili/intermedi che possono essere forniti per differenziare e completare la complessiva offerta di trasporto collettivo.

A conclusione del volume viene disegnato uno scenario evolutivo dei servizi a chiamata: l'Agenzia dei Servizi Flessibili. Viene pertanto presentato il Progetto FAMS, coordinato da ATAF all'interno del Programma europeo IST (Tecnologie telematiche per i trasporti), che ha come obiettivo proprio lo sviluppo, la realizzazione e la dimostrazione (nell'area metropolitana di Firenze e nella regione di Angus in Scozia) di una Agenzia dei Servizi Flessibili, basata su sistemi DRT esistenti e su moduli di eBusiness/

eCommerce per la gestione delle prenotazioni da fonti diverse (utenti, associazioni ecc.), e destinata al coordinamento di flotte di operatori di trasporto differenti, al fine di una gestione ottimizzata di tutte le risorse attualmente attive nel campo dei servizi speciali alternativi al trasporto convenzionale.

Questo volume è rivolto essenzialmente ai tecnici delle Aziende di Trasporto, delle Amministrazioni locali ed agli esperti del settore interessati a soluzioni innovative e razionali nell'ambito del trasporto pubblico e della mobilità sostenibile, ed allo stesso tempo ad assicurare un realistico incremento della qualità del servizio fornito ai cittadini. Il volume può risultare inoltre utile ai tecnici/sistemisti di quelle società tecnologiche ed agli operatori di servizi di telecomunicazione nella ricerca di diversificazione del loro core business.

Si vuole sottolineare come il volume presenti i contenuti analizzati, specificati e formalizzati principalmente nei rapporti di ricerca e operativi prodotti dall'attività di indagine e dimostrazione sviluppata negli ultimi 7/8 anni da una ristretta, ma fruttuosa e cooperante, comunità tecnico/scientifica che da anni si è raccolta attorno di alcuni progetti (quali SAMPO, SAMPLUS, attualmente INVETE e dai primi mesi del 2002 FAMS, finanziati dal programma Europeo IST per la telematica nei trasporti) e che collabora strettamente con l'ENEA. Questi contenuti sono completati dai risultati delle esperienze dei servizi a chiamata gestiti attualmente nelle varie zone e realtà dei differenti paesi europei dalle Aziende di trasporto e da operatori del trasporto (così come indicato nelle specifiche sezioni dei casi studio). Questo volume rappresenta pertanto il prodotto di un lavoro partecipato e condiviso, nato in realtà differenti da variegate esperienze e competenze coinvolte di volta in volta nel processo di studio, definizione, realizzazione, avvio operativo e gestione "day by day" di servizi flessibili, quali i sistemi a chiamata.

I capitoli corrispondono alla descrizione delle metodologie seguite e dei risultati ottenuti nell'effettuazione delle varie attività che compongono il lungo e complesso percorso del processo di avvio di un servizio DRT. I vari argomenti vengono trattati da autori che, a diverso titolo, hanno partecipato professionalmente non solo alle fasi direttamente descritte, ma anche all'insieme delle tematiche affrontate dal volume. Senza questi "professionisti", impegnati quotidianamente nel campo della fornitura di servizi ai cittadini, trasformati in "autori" per contribuire ad elevare le conoscenze sui servizi di mobilità intermedi e flessibili e ad aumentare la qualità del prodotto fornito ai cittadini, il volume sicuramente non sarebbe stato concepito e realizzato.

I curatori del presente volume hanno tentato di tirare le fila delle differenti esperienze fin qui condotte, in modo da riassumere gli aspetti più significativi ed evidenziare le problematiche più ricorrenti nei processi di avvio operativo e gestione dei servizi flessibili. "Fila" che, senza il supporto indispensabile dell'ENEA e del suo qualificato staff tecnico, si sarebbero disperse in quell'area del sapere e dell'utilità che, non essendo

“istituzionalmente” riconosciuta, non trova spesso spazi di visibilità e trasferibilità di cui invece è certo il bisogno nelle nostre Amministrazioni locali, regionali e centrali e nelle Aziende di Trasporto

Marzo 2002

Azioni per una mobilità urbana sostenibile

M. Romanazzo, G. Ambrosino

Un sistema di trasporti efficiente è uno degli elementi che maggiormente contribuisce alla crescita ed alla competitività delle città. Malgrado ciò, i livelli sempre più elevati di saturazione del traffico stradale, dovuti soprattutto sia alla crescita continua della domanda di mobilità sia al cambiamento nell'utilizzo dei modi di trasporto con il massiccio ricorso all'autovettura privata, rendono sempre più difficile l'accesso a molte città e la circolazione all'interno delle stesse.

Le conseguenze negative dei livelli di saturazione del traffico si manifestano in termini di aumento dell'inquinamento atmosferico ed acustico, di spreco energetico, di aumento degli incidenti, di occupazione di spazio, di intrusione visiva.

È indubbio che senza una modifica sostanziale dell'attuale configurazione, i trasporti urbani seguiranno dinamiche insostenibili con ripercussioni negative sull'efficienza economica delle nostre città, sulla qualità dell'ambiente e, più in generale, sulla qualità della vita.

La convinzione della incompatibilità ambientale dell'attuale sistema di trasporto urbano e della necessità di profonde modifiche che coinvolgano la stessa struttura delle città fa ormai parte di un sentire comune, secondo cui all'idea di traffico viene associata automaticamente quella di inquinamento e di danni alla salute. Come evidenziano numerose indagini, i cittadini, pur usufruendo in pieno dei vantaggi della civiltà dell'autovettura privata, sentono l'esigenza del cambiamento. Negli ultimi anni, infatti, si è sviluppata una coscienza ambientale diffusa che non vede più nell'auto solo uno strumento di libertà individuale, ma anche una delle principali cause di degrado ambientale.

Occorre pertanto il massimo impegno da parte delle autorità di governo sia centrale che locale per stimolare il più possibile i cittadini a modificare abitudini e stili di vita acquisiti negli ultimi decenni.

1.1 Alcune valutazioni su entità e struttura del traffico urbano

Negli ultimi anni la crescita della mobilità delle persone in Italia è risultata superiore a quella dei principali paesi europei. Secondo le stime fornite dal Conto Nazionale dei Trasporti (CNT), dal 1985 al 1998 il “volume del traffico passeggeri” è passato da 527 miliardi a 869 miliardi di passeggeri per chilometro (tabella 1.1).

| | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Automobili, extraurb. ¹ | 188,4 | 229,5 | 283,1 | 361,2 | 405,4 | 419,0 | 430,0 | 435,0 |
| Automobili, urbano ² | 81,4 | 88,9 | 90,9 | 160,8 | 209,1 | 208,0 | 209,1 | 212,0 |
| Motocicli | 27,1 | 26,9 | 34,9 | 60,1 | 59,9 | 61,2 | 63,0 | 64,0 |
| Autobus urbani | 15,9 | 16,9 | 15,9 | 11,6 | 10,4 | 10,4 | 10,0 | 9,7 |
| Bus interurbani, noleggio | 37,0 | 47,3 | 52,2 | 72,3 | 76,8 | 78,3 | 78,5 | 79,4 |
| Metro e tram | 3,1 | 3,7 | 4,1 | 4,6 | 5,2 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| Treni (+ traghetti) | 40,2 | 44,5 | 42,3 | 51,0 | 55,0 | 55,9 | 55,3 | 54,0 |
| Aerei | 2,2 | 2,9 | 4,4 | 6,4 | 7,1 | 7,9 | 8,8 | 9,0 |
| Totale | 395,3 | 460,6 | 527,7 | 728,0 | 829,1 | 846,7 | 861,0 | 868,9 |

¹ La stima dei passeggeri-km è ricavata dai veicoli km relativi al traffico su strade statali ed autostrade, di fonte ANAS, rielaborati in funzione del loro coefficiente di riempimento.

² La stima dei passeggeri-km è relativa al traffico realizzato su strade provinciali e comunali ed è ottenuta per differenza tra la quota complessiva nazionale e quella relativa al traffico extraurbano.

Fonte: Elaborazioni ENEA su dati CNT

Tabella 1.1 - Mobilità dei passeggeri in Italia per modalità di trasporto (miliardi di passeggeri-km)

Il fattore caratteristico della “struttura del traffico urbano passeggeri per modalità di trasporto” è dato dalla netta predominanza del trasporto stradale (autovettura privata e trasporto pubblico su gomma) nei confronti delle modalità alternative (trasporto pub-

blico su ferro, trasporto ciclopedonale). Complessivamente la quota del trasporto stradale nel 1998 è stata pari al 92%, a cui ha contribuito in modo significativo l'autovettura privata (82%), un fenomeno che negli ultimi anni ha avuto una crescita superiore a quella degli altri modi di trasporto, soprattutto nelle città, e che è in aumento.

Riguardo al trasporto pubblico locale, i dati del CNT (Conto Nazionale Trasporti) evidenziano che nello stesso periodo la domanda è diminuita di circa il 20%, passando in termini assoluti da circa 20 a 16 miliardi di passeggeri-km nonostante l'offerta di trasporto pubblico sia passata da circa 81 a circa 86 miliardi di posti-km (+6%).

I modelli di evoluzione urbana, che hanno caratterizzato la crescita delle città europee degli ultimi quarant'anni, la crescita economica ed i cambiamenti nello stile di vita hanno portato ad un forte aumento della mobilità e delle distanze percorse nelle aree urbane, a cui si è accompagnato un aumento nell'utilizzo dei veicoli privati.

La mobilità dei passeggeri nelle aree urbane è cresciuta con ritmi maggiori della mobilità in generale. Nel decennio 1985-1995 il volume dei passeggeri chilometro è aumentato da circa 154 miliardi a circa 248 miliardi, con una crescita media annua del 4,9%. Nel 1998 tale valore ha raggiunto circa i 253 miliardi di passeggeri chilometro; il tasso di crescita annuo dal 1995 al 1998, pari allo 0,6%, si è ridotto notevolmente.

Contemporaneamente, la mobilità su *mezzi pubblici* locali è diminuita del 20% circa, passando in termini assoluti da circa 20 miliardi di passeggeri-km del 1985 a circa 15 miliardi del 1998. Nello stesso periodo l'offerta di trasporto pubblico è passata da circa 81 a circa 86 miliardi di posti-km (+6%).

Tra tutte le modalità di trasporto pubblico locale, le *autolinee* sono quelle che rivestono maggiore importanza anche se, nell'ultimo decennio, sono apparsi evidenti segni di crisi. Infatti i passeggeri trasportati dagli autobus urbani nel periodo 1990-1998 sono passati da 11,6 a 9,7 miliardi (-16%), a fronte di un'offerta di posti-km diminuita percentualmente in maniera inferiore (-11%).

La lunghezza della rete di *metropolitane* in esercizio si è sviluppata da 78 a 105 chilometri (+35%), i posti-km offerti sono passati da 10,5 a circa 17 miliardi (+61,9%) e la mobilità soddisfatta è aumentata da 2,6 (1990) a circa 4, 2 miliardi di passeggeri-km (nel 1999), (+161%).

Le *tranvie* urbane sono state caratterizzate da una progressiva riduzione della lunghezza della rete – che è passata, nel periodo 1985-1997, da 420 a 379 chilometri (-9,7%) – da un calo dell'offerta, passata da 5,4 (1990) a 5,1 miliardi di posti-chilometro (1999) (-5,6%), e da una diminuzione del volume di traffico realizzato, passato da 1,5 (1990) a 1,2 miliardi di passeggeri-chilometri (1999) (-26%).

Nel 1999 il *coefficiente di utilizzazione* dei differenti mezzi di trasporto pubblico urbano, espresso dal rapporto “passeggeri-km trasportati/posti-km offerti”, è risultato pari a 0,25 per le metropolitane, 0,23 per le tranvie e 0,16 per gli autobus (dato riferito al 1998).

Il peso dell'*auto* sulle altre modalità di trasporto passeggeri è cresciuto in Italia in modo continuo, soprattutto rispetto al modo pubblico, passando da quota 76,3% del traffico motorizzato realizzato nel 1985 all'84,2% nel 1995 (la figura 1.1 illustra le quote di modalità urbana soddisfatte dai principali modi di trasporto - autovetture¹, moto e motocicli², mezzi collettivi - nel 1985, 1990 e 1995).

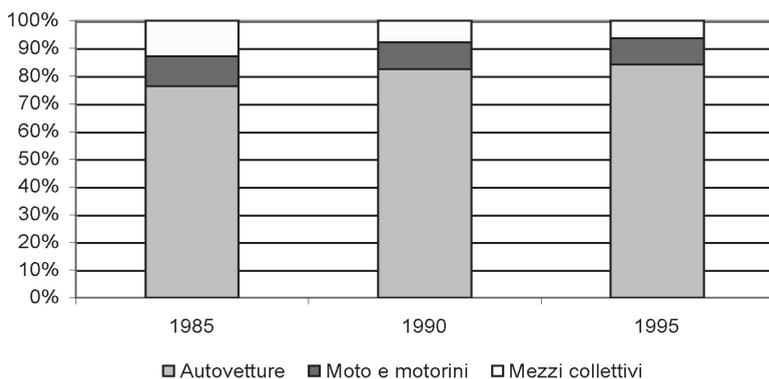


Figura 1.1
Quota di traffico
per modo di
trasporto urbano

Nel 1997, secondo le stime fornite dall'ACI, la composizione del parco circolante stradale risultava composta dal 74% di automobili, dal 18% di motocicli e ciclomotori, dal 5% di veicoli commerciali leggeri e dal 3% di bus e veicoli commerciali pesanti.

Dal confronto dei dati censuari del 1991 con quelli del 1981, rilevati dall'ISTAT, sulla mobilità sistematica di occupati e studenti in ambito urbano, emerge che l'uso della bicicletta e gli spostamenti a piedi hanno subito un vistoso calo, passando da circa il 50% del 1981 a circa il 38% del 1991. Dal confronto emerge inoltre una percentuale più alta tra coloro che si spostano in autovettura (40,94% rispetto al 25,06% del 1981) ed una percentuale più bassa degli utenti del mezzo pubblico (16,56% rispetto al 20,63% del 1981).

Tempi di viaggio più lunghi ed incerti, aumento degli incidenti, rumore, inquinamento ambientale, occupazione di spazi pubblici da parte dei veicoli parcheggiati abusivamente, aumento dei consumi energetici, sono tra le più vistose e significative conseguenze della forte crescita in termini quantitativi e qualitativi della mobilità privata nelle aree urbane. Inoltre, a livello globale è rilevante il contributo all'effetto serra per le emissioni di biossido di carbonio.

¹ Ai fini della stima della domanda (passeggeri-chilometro) soddisfatta dall'autovettura privata, il CNT fa riferimento al traffico realizzato su strade provinciali e comunali e ad un coefficiente medio di occupazione pari a 1,28.

² Il calcolo della mobilità di moto e motocicli in ambito urbano si basa sulle stime dei consumi dell'UP (Unione Petrolifera), sui consumi specifici ottenuti da prove su strada di diversi modelli, su una percentuale di consumi dei motocicli sul totale del 70%, su una percentuale della percorrenza in ambito urbano sul totale dell'80% e su un fattore di riempimento pari a 1,1.

La congestione delle reti infrastrutturali, in larga misura concentrata nelle aree urbane, aumenta a ritmi vertiginosi in quasi tutte le città dell'Unione Europea. È stato stimato che la congestione stradale nei paesi membri, valutata in termini di perdita di tempo produttivo, rappresenta circa il 2% del PIL. Questa cifra comporta un costo complessivo annuo per l'UE dell'ordine di 120 miliardi di euro.

In assenza di interventi correttivi la domanda di mobilità è destinata a crescere ulteriormente.

Per valutare le prospettive future della mobilità dei passeggeri occorre considerare alcuni fattori che nel medio-lungo termine spingono per un ulteriore sviluppo della domanda di mobilità, quali la crescita del reddito, la crescita del tempo libero, il decentramento delle attività produttive e delle residenze, sia quelli che, al contrario la frenano, quali, ad esempio, il raggiungimento graduale del livello di saturazione del tasso di motorizzazione, il permanere della carenza di infrastrutture, l'aumento dell'incidenza della fascia di popolazione anziana generalmente meno mobile, la diffusione delle applicazioni telematiche: telelavoro e transazioni elettroniche.

In generale le proiezioni future più accreditate della mobilità passeggeri in ambito urbano sono di ulteriore crescita. Il potenziale di crescita annua del traffico urbano fino al 2010 è stimato tra l'1,2% ed il 2%.

1.2 Impatto del traffico urbano su ambiente e salute

Le statistiche ISTAT degli ultimi anni indicano che gran parte degli incidenti in Italia avviene nelle aree urbane (73%). Anche se meno onerosi in termini di effetti sulle persone, gli incidenti in ambito urbano causano oltre il 40% del totale nazionale di morti (circa 2.400), e il 70% dei feriti (circa 180.000). Una quota importante delle vittime degli incidenti stradali nelle città è costituita da pedoni, ciclisti e motociclisti. Tra i pedoni risultano particolarmente vulnerabili i bambini e le persone anziane.

Il traffico urbano costituisce oggi la fonte primaria dei principali inquinanti atmosferici ed inoltre delle sostanze cancerogene presenti nelle città. In ambito urbano si registrano i tassi di emissione più alti a causa sia delle basse velocità, sia dei viaggi relativamente brevi che comportano una maggiore incidenza delle percorrenze con motore a freddo.

Le sostanze gassose inquinanti più comuni legate ai trasporti possono essere suddivise in primarie e secondarie. Gli inquinanti primari (il monossido di carbonio, il monossido di azoto, i composti organici volatili, gli ossidi di zolfo ed il particolato) sono presenti nelle emissioni da traffico veicolare e provocano direttamente effetti dannosi sull'organismo. Gli inquinanti secondari (biossido di azoto ed ozono), non meno nocivi degli inquinanti primari, sono invece il risultato di reazioni tra gli inquinanti primari, o tra inquinanti primari e gli elementi naturali presenti nell'atmosfera.

Le emissioni di COV (Composti Organici Volatili) e di NO_x contribuiscono non soltanto all'inquinamento atmosferico locale, ma anche in certe condizioni (alta temperatura) alla formazione di inquinanti fotochimici (ozono, aldeidi), ed indirettamente all'aumento della temperatura a livello globale. La formazione dello smog fotochimico tipico delle grandi aree urbane costituisce un problema rilevante sia per la salute umana che per l'ambiente.

È stato stimato che nella maggior parte degli Stati membri dell'UE, il settore dei trasporti è all'origine della quota prevalente delle emissioni di monossido di carbonio (74%) e di ossidi di azoto (55%), nonché di una percentuale rilevante delle emissioni di idrocarburi volatili (47%) e di ossidi di zolfo (9%).

Recenti stime indicano che in Europa circa 80.000 morti all'anno potrebbero essere correlate all'esposizione nel lungo termine al particolato (PM10) prodotto dal traffico. La maggior parte di particolato PM10, infatti, è costituito da polveri di diametro inferiore a 2,5 micron, che può penetrare in profondità attraverso le vie aeree. Aumenti della concentrazione media giornaliera di particolato sono correlati ad un aumento di rischio di diversi effetti sulla salute, quali sintomi respiratori, alterazioni della funzionalità polmonare ecc.

Un recente studio dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) e dell'ANPA (giugno 2000) stima (anno di riferimento 1998) che nelle otto maggiori città italiane circa 3500 decessi per anno sono attribuibili alle emissioni di particolato fine.

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sono particolarmente sentiti dai gruppi di popolazione considerati a rischio: anziani, persone affette da malattie respiratorie e coronariche, bambini. I motori a benzina, e tra questi i motori a due tempi dei motorini, sono fra i principali responsabili delle emissioni di benzene. Studi recenti condotti su veicoli circolanti a Firenze indicano che, paragonati ad un'auto a benzina catalizzata, i ciclomotori con motore a due tempi emettono 35 volte più monossido di carbonio, 200 volte più idrocarburi incombusti e 90 volte più benzene. Il benzene è stato accertato come cancerogeno nell'uomo ed associato all'aumento delle morti per leucemia.

L'estendersi progressivo delle aree urbanizzate e l'incremento del traffico veicolare hanno accresciuto il livello di rumorosità, specie in ambito urbano. Nelle aree urbane i livelli di rumore prodotti dal traffico sono spesso dannosi alla salute; secondo l'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) oltre il 97% della popolazione è esposta, a causa del traffico, a rumori oltre i 55 dB, il 72% a livelli più alti di 65 dB ed il 27% a livelli superiori a 75 dB che corrisponde al limite di guardia per la salute. Livelli di rumore superiori a 55 dB sono associati a disturbi del sonno, della capacità di comunicazione e di concentrazione, mentre livelli superiori a 65 dB possono avere incidenza su malattie cardiache ed ipertensione.

30 Nelle città le superfici (in particolare gli spazi pubblici) utilizzate per le attività legate ai trasporti sono in aumento. È stato stimato che le infrastrutture stradali occupano dal

10 al 15% della superficie delle grandi città europee. Le aree centrali delle città, e soprattutto quelle italiane, hanno ormai perso la loro natura storica, dove piazze, strade e aree verdi erano luogo di incontro e socializzazione. Le strade più trafficate, il cui attraversamento risulta difficoltoso, pericoloso e lento, danno luogo inoltre ad un “effetto barriera” che causa una divisione della città.

È, inoltre, da considerare che il traffico ha effetti negativi, difficilmente quantificabili, dal punto di vista psicologico. La congestione rende meno vivibili le strade inducendo insicurezza nei pedoni, in particolare anziani e bambini (i genitori sono ormai obbligati ad accompagnarli per paura degli incidenti) limitandone le opportunità di interazione autonoma con l'ambiente circostante ed accrescendone il senso di dipendenza.

Un'altra conseguenza indiretta dell'utilizzazione dell'autovettura privata è quella di ridurre le opportunità di una salutare attività fisica. I vantaggi di una attività fisica moderata e regolare sono notevoli. Una passeggiata giornaliera vigorosa di 30 minuti (a piedi o in bicicletta) può ridurre fino al 50% il rischio di contrarre malattie cardiocircolatorie, fino al 50% il rischio di sviluppare diabete ed obesità e 30% di sviluppare ipertensione. Interessante notare che 30 minuti di camminata corrispondono a spostamenti complessivi di circa 4 km giornalieri, distanza entro cui rientrano il 30-40% degli spostamenti nelle aree urbane.

È da sottolineare, infine, che il traffico urbano contribuisce in modo determinante all'aumento delle concentrazioni in atmosfera di CO₂ (il principale gas a effetto serra) ritenuto responsabile del graduale surriscaldamento del pianeta. Nel 1997 in Italia le emissioni di CO₂ dovute ai soli trasporti stradali sono state di 109 Mt (24% delle emissioni totali nazionali).

1.3 I consumi energetici del trasporto passeggeri in ambito urbano

Affrontare la congestione nelle aree urbane ed incoraggiare l'efficienza energetica dei sistemi di trasporto sono le condizioni di base per conseguire gli obiettivi di sviluppo economico e al contempo di qualità ambientale.

Le frequenti manovre di accelerazione e decelerazione dovute alla congestione aumentano le emissioni di inquinanti ed il consumo di carburante. Le velocità attuali in molte città si collocano nella parte più inefficiente della curva velocità/consumo di carburante. Secondo uno studio recente, nelle principali città dei paesi OCSE la velocità del traffico è diminuita del 10% negli ultimi venti anni. In un terzo delle città prese in considerazione, durante le ore critiche la velocità nelle aree centrali è inferiore a 19 km/h (OCSE/EMCT, 1995). Alcune stime indicano che a Milano ed a Roma, nell'ora di punta, le velocità medie sono pari rispettivamente a 16 e 13 km/h.

Nel 1995 per il trasporto stradale si sono consumate circa 34 Mtep, corrispondenti a circa il 90% dei consumi energetici dell'intero settore dei trasporti. Nello stesso anno il

consumo finale di energia per la mobilità privata (auto+moto) in ambito urbano è risultato pari a circa 11,3 Mtep, corrispondenti a poco più del 96% del consumo annuo assorbito dal trasporto urbano passeggeri.

Le stime rilevano inoltre che il trasporto urbano passeggeri ha assorbito una quota pari a circa il 30% del consumo annuo di energia del settore trasporti, che corrisponde a poco meno del 10% del consumo nazionale di energia.

Le stime dei consumi energetici (tabella 1.2) basate sui dati di traffico contenuti nelle diverse edizioni del Conto Nazionale dei Trasporti e su altre fonti statistiche (Annuario FS, Civilavia), con il modulo Commute, permettono di evidenziare che, nel decennio 1985-1995, sono aumentati in misura molto evidente i consumi sia passeggeri sia merci (+97%) in ambito urbano, arrivando ad incidere per quasi il 40% dei consumi complessivi dei trasporti. In particolare sono cresciuti i consumi legati alla distribuzione delle merci e quelli delle autovetture private, mentre la crescita dei consumi dei bus è stata molto più contenuta. I trasporti collettivi ad impianti fissi continuano ad incidere in modo poco rilevante sui consumi urbani complessivi, nonostante un miglioramento del trasporto ferroviario metropolitano degli ultimi anni.

Dal confronto tra i vari mezzi di trasporto basato sull'intera catena energetica (produzione, trasporto e uso finale), risulta che l'autovettura privata è circa 2,5 volte meno

| | Mobilità (Mpax-km o Mt-km) | | | Consumi unitari (alla fonte) (MJ/pax-km o MJ/t-km) | | | Consumi finali (alla fonte) (tep) | | |
|---------------------|-------------------------------|---------|---------|---|------|------|--------------------------------------|------------|------------|
| | 1985 | 1990 | 1995 | 1985 | 1990 | 1995 | 1985 | 1990 | 1995 |
| Autovetture | 74.084 | 108.854 | 139.033 | 3,02 | 3,02 | 3,12 | 5.346.828 | 7.851.085 | 10.349.629 |
| Bus | 15.914 | 11.616 | 10.350 | 0,68 | 0,98 | 1,38 | 258.372 | 272.853 | 341.933 |
| Moto | 18.834 | 18.651 | 20.991 | 1,84 | 1,84 | 2,01 | 829.154 | 821.097 | 1.006.796 |
| Totale pass. strada | 108.832 | 139.121 | 170.374 | 2,48 | 2,69 | 2,87 | 6.434.354 | 8.945.035 | 11.698.358 |
| Treni pass. | 150 | 180 | 380 | 1,18 | 1,06 | 1,11 | 4.219 | 4.536 | 9.560 |
| Metropolitane | 2.133 | 2.580 | 4.038 | 0,97 | 0,98 | 0,78 | 49.624 | 60.258 | 75.642 |
| Tram | 1.575 | 1.576 | 1.136 | 1,17 | 1,17 | 1,53 | 43.827 | 44.119 | 41.657 |
| Totale passeggeri | 112.690 | 143.457 | 175.928 | 2,43 | 2,64 | 2,81 | 6.532.024 | 9.053.948 | 11.825.217 |
| Totale merci | 13.300 | 21.170 | 26.418 | 3,28 | 4,75 | 5,35 | 1.041.110 | 2.400.976 | 3.372.875 |
| Consumi totali | | | | | | | 7.573.134 | 11.454.923 | 15.198.092 |

32 Tabella 1.2 - Mobilità passeggeri e merci ed energia consumata in ambito urbano, per modalità

efficiente dei mezzi collettivi a trazione elettrica e circa 2 volte meno efficiente degli autobus.

In base alla struttura del traffico urbano del 1995, è stato stimato che il trasferimento di una quota pari al 5% del traffico realizzato dall'autovettura privata verso i mezzi collettivi consentirebbe una riduzione del consumo finale annuo di energia pari a circa 0,4 Mtep (~-3,5%) a fronte di un aumento del volume di traffico annuo dei mezzi collettivi di circa 10 miliardi di passeggeri-chilometro (~+65%).

1.4 Come intervenire?

Il conseguimento di una mobilità sostenibile nelle aree urbane è diventato negli ultimi anni un aspetto prioritario delle politiche nazionali in materia di trasporti ed ambiente. Le linee di riferimento di un'efficace risposta politica in grado di invertire le attuali tendenze negative della mobilità urbana e metropolitana appaiono sempre più chiaramente delineate. La riduzione dell'uso delle autovetture private a favore di modi di trasporto più sostenibili, il contenimento del numero e della lunghezza degli spostamenti e lo sviluppo del trasporto combinato costituiscono punti rilevanti delle strategie dell'UE, descritte nei diversi programmi di azione sui trasporti e sull'ambiente e di molte politiche ed azioni degli Stati membri in atto nelle città.

Per il conseguimento di questi obiettivi strategici, azioni prioritarie sono:

- **l'aumento dell'efficienza tecnico-economica e della capacità delle reti di trasporto pubblico**, al fine di conferire al servizio di trasporto pubblico un grado elevato di qualità, flessibilità e rispondenza alle esigenze dell'utenza, e quindi di sostituire il traffico di autoveicoli privati; maggiore attenzione viene attribuita al sistema di trasporto collettivo su ferro (ferrovie, metropolitane e tram), soprattutto sui collegamenti ad elevata intensità di domanda che dal punto di vista strettamente energetico ed ambientale è sicuramente più conveniente;
- **la promozione di sistemi di mobilità alternativi** più compatibili con l'ambiente e con prestazioni intermedie tra il trasporto pubblico e l'auto privata in termini di flessibilità e costi e, inoltre, soprattutto nel caso di distanze brevi, di strategie per indurre i cittadini ad andare a piedi o in bicicletta piuttosto che usare l'autovettura;
- **la razionalizzazione della rete di trasporto** attraverso un miglior uso di tutte le risorse disponibili, con l'obiettivo di rendere più efficiente il funzionamento dell'intero sistema; maggiore attenzione viene conferita allo sviluppo del trasporto intermodale dei passeggeri ed in particolare al potenziamento dei collegamenti infrastrutturali ai bordi delle città tra reti urbane ed extraurbane, nonché al miglioramento delle connessioni tra linee di trasporto pubblico;
- **interventi di fluidificazione del traffico** tramite l'applicazione di schemi di circolazione efficaci, l'adeguamento della capacità degli accessi delle intersezioni più critici-

che, l'eliminazione della sosta su strada e l'applicazione delle nuove tecnologie di trasporto intelligente (ITS, Intelligent Transport System). Gli enormi progressi realizzati nelle comunicazioni e nelle tecnologie dell'informazione mettono a disposizione grandi potenzialità per risolvere i problemi della mobilità nelle aree urbane;

- **la razionalizzazione della distribuzione delle merci** attraverso la realizzazione di piattaforme logistiche e l'introduzione di adeguati modelli gestionali ed organizzativi;
- **la riallocazione delle funzioni urbane** mediante interventi volti a favorire modelli insediativi compatti anziché decentrati e, contestualmente, la configurazione polifunzionale degli insediamenti di equilibrio tra case, posti di lavoro e strutture cittadine, con l'obiettivo di incidere sulla struttura degli spostamenti aggredendo a monte il problema della congestione.

1.4.1 Possibili interventi a breve termine

Tra le misure prevedibili per il breve termine, dirette essenzialmente ad un miglioramento complessivo dell'efficienza operativa del sistema di trasporto, un ruolo essenziale possono avere le **misure per la gestione della domanda di mobilità**. Tra le misure più rilevanti possono essere ricordate:

- valorizzazione della figura del “**Mobility Manager**” per l'ottimizzazione gli spostamenti sistematici dei dipendenti riducendo l'uso dell'auto privata, ed estensione ad altri settori quali ad esempio spostamenti per la scuola;
- **misure di tariffazione della sosta stradale e dell'accesso a strade ed aree** per garantire la concorrenza e la complementarità tra i modi di trasporto urbano e recuperare risorse da destinare al potenziamento delle infrastrutture di trasporto urbano e/o al finanziamento dei sistemi di trasporto alternativi all'automobile;
- agevolazioni per l'utilizzazione congiunta di autovetture (**car pooling**), come la predisposizione di corsie preferenziali e di spazi riservati per la sosta o l'applicazione di tariffe ridotte per la sosta e/o per la circolazione;
- provvedimenti per la diffusione all'interno delle città della **mobilità pedonale ed in bicicletta** (in combinazione anche con i mezzi pubblici), in considerazione delle implicazioni sanitarie, ambientali ed economiche;
- **ridistribuzione temporale degli spostamenti**, attraverso la modifica degli orari di inizio e termine delle attività lavorative e scolastiche con l'obiettivo finale di abbattere le punte di traffico.

1.4.2 Interventi integrati e necessità di una programmazione di lungo periodo

Interventi di sola gestione della domanda o di sola razionalizzazione dell'offerta hanno spesso dimostrato un'incisività limitata; la politica di integrazione delle varie tipologie di interventi è quella che può dare il maggior valore aggiunto sia negli interventi a breve

che a più lungo termine. Sotto questo aspetto giocano un ruolo fondamentale gli strumenti di pianificazione della gestione della mobilità.

La natura e l'entità dei problemi della mobilità urbana accumulati nel tempo non consentono soluzioni radicali nel breve periodo. Nelle nostre città devono essere attivati piani di azione basati su un insieme organico di investimenti e di soluzioni organizzative da attuare secondo un calendario di medio e lungo periodo, parallelamente all'attuazione di tutti gli interventi di razionalizzazione della domanda e dell'offerta che man mano saranno possibili. Tra gli interventi strutturali rientrano:

- **realizzazione di nuove infrastrutture**, tra cui: reti di trasporto rapido di massa su sede fissa, potenziamento della rete ferroviaria urbana, creazione di nuove infrastrutture di interscambio, in particolare di parcheggi;
- **razionalizzazione della rete viaria urbana** finalizzato alla rimozione delle criticità;
- **riallocazione delle funzioni urbane**.

È generalmente accettato che è necessario avviare una modifica sostanziale dell'attuale configurazione della mobilità urbana attraverso l'attuazione di interventi di tipo strutturale ed organizzativo. È evidente che la natura e la dimensione dei problemi accumulati nel settore del trasporto urbano non consentono in tempi brevi soluzioni efficaci, ma richiedono un progetto basato su un insieme organico di investimenti e di soluzioni organizzative.

Decisive saranno, comunque, l'attivazione di politiche coraggiose di gestione della domanda di mobilità da parte delle Amministrazioni Locali e una maggiore consapevolezza da parte dei cittadini riguardo alla necessità di dover abbandonare l'attuale modello di mobilità basato sull'autovettura privata. Obiettivo prioritario delle politiche locali dovrà essere la limitazione dell'utilizzazione dell'autovettura privata e la graduale sostituzione della stessa con il trasporto collettivo.

La sfida per l'assetto urbano del prossimo millennio è prima di tutto culturale; senza uno sforzo di creazione di nuovi modelli organizzativi sarà difficile evitare le conseguenze negative su ambiente e salute derivanti dal traffico. Occorre riflettere inoltre sulla necessità di prevenire veri e propri collassi socio-economici derivanti dall'elevata vulnerabilità di una città basata sugli spostamenti individuali motorizzati rispetto ad eventuali crisi di approvvigionamento energetico, attualmente remote ma sempre in agguato.

Dovrà essere recuperato gradualmente un modello di città compatta, in cui dovranno avere un ruolo prevalente le modalità di spostamento più naturali ed in cui le esigenze di spostamento tra zone lontane dovranno essere prevalentemente assicurate dal trasporto collettivo e da servizi di mobilità virtuale. È necessario progettare un vero e proprio "rinascimento" della città nel nuovo millennio che potrà giovare delle nuove tecnologie per garantire la connettività del tessuto urbano conservando la dimensione umana del vecchio "borgo".

1.5 Il ruolo dei trasporti collettivi flessibili

Il trasporto pubblico di tradizionale è funzionale ed efficiente quando esistono dei corridoi di spostamenti con domanda elevata. Il trasporto pubblico di massa si adatta, quindi, preferenzialmente agli spostamenti sistematici; questa categoria di spostamenti è comunque in continua diminuzione (rappresentavano oltre il 70% negli anni 60 ma che si sono ridotti al 40-50% negli ultimi anni).

C'è una quota prevalente di spostamenti erratici ed una esigenza di mobilità in zone disperse, a domanda debole, per le quali il trasporto pubblico tradizionale potrebbe essere efficace solo a costi insostenibili per la comunità. Nel prossimo futuro, come detto sopra, l'evoluzione verso la parcellizzazione spaziale ed il frazionamento temporale della domanda di trasporto urbano è destinata ad incrementarsi per la tendenza a vivere in zone residenziali periferiche e per la crescita dei servizi e delle opportunità di fruizione del tempo libero.

Il trasporto collettivo flessibile potrà svolgere un ruolo importante per la sostenibilità della mobilità urbana sotto i seguenti aspetti:

- miglioramento della qualità della vita per alcune fasce di popolazione permettendo l'accessibilità a servizi ed opportunità di svago per categorie di persone che non possono fruire per motivi economici o per invalidità dell'autovettura privata;
- riduzione degli impatti del traffico su ambiente e salute attraverso riduzione dell'utilizzazione dell'autovettura privata attraverso i seguenti processi:
 1. i trasporti a chiamata possono fornire valide alternative per gli spostamenti erratici (specialmente non legati a particolari urgenze) nelle zone e negli orari caratterizzati da domanda debole;
 2. i trasporti flessibili possono assolvere ad una essenziale funzione di "feeder" verso linee forti di trasporto pubblico drenando domanda nelle aree disperse e nelle fasce orarie a domanda debole, aumentando così l'attrattività del trasporto collettivo in alternativa all'utilizzazione dell'auto privata;
 3. modalità di trasporto innovative, quali il CarSharing, associate al trasporto collettivo tradizionale possono aumentare l'offerta tipicamente nei punti di destinazione (zone centrali) fornendo una ulteriore alternativa all'utilizzazione dell'auto privata.

Attualmente, a livello europeo, i trasporti collettivi flessibili si riferiscono solo ad una frazione molto piccola degli spostamenti ma hanno una potenzialità di fornire un'alternativa all'autovettura privata tra il 10% ed il 30% (in dipendenza delle caratteristiche locali). Questa modalità di trasporto innovativa può quindi contribuire sostanzialmente ad alleviare la pressione del traffico motorizzato nelle città.

Obiettivi, requisiti e bisogni degli utenti

B. Finn, A. Ferrari, P. Sassoli

L'analisi dei bisogni dell'utenza costituisce uno dei passi fondamentali per la progettazione e realizzazione di servizi di trasporto pubblico a domanda (Demande Responsive Transport, DRT). Tale attività consente infatti di pervenire alla conoscenza delle esigenze degli utenti interessati e di definire in modo appropriato il tipo di sistema/servizio più idoneo.

Questo capitolo illustra sinteticamente il processo di analisi delle esigenze dell'utente che, seguendo un approccio di tipo pratico, può essere suddiviso in sei fasi principali il cui dettaglio è riportato nella successiva sez. 2.2. Nella sez. 2.3 viene invece fornita una classificazione degli utenti applicabile sia nei contesti urbani che in quelli rurali. Le esigenze tipiche degli utenti finali e degli operatori sono esaminate nella sez. 2.4 e possono essere utilizzate come piattaforma per l'analisi dei requisiti più specifici dell'utenza. La sez. 2.5 è dedicata all'esame di quattro casi-studio sviluppati in Belgio, Svezia, Irlanda e negli Stati Uniti, che riguardano differenti aspetti delle indagini sui bisogni degli utenti. Nella sez. 2.6 vengono infine indicate le priorità nell'analisi delle esigenze degli utenti secondo quanto emerge dall'attuale situazione della ricerca europea.

2.1 Obiettivo dell'analisi dei bisogni dell'utente

L'analisi dei bisogni dell'utente è diventata parte integrante di tutti i progetti di ricerca dell'Unione Europea e spesso ne costituisce una delle fasi fondamentali. Tale attività

contribuisce al rafforzamento della fase di progettazione e della successiva accettazione da parte dell'utente dei nuovi servizi di trasporto.

Ciò è particolarmente importante per riuscire a garantire il successo finanziario, sociale e politico degli investimenti effettuati dai diversi soggetti che a titolo differente intervengono sui servizi DRT (Enti locali, gestori del servizio, Amministrazioni pubbliche ecc.).

In termini schematici, si può affermare che l'analisi dei bisogni dell'utente costituisce di fatto una forma di ricerca di mercato per un determinato prodotto. Quindi prima di definire il sistema/servizio da introdurre è importante analizzare:

- chi sono gli utenti a cui il prodotto si rivolge;
- se esistono altri utenti interessati che non facciano necessariamente parte del gruppo a cui era mirato originariamente il progetto;
- che cosa gli utenti si aspettano;
- quali restrizioni esistono nell'applicare le potenziali soluzioni identificate;
- quali caratteristiche possono rendere il prodotto più attraente;
- le esigenze particolari di alcune classi di utenti.

L'analisi dei requisiti tenta di stabilire prima di tutto chi sono gli utenti che verranno interessati dal servizio ed in secondo luogo quali sono le specifiche esigenze di ciascuna delle classi di utenza identificate.

Nel campo dei trasporti l'esito di questa analisi solitamente viene utilizzata per le seguenti attività:

- la programmazione di una rete di trasporti e di servizi specifici,
- lo sviluppo di servizi speciali dove la rete ordinaria è insufficiente,
- la stima della domanda di mobilità e, quindi, del relativo potenziale mercato,
- la programmazione delle campagne di marketing ed informazione,
- lo sviluppo di criteri di qualità del servizio (ad es. affidabilità, rispetto dei tempi previsti, regolarità ecc.).

La conoscenza e la percezione dei bisogni delle differenti classi di utenza è un elemento centrale per il processo di programmazione del servizio e può essere ridotto a tre interrogativi principali:

- riuscirà il sistema ad assolvere le funzioni richieste dalla potenziale utenza?
- l'utente considerato sarà in grado di usare il sistema (comprensione, accessibilità, sicurezza)?
- l'utente interessato sarà in grado di accettarlo (attrattiva, costo, percezione, bisogno)?

Se la risposta ad uno di questi tre interrogativi è negativa, allora il progetto dovrebbe essere ridisegnato, identificando altri potenziali utenti, o abbandonato del tutto. L'identificazione dei bisogni degli utenti consiste quindi in un graduale processo di comprensione delle realtà attraverso una forma di analisi strutturata.

La sezione seguente descrive schematicamente le linee-guida per l'identificazione dei diversi utenti e delle loro esigenze sviluppate all'interno dei progetti SAMPO e SAMPLUS (Finn, B. e altri autori, "Analysis of User Needs for Demand Responsive Transport Services, 1996; Finn, B., "Requirements of Users of DRT Systems", 1999). Queste indicazioni si basano sul confronto di alcune applicazioni sviluppate all'interno di progetti di ricerca in cui è stato necessario definire chiaramente i bisogni dell'utenza. L'esperienza acquisita ha dimostrato che questo approccio è risultato valido soprattutto per quei siti nei quali si stava progettando un proprio sviluppo dei servizi DRT ed ha confermato la sua validità sia nei confronti dell'analisi del servizio sia nella dimostrazione degli aspetti tecnico/organizzativi.

2.2 L'identificazione dei bisogni dell'utente: un processo in sei fasi

Qualunque sia l'obiettivo e la dimensione dello studio da effettuare, è sempre necessario impiegare una metodologia di analisi strutturata per determinare i bisogni dei propri utenti. Questo significa seguire un piano di analisi dei bisogni dell'utente identificando le risorse necessarie per sviluppare e monitorare l'andamento del lavoro e distribuendo chiaramente responsabilità e compiti: ad esempio se il progetto riguarda più di una area, ciascuna di esse necessita di un suo proprio piano dei bisogni dell'utente. Questo evidenzia la diversa natura della progettazione dei sistemi DRT e dimostra che, mentre in alcuni campi è già presente una conoscenza dell'utente e dei suoi bisogni generali, in altri non esiste la stessa base di lavoro.

Per portare avanti il piano di analisi è necessario avere a disposizione specifiche risorse al fine di creare un gruppo di lavoro mirato all'analisi dei bisogni dell'utenza e successivamente coinvolto nella gestione ed avvio del progetto.

Ovviamente questo gruppo di lavoro sarà più o meno stabilizzato a seconda delle risorse economiche messe a disposizione dal progetto che dipendono a loro volta dalla tipologia della zona interessata: in aree marginali o deboli spesso queste indagini vengono programmate da associazioni di cittadini o da enti dedicati ai servizi sociali e pertanto le risorse a disposizione non sono elevate. In questi casi il gruppo potrebbe lavorare part time con fondi limitati o su base volontaria, fermo restando comunque l'utilizzo della stessa metodologia di analisi.

Nel seguito vengono definite le sei fasi di analisi attraverso le quali è possibile arrivare a determinare i bisogni dell'utente.

Fase 1: Definizione dell'obiettivo dell'analisi dei bisogni dell'utente

Ogni sito deve decidere in maniera esplicita quali sono i propri obiettivi principali in relazione ai bisogni dell'utente: questo costituisce un processo continuo di valutazione ed è parte integrante della fase di progettazione del servizio e della relativa dimostrazione.

- Gli obiettivi chiave dell'analisi, in linea di massima, potrebbero essere i seguenti:
- determinare la domanda di mobilità ed i limiti dell'offerta di trasporto attuale,
 - determinare la percezione e la probabile risposta degli utenti rispetto ai nuovi servizi di trasporto,
 - determinare il livello di accettazione degli utenti rispetto ad un servizio basato su nuove tecnologie,
 - determinare le disponibilità economiche di ciascuna classe di utenti,
 - determinare i principali requisiti tecnici e funzionali del personale coinvolto nella produzione del servizio: operatori delle centrali di gestione dei viaggi in sistemi DRT (Travel Dispatch Centre, TDC), autisti ecc.,
 - capire le motivazioni principali, i limiti e gli interessi dei gestori/operatori del servizio,
 - valutare il potenziale mercato del servizio ed i possibili livelli di utilizzazione da parte delle diverse categorie di utenti.

Per ogni sito dovrebbe esistere una buona correlazione tra gli obiettivi dell'analisi dei bisogni dell'utente ed i principali elementi del progetto.

Fase 2: Identificazione degli utenti

Ciascun sito deve considerare chi sono gli utenti a cui il servizio si rivolge. La base di partenza di questa analisi è la suddivisione della possibile utenza in macro-categorie, quale ad esempio quella sviluppata all'interno del progetto SAMPO, che individuava quattro gruppi: Utenti finali, Operatori, Autorità e Grandi utenti (vedi par. 2.3). All'interno di questi venivano successivamente individuate differenti sotto-categorie. Questa suddivisione può essere utilizzata come check-list per determinare quali potrebbero essere gli utenti da prendere in considerazione nel rispettivo sito di sperimentazione/dimostrazione.

Un esempio di potenziali utenti di cui tenere conto può essere il seguente:

- anziani nelle aree rurali,
- persone con problemi di mobilità nelle aree rurali,
- casalinghe senza possibilità di mezzo proprio,
- pianificatori e gestori dei trasporti,
- autisti,
- gestori di flotte di autobus.

Queste categorie dovrebbero rappresentare sia gli utenti finali che gli altri soggetti interessati dalla dimostrazione, per cui è essenziale definire le loro esigenze.

Fase 3: Analisi dei lavori precedentemente svolti nel settore

40 Gli studi condotti in precedenza ed il materiale documentale esistente devono essere

accuratamente analizzati. Le fonti di riferimento possono essere le seguenti:

- precedenti studi relativi alla situazione dei trasporti e della mobilità per l'area interessata dal servizio,
- analisi dei bisogni utente effettuate nei progetti europei quali SAMPO, SAMPLUS, VIRGIL, SIPTS ecc.,
- studi di settore centrati su aree con utenti caratterizzati da problemi particolari, tra i quali l'accessibilità ai servizi o il grado di libertà negli spostamenti,
- studi svolti localmente relativi a settori diversi dal trasporto (ad esempio studi socio/sanitari, studi sull'accettazione delle nuove tecnologie da parte degli anziani ecc.).

L'analisi di studi elaborati in precedenza può evitare un costoso lavoro di indagine per settori (persone, organizzazioni, Enti) già presi in considerazione. Questo fattore è particolarmente decisivo quando il team di progetto lavora su comunità o aree marginali, perché chiaramente le risorse economiche a disposizione sono estremamente limitate. Inoltre l'analisi del lavoro svolto in precedenza può aiutare a focalizzare la raccolta dei dati su tematiche nuove (e magari più specifiche) e può fornire utili informazioni su esigenze precedentemente identificate, come ad esempio l'insoddisfazione per i sistemi ed i servizi esistenti.

Fase 4: Definizione dei dati necessari

Prima di procedere alla programmazione di interviste e discussioni di gruppo, è importante definire una lista dei dati necessari tenendo conto di come questi verranno utilizzati, non solo per l'analisi descritta nella successiva fase 6, ma soprattutto per i processi di valutazione dei flussi di dati interessati dal servizio.

Tale attività dovrebbe concretizzarsi nello sviluppo di una matrice che mostri gli obiettivi informativi richiesti e gli utenti da cui si intende ottenere tali dati. Questo approccio agevola la determinazione della metodologia necessaria per la raccolta dei dati.

Il confronto della matrice dei dati con una revisione dei precedenti lavori può ridurre la complessità del processo di raccolta dei dati. L'integrazione di questa fase con un piano di valutazione determina un migliore uso delle risorse disponibili.

Fase 5: Programmazione ed applicazione della metodologia appropriata

Le possibili metodologie per la raccolta dei dati sono state definite e ben documentate in diverse fonti (*Finn, B., 1996, 1999, cit.*). In generale la metodologia da utilizzare è strettamente connessa alla natura dei potenziali utenti, alla tipologia dei dati che devono essere raccolti ed all'insieme del lavoro svolto in precedenza.

I principali metodi di raccolta dati impiegati con successo nell'analisi dei bisogni dell'utente dei servizi DRT comprendono:

- indagini postali,
- indagini telefoniche,
- compilazione di questionari,
- interviste dirette (con gli utenti finali e le organizzazioni),
- discussioni di gruppo (focus group),
- discussioni che seguono la presentazione di nuovi concetti.

Nel caso di interviste agli utenti, il ricorso alla discussione di gruppo è fortemente raccomandato, sia prima di effettuare le indagini principali, sia come attività complementare per verificare se dal gruppo possono emergere aspetti che i singoli individui non riescono a cogliere.

Fase 6: Analisi ed uso dei risultati

Le modalità di analisi dei dati dovrebbero essere determinate in anticipo, come conseguenza degli obiettivi individuati nelle fasi 1 e 2. Per utilizzare al meglio i risultati, occorre comunque che:

- l'utente finale dei dati venga coinvolto nel processo di analisi dei bisogni dell'utente,
- le eventuali anomalie riscontrate, le apparenti contraddizioni ed i commenti negativi vengano discussi in una sessione speciale dal team di progetto,
- i risultati vengano presentati in un incontro tra i soggetti, le organizzazioni e gli operatori coinvolti nello sviluppo del sistema,
- i risultati possano eventualmente essere presentati/discussi dal gruppo stesso che partecipa allo studio delle esigenze degli utenti,
- i risultati siano disponibili in un formato accessibile al team di progettazione e dimostrazione in quanto, in una fase avanzata del progetto, potrebbe risultare utile rivedere e rielaborare il materiale acquisito con le indagini.

2.3 Categorie di utenti

Come già ricordato, è importante definire chiaramente le categorie di utenti (ossia coloro che avranno a che fare con questi servizi e le loro caratteristiche) direttamente interessate da un sistema DRT.

Poiché non erano disponibili studi precedenti in materia, all'interno del progetto SAMPO è stata sviluppata una suddivisione sistematica in categorie degli utenti. Di fatto per tale suddivisione è stato utilizzato un approccio su due livelli, sia per ragioni di classificazione che per maggiore chiarezza nel processo di analisi. Tutto ciò è documentato nel Deliverable n. 3 del progetto SAMPO (*Finn, B., 1996, 1999, cit.*).

Di solito, quando si utilizza il termine "utenti", si considerano solamente gli utenti finali del servizio, in altre parole le persone che usufruiranno del servizio. In realtà esistono molte altre categorie di "utenti" intesi come soggetti attivi che sono interessati

dagli impatti commerciali, sociali ed infrastrutturali dei servizi progettati. Il concetto di raggruppamento degli utenti chiarisce che questi differenti attori esistono e che hanno una valenza all'interno dei processi realizzativi del sistema/servizio stesso.

È stato anche rilevato che i diversi siti di implementazione dei sistemi DRT possono avere ciascuno un diverso obiettivo a seconda delle iniziative politiche, commerciali e sociali dell'area interessata dal servizio. Ciò suggerisce che probabilmente esistono significative diversità tra le categorie di utenti e probabilmente anche tra diversi raggruppamenti di utenti in ogni sito, per cui è necessario sviluppare una metodologia di analisi appropriata in cui possano essere rappresentate tutte le opzioni possibili.

Come accennato in precedenza, sulla base di una specifica analisi portata avanti su differenti siti, sono state definite quattro principali categorie di utenti:

- a. *Utenti finali*: l'utente finale è un cliente diretto o un potenziale cliente del servizio fornito; può essere definito anche come "passeggero" o "cliente";
- b. *Operatori*: l'operatore è direttamente coinvolto nell'offerta del servizio di trasporto all'utente finale, in quanto fornisce alcuni o tutti gli elementi del servizio stesso quali la flotta veicoli, gli autisti ed i sistemi di supporto;
- c. *Autorità*: le autorità hanno responsabilità normative dirette o delegate nel garantire e/o regolamentare i servizi di trasporto nell'area interessata dal progetto;
- d. *Grandi utenti*: quali alberghi, enti gestori di spettacoli o di altre attività ricreative ecc.

Tali soggetti possono avere un ruolo importante nell'organizzazione dei trasporti ad esempio fornendo informazioni agli operatori circa orari e destinazioni. Inoltre possono collaborare con il fornitore del servizio occupandosi delle prenotazioni o concordando un prezzo unico ad es. dello spettacolo comprensivo del costo del trasporto.

In definitiva la comunità o l'area ospitante i servizi DRT può coinvolgere differenti attori, alcuni dei quali sono individui, altri organizzazioni o altre ancora entità legate tra loro da molti obiettivi, uno dei quali è proprio il servizio di trasporto. L'aspetto chiave che si deve considerare riguardo al bisogno di spostamento è che questo è sempre collegato ad un altro bisogno funzionale dell'individuo (ad esempio l'accesso ad una prestazione sanitaria).

Ciascuna delle categorie precedentemente identificate presenta un insieme di caratteristiche che consente agli utenti che sono all'interno di essa di essere definiti e trattati come un'unica entità con caratteristiche comuni, pur non implicando che gli utenti all'interno di una categoria siano del tutto omogenei. Tale suddivisione consente di definire una gamma dettagliata di entità sufficiente per portare avanti l'analisi delle loro esigenze e per effettuare una segmentazione del mercato. Inoltre fornisce una base utile per confrontare le opinioni e le attività di differenti siti.

L'approccio migliore per eseguire l'analisi di un sito dove introdurre un servizio DRT è quello di utilizzare le informazioni della matrice 3.2.4 come una check-list nella preparazione del lavoro di analisi dei bisogni degli utenti.

In ogni caso occorre valutare in che modo le categorie proposte si adattino al sito in studio. Ad esempio se all'interno di una categoria si osservano significative differenze tra utenti può essere valutata la possibilità di ricorrere a "sotto-categorie" più appropriate, individuandone delle altre specifiche, anche al di fuori di quelle proposte. Con questo approccio si potranno definire tutte le categorie più adatte incrementando nel contempo la trasferibilità della metodologia di analisi seguita ad altri casi di studio.

2.4 Esigenze degli utenti

La metodologia di analisi dei bisogni fondamentali dell'utente per quanto riguarda i servizi DRT è stata definita in modo ottimale nel progetto SAMPO (all'interno del quale è stato sviluppato un importante lavoro in tal senso) che rappresenta quindi un punto di riferimento molto utile per la fase di preparazione di qualsiasi progetto di questo tipo. Il team di progettazione dovrà valutare se questi studi possono essere considerati come base per il successivo loro lavoro di analisi di dettaglio ed in caso affermativo potrà concentrare le risorse di analisi su altri aspetti più specifici dei potenziali utenti dell'area di riferimento.

I principali risultati del progetto SAMPO sono stati raggruppati sotto quattro tematiche principali:

- Politica dei trasporti
- Insieme dei bisogni degli utenti
- Conflitti
- Fattori critici per i servizi DRT.

2.4.1 *Politica dei trasporti*

Relativamente alla Politica dei trasporti le indagini sviluppate nell'ambito del progetto SAMPO hanno individuato i seguenti aspetti principali:

- a. a **livello europeo e nazionale** esiste la necessità di sviluppare ed impiegare misure efficaci per raggiungere l'intermodalità, nel tentativo di ridurre gli impatti sull'ambiente causati dall'utilizzo dell'auto privata. Questo si collega alle esigenze di risparmio energetico, riduzione delle emissioni e riduzione della congestione del traffico;
- b. a **livello nazionale e regionale** argomenti come la mobilità, la qualità del servizio, il necessario livello di partecipazione degli Enti pubblici nella fornitura dei servizi di trasporto e lo sviluppo locale diventano più rilevanti, in quanto c'è una responsabilità politica diretta nel fornire il servizio di trasporto;
- c. a **livello locale** assicurare i servizi di trasporto a gruppi di cittadini quali anziani, disabili e persone in aree/periodi temporali a bassa domanda diventa un aspetto prioritario della politica dei trasporti. A questo livello gli attori principali sono le municipalità (uffici tecnici) e le Aziende di trasporto.

2.4.2 I risultati di SAMPO riguardo alle esigenze degli utenti

L'insieme dei bisogni degli utenti si concentra sulle due principali categorie coinvolte identificate dal progetto SAMPO:

- *l'utente finale o cliente*: la principale motivazione per l'utente finale è quella di avere un adeguato accesso alla gamma di attività e destinazioni verso le quali decide di spostarsi. Ciò significa avere un servizio di trasporto appropriato e di qualità accettabile;
- *l'operatore*: la principale motivazione dell'operatore è quella di generare un business che copra i costi operativi e fornisca dei surplus per ottenere profitti o per effettuare nuovi investimenti.

Quale risultato delle indagini, per gli **utenti finali** dei servizi DRT, si è giunti alla conclusione che tali servizi dovrebbero offrire:

- vasta gamma di destinazioni e di copertura del territorio,
- facile accesso (limitate distanze da percorrere a piedi, ridotti tempi di attesa ecc.),
- risposta soddisfacente alle esigenze personali,
- facilità e velocità nelle prenotazioni,
- possibilità di prenotazioni anche all'ultimo minuto,
- affidabilità del servizio e del tempo d'arrivo,
- minime deviazioni nel percorso,
- garanzia del percorso di ritorno,
- facilità nel salire a bordo e spazio utile per bagagli e borse,
- accesso ad altre modalità di trasporto con trasferimenti minimi,
- numero elevato di ore operative,
- costi ragionevoli.

Le principali esigenze espresse dagli **operatori** dei siti dei servizi DRT sono risultate essere:

- servizi sostenibili,
- massimo utilizzo,
- sviluppo di nuovi mercati,
- fornitura del servizio in maniera economicamente conveniente,
- massima capienza e minime corse "a vuoto",
- avvio rapido per i nuovi servizi,
- appropriati/migliorati sistemi di supporto tecnico,
- integrazione con altri modi di trasporto/percorsi,
- efficiente Centro Operativo,
- equa distribuzione di lavoro, costi ed entrate,
- libertà di continuare lo sviluppo del proprio business,
- possibilità di espandere l'area di copertura del servizio,
- possibilità di accettare passeggeri senza prenotazione.

2.4.3 Conflitti

In generale il processo di analisi dei bisogni dell'utente, sviluppato nell'ambito del progetto SAMPO nei diversi siti dei servizi DRT, è stato ovunque molto positivo. Nella maggior parte dei casi le differenti categorie di utenti hanno potuto rendersi conto dei benefici derivanti dagli schemi proposti per l'impiego dei servizi DRT, ed hanno dimostrato un atteggiamento positivo rispetto all'avvio operativo del servizio stesso.

In alcuni casi sono stati identificati dei conflitti, alcuni dei quali potrebbero derivare da una non corretta percezione del sistema, che potrebbero comunque essere ridotti attraverso un accurato lavoro di affinamento a seguito dell'avvio operativo del servizio stesso.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi reali che possono servire di stimolo ai progettisti del sistema nella comprensione dei fattori di conflitto e nel trovare soluzioni idonee alla propria area di studio.

- I passeggeri abituali del servizio convenzionale precedente (percorso e tempi predefiniti) possono avere incertezze rispetto ai tempi di arrivo, al contrario dei utenti nuovi che di solito sono molto soddisfatti nei riguardi del cambiamento. Una elevata affidabilità del sistema può ridurre questa visione negativa.
- Gli utenti che hanno familiarità con il servizio esistente si trovano di fronte all'impegno di dover prenotare il servizio e sono portati a pensare che per loro non esista un reale beneficio aggiuntivo dall'introduzione del nuovo sistema.
- I fornitori dei servizi DRT richiedono che l'utente acceda al servizio tramite telefono: possono presentarsi conflitti rispetto all'addebito della chiamata o se essa possa essere gratuita (numero verde) o inclusa nel costo del servizio stesso.
- Teoricamente chi fornisce il servizio preferisce che l'utente finale acceda alla prenotazione in modo completamente automatico, mentre l'utente di solito è più propenso a parlare direttamente con l'operatore.
- I servizi DRT garantiscono, alle persone che abitano nelle aree rurali e nei piccoli paesi, un migliore accesso alle attività di svago, agli spostamenti per acquisti ed altre facilitazioni per raggiungere una vasta gamma di destinazioni. I proprietari dei negozi locali temono invece di perdere il loro giro d'affari e avere, alla fine, sostanziali perdite economiche. Questo in ultimo potrebbe causare la diminuzione di esercizi commerciali nelle aree coperte dal servizio, ma d'altra parte, specialmente nelle aree rurali, i negozi locali sono diffusi e sono accessibili con uno sforzo marginale e ad un costo ragionevole.
- I fornitori del servizio cercano di raggiungere l'efficienza economica usando i servizi DRT in quanto consentono di offrire una maggiore frequenza del servizio a parità di risorse impiegate. Gli autisti e gli operatori sotto contratto temono che l'originario livello di servizio venga fornito usando minori risorse a discapito del numero dei posti di lavoro disponibili e/o dei livelli retributivi.

- Gli utenti dei servizi di trasporto speciali, di alto livello qualitativo, temono che l'introduzione di un servizio maggiormente incentrato sulla flessibilità dei viaggi provochi un calo inaccettabile del livello di servizio. Questo può sollevare una questione politica qualora dovesse essere ancora disponibile una opzione di servizio parallela al servizio speciale di trasporto, una volta che è stato introdotto il nuovo servizio in un distretto o in una determinata area.

2.4.4 Fattori critici per i servizi DRT

Nell'ambito del progetto SAMPO, i fattori più critici che possono ostacolare il successo dei servizi DRT sono stati identificati basandosi principalmente sull'analisi dei bisogni degli utenti, poiché all'epoca esisteva soltanto un'esperienza limitata di reale impiego di questo tipo di servizi. I fattori critici individuati sono stati raggruppati in fattori "di preparazione" e "di utilizzo".

Fattori di preparazione

- Una accurata comprensione del mercato, degli utenti e dei loro bisogni nell'area da servire,
- una base locale, una corretta pianificazione ed adeguate azioni di preparazione,
- lo sviluppo di un prodotto in accordo con le esigenze dell'utente,
- la proposta di una adeguata immagine ed una incisiva attività di promozione verso l'utenza,
- la consapevolezza e la facilità d'uso per i clienti delle informazioni riguardanti il servizio,
- la disponibilità di semplici procedure di prenotazione per il tragitto di ritorno,
- il supporto e l'interesse degli operatori del trasporto ed una convinta collaborazione.

Fattori di utilizzo

- Copertura finanziaria per tutto il periodo di avvio operativo del progetto,
- sviluppo di un mercato sostenibile in tempi ragionevoli,
- creazione dell'accettazione da parte degli utenti nei confronti del nuovo prodotto,
- capacità e volontà di adattare ed armonizzare il servizio,
- mantenimento della maggior parte di utenti del servizio esistente durante la creazione del nuovo,
- efficienti tecnologie di comunicazione e procedure di ottimizzazione,
- servizi di supporto all'utente,
- concetti di marketing.

Nonostante le politiche tariffarie siano oggetto di discussioni da parte degli utenti, non sono state ritenute fattore da classificare tra gli aspetti critici per il successo del servizio

perché, sempre secondo gli utenti, possono essere verificate una volta che il servizio è andato a regime.

2.5 Alcuni casi studio di analisi delle esigenze dell'utente

In questa sezione vengono presentati alcuni casi di studio che mostrano, nella reale applicazione pratica, il lavoro svolto per l'analisi delle esigenze degli utenti. I quattro casi scelti hanno avuto alla base motivazioni applicative abbastanza diverse ed aiutano ad illustrare alcune possibili differenze che si possono incontrare nelle attività di analisi dei bisogni degli utenti.

2.5.1 Caso 1: IVRS e Internet in Belgio

In questo primo caso analizzato l'operatore interessato è De Lijn, l'azienda di trasporto della regione delle Fiandre (Belgio), divenuta uno dei leader nell'innovazione sia nei servizi DRT che nelle tecnologie di supporto al controllo e monitoraggio del servizio convenzionale. De Lijn ha inoltre sviluppato in proprio il software per la centrale operativa TDC (Travel Dispatch Center) del sistema DRT che viene indicato con il nome *Ring*.

Nell'ambito del progetto SAMPO De Lijn ha introdotto con successo molti servizi DRT nella provincia di Limburg, e tra il 1998 ed il 1999 ha potenziato sia l'area di copertura dei servizi DRT che il numero dei servizi offerti. Questa espansione ha comportato un forte aumento delle prenotazioni che gli operatori del TDC devono gestire, con elevato rischio di congestione del traffico telefonico.

Per affrontare questa problematica, nell'ambito del progetto SAMPLUS, gli operatori di De Lijn hanno svolto un lavoro di ricerca impiegando sia il Sistema di Risposta con Voce Interattiva (IVRS, Interactive Voice Response System) che Internet come opzioni per la prenotazione, in modo tale che gli utenti potessero prenotare il viaggio senza bisogno di assistenza da parte dell'operatore. Il primo passo è consistito nell'esaminare le esigenze e le attitudini dei potenziali utenti (*Finn, B., 1996, 1999, cit.*).

Prenotazioni tramite IVRS

Gli operatori, i gestori dell'ente e 50 utenti esperti sono stati intervistati sulle loro abitudini e preferenze verso il Sistema di Risposta a Voce Interattiva (IVRS).

È stato chiesto loro:

- la preferenza riguardo l'identificazione del cliente: l'uso di un numero identificativo del cliente (cinque cifre) oppure l'uso del numero telefonico del cliente (nove cifre);
- la preferenza riguardo l'identificazione delle fermate: un unico numero di quattro cifre oppure un numero a cinque cifre composto da due cifre per l'area del servizio DRT e tre per l'identificazione della fermata all'interno dell'area stessa;

- l'utilizzazione futura;
- il cambio del momento di prenotazione.

In sintesi i vantaggi dell'IVRS per i servizi DRT sono:

- ulteriore modalità di prenotazione,
- possibilità di prenotare 24 ore su 24,
- diminuzione del carico di lavoro sugli operatori del TDC.

I risultati dell'indagine hanno mostrato che la maggior parte degli utenti preferisce essere identificata usando il proprio numero telefonico (per le difficoltà di ricordare più numeri). La preferenza viene data all'identificazione delle fermate usando una combinazione delle due cifre per l'area dei servizi DRT e tre per la fermata vera e propria. Il numero dell'area del servizio DRT è normalmente noto al pubblico cosicché è più facile da ricordare.

Circa il 40% degli utenti ha esplicitamente dichiarato che probabilmente non userà mai l'IVRS, mentre un altro 40% intende usarlo frequentemente. La grande maggioranza delle persone sopra i 56 anni ricadono nella categoria di coloro che probabilmente non lo utilizzeranno mai, mentre la maggior parte delle persone sotto i 35 anni fanno parte di coloro che lo useranno frequentemente. I futuri utenti sono per lo più studenti ed impiegati.

La maggior parte di coloro che devono chiamare più di una volta per mettersi in contatto con l'operatore intendono usare l'IVRS. Anche se l'IVRS offre il vantaggio di poter effettuare prenotazioni 24 ore al giorno, la maggior parte degli utenti dei servizi DRT non pensa di cambiare il momento temporale in cui effettuerà la chiamata per la prenotazione. Alcuni tra coloro che saranno probabilmente utenti frequenti, prendono in considerazione di fare prenotazioni anche di sera e durante il fine settimana.

La facilità di prenotazione automatica è stata sottoposta a verifica anche intervistando gli operatori del sistema (6 persone, 3 province e le compagnie di trasporto pubblico locale (TPL) di Limburg, Fiandre Occidentali ed Orientali), dal momento che essi hanno maturato una considerevole esperienza nelle procedure per la prenotazione.

Le indagini eseguite mostrano che gli operatori non sono a favore dell'IVRS (ricordiamo al lettore che il termine operatore in questo caso si riferisce allo staff del sala di controllo TDC): ritengono infatti che il cliente medio dei servizi DRT gestiti da De Lijn non utilizzerà questo nuovo sistema di prenotazione, anche se possono esserci vantaggi nella diminuzione del loro carico di lavoro. Gli operatori pensano che il sistema sia adatto per l'utente che effettua sempre la medesima prenotazione, mentre rispetto agli svantaggi ritengono che l'utilizzo massiccio della codifica numerica possa essere causa di molti errori.

Sebbene l'IVRS comporti una diminuzione del carico di lavoro per gli operatori, viene percepito dagli stessi come una minaccia rispetto al loro posto di lavoro, con

conseguente atteggiamento negativo verso l'introduzione di tale sistema di prenotazione.

Gli addetti ai TDC, pur esprimendo una opinione generalmente negativa nei confronti dell'IVRS, hanno comunque fornito argomentazioni molto dettagliate, razionali ed utili che possono aiutare i pianificatori del sistema ad affrontare la sfida tecnica/operativa del risponditore automatico

Gli utenti preferirebbero l'utilizzo di un numero telefonico gratuito: dal momento che la telefonata all'operatore viene considerata già come una chiamata in zona per tutta l'area dei servizi DRT, questo sembra l'unico modo per stimolare l'uso dell'IVRS, almeno inizialmente.

Come già anticipato, per quanto concerne l'identificazione del cliente la maggior parte delle persone preferirebbe utilizzare il numero telefonico ma, per motivi di sicurezza, il gruppo addetto allo sviluppo del sistema ha deciso di utilizzare un numero clienti criptato di cinque cifre.

Infine l'identificazione delle fermate avverrà sulla base di una combinazione del numero dell'area dei servizi DRT e quello della fermata.

Prenotazioni tramite Internet

Attualmente il gruppo dei potenziali utilizzatori del sistema di prenotazione dei servizi DRT tramite Internet non è molto consistente, ma data la crescita esplosiva degli utenti di Internet è stato comunque ritenuto opportuno sviluppare questa modalità di prenotazione.

Gli operatori di centrale considerano uno svantaggio il fatto di non avere una visione a lungo termine delle prenotazioni e di perdere così una sorta di controllo della situazione; giudicano comunque la prenotazione via Internet più semplice di quella tramite l'IVRS, grazie all'interfaccia grafica che consente di visualizzare i nomi delle fermate al posto dei soli numeri di riferimento. Inoltre le prenotazioni multiple sono più facili tramite Internet.

Un possibile svantaggio potrebbe essere dato dalla eventualità che i clienti prenotino persino quando non sono sicuri di aver bisogno del servizio di trasporto, perché la cancellazione è molto facile e non c'è bisogno di contattare nessuno.

Per coloro che hanno accesso ad Internet, questo tipo di prenotazione del servizio DRT offre molti vantaggi:

- ulteriore modalità di prenotazione,
- possibilità di prenotare 24 ore su 24,
- diminuzione del carico di lavoro sugli operatori del TDC,
- interfaccia grafica,
- maggiori prerogative rispetto all'IVRS, quali:
 - ricerca delle fermate su una mappa,

- visione generale delle prenotazioni,
- prenotazioni multiple.

Il modulo di prenotazione tramite Internet sarà una versione semplificata dell'interfaccia-operatore.

2.5.2 Caso 2: Gli anziani in Svezia

In questa sezione viene presentata una sintesi dell'applicazione a Gothenburg (Svezia) per illustrare le diverse esigenze degli utenti finali e degli Enti finanziatori.

Gli utenti finali, molti dei quali sono persone anziane, hanno bisogno di un servizio su cui poter fare affidamento e che devono poter recepire senza eccessivi problemi. Le autorità hanno invece l'esigenza di risparmiare grazie all'introduzione del servizio, ma hanno anche il dovere di fornire un servizio efficiente agli utenti finali.

A Gothenburg il servizio DRT (FlexRoute) ha avuto un grande successo, grazie anche al fatto che tali esigenze sono state tenute presenti fin dall'inizio, orientando i progettisti verso l'individuazione di una soluzione equilibrata tra efficienza e redditività (*Finn, B., 1996, 1999, cit.*). Gli anziani con ridotta mobilità dispongono di servizi (Servizi Speciali di Trasporto, Special Transport Service - STS) il cui costo è a carico della Amministrazione Comunale.

In precedenza questi servizi venivano forniti, su richiesta degli utenti, utilizzando i taxi, con costi a carico dell'Amministrazione Comunale in continua crescita, per cui venne presa in considerazione la possibilità di ricorrere a schemi DRT basati su alcuni minibus dedicati operanti su percorsi flessibili, in modo da svolgere lo stesso servizio a costi minori.

Dal momento che l'Amministrazione Comunale di Gothenburg non era sicura che gli utenti dei STS avrebbero accettato il cambiamento, venne deciso di procedere ad una analisi ben strutturata delle esigenze degli utenti e degli interessi delle autorità per poi utilizzare questa conoscenza per pianificare il servizio, i sistemi di supporto e la comunicazione con gli utenti.

Le esigenze degli utenti sono state identificate attraverso una metodologia di intervento basata su interviste e discussioni di gruppo.

È importante sottolineare che tutti gli aspetti emersi dall'analisi delle esigenze espresse dagli utenti finali sono stati presi in considerazione nelle specifiche progettuali del sistema FlexRoute; la municipalità continua ad ascoltare gli utenti e le loro opinioni/necessità, mettendo a punto ulteriori miglioramenti del servizio.

Aspetti riguardanti gli utenti finali (passeggeri)

- Le indagini di mercato indicano che circa il 25% dei potenziali utenti (disabili e anziani) è interessato ad utilizzare il nuovo servizio che gli è stato brevemente presentato.

- Lunghe distanze a piedi, gradini troppo alti e difficoltà nel portare i propri bagagli sono spesso citati come il problema maggiore per un uso regolare del servizio.
- Un ulteriore problema significativo è la percezione dell'inaccessibilità degli autobus e dei tram esistenti.
- Il servizio dovrebbe essere ben spiegato e semplice da comprendere.
- Gli utenti preferirebbero non prenotare il tragitto, ma se è necessario vorrebbero delle procedure semplici per farlo. Dovrebbe sempre esserci una conferma dell'informazione inserita dall'utente.
- L'affidabilità del sistema è un aspetto importante. Dovrebbe esserci una procedura per come comportarsi nel caso in cui l'utente manchi alla chiamata di notifica.
- Nelle sessioni di gruppo è emerso molto interesse per il tragitto di ritorno che è solitamente un elemento debole nei servizi di trasporto a chiamata (inclusi i taxi). Generalmente soltanto il 10% di tutti gli utenti dei STS prenotano il tragitto di ritorno nello stesso momento in cui prenotano quello di andata.
- Sessioni di gruppo concernenti l'uso della tecnologia per la prenotazione automatica mostrano che questa è possibile per i tragitti "standard" (ad es. da casa e per lo stesso giorno) ma che l'interfaccia utente deve essere semplice.
- Molti utenti dei STS hanno manifestato perplessità nei confronti del nuovo servizio DRT, che viene talvolta percepito come una minaccia verso loro privilegi già acquisiti.
- Le indagini indicano un'elevata diversità di mobilità all'interno dei diversi sottogruppi della comunità dei disabili e degli anziani: alcuni sono molto attivi e viaggiano quotidianamente con la propria auto o con i STS, mentre altri sono molto isolati e si spostano solo occasionalmente.

Aspetti riguardanti l'Autorità dei Servizi Speciali di Trasporto

- L'Amministrazione Comunale di Gothenburg ha imposto al Gestore dei servizi di trasporto un risparmio annuo di 12 MSEK (circa 1,5 MECU): una delle molte misure identificate consiste nel trovare mezzi più efficienti per fornire i STS a livello locale.
- Il numero totale degli abbonati ai STS a Gothenburg è di circa 27.000, che equivale a circa il 6% del totale della popolazione. L'autorità ha stabilito di ridurre questo numero di circa 1000 unità per anno. L'introduzione del nuovo servizio DRT (FlexRoute) è stata l'occasione per limitare la necessità del permesso individuale per i STS, al fine di contribuire a tale riduzione.
- I costi del personale per il Centro Operativo dei STS sono di circa 10 MSEK all'anno (circa 1,2 MECU). Il volume dei viaggi è di circa 1,9 milioni di tragitti all'anno che si traduce in un costo di circa 0,6 ECU per tragitto.
- Le attuali procedure di prenotazione dei STS sono basate sul presupposto che il passeggero riceva immediatamente una "promessa" sul tempo di arrivo dell'autobus.

Il sistema in seguito è autorizzato a ritardare questo tempo con un massimo di 10 minuti per consentire l'ottimizzazione delle corse.

- La possibilità di notifica automatica del viaggio dovrebbe consentire un'iniziale ottimizzazione fino a 30 minuti e quindi tassi di riempimento più alti.
- Gli attuali STS non forniscono un adeguato supporto statistico per i cambiamenti operativi, pertanto è necessario un migliore Sistema di Supporto alle Decisioni.
- È necessario un migliore sistema di Controllo Qualità. Attualmente, infatti, si misurano soltanto i ritardi nei percorsi rispetto al servizio pianificato, non i ritardi reali così come vengono vissuti dal cliente. La registrazione da parte dell'autista del tempo reale di raccolta dei passeggeri e possibilmente un messaggio con alcune spiegazioni sul perché del ritardo, costituirebbero un significativo passo verso il miglioramento.
- Un migliore controllo di qualità dovrebbe essere possibile anche distinguendo tra i livelli di servizio sperimentati nelle varie parti della città (ad es. il centro della città vs. i distretti periferici).

2.5.3 Caso 3: Le aree rurali in Irlanda e Irlanda del Nord

Nel periodo 1998-99 sono stati sviluppati quattro studi distinti sugli utenti delle aree rurali dell'Irlanda e dell'Irlanda del Nord.

Ciascuno studio, avviato dalle comunità locali che interagivano con gruppi di volontari e con agenzie riconosciute dalla legge, faceva parte di un Piano d'Azione per sviluppare i servizi di trasporto (ognuno nella propria area), e comprendeva un'area rurale dove la disponibilità dei servizi di trasporto locale era scarsa, con rischio di riduzione della partecipazione alla vita sociale e di emarginazione per coloro che non avevano accesso al trasporto in maniera indipendente.

In tutti e quattro i casi si è compreso che l'analisi degli utenti e delle loro esigenze costituiva una parte molto importante del progetto rappresentando probabilmente la chiave del successo del progetto stesso.

Lo studio sui bisogni dell'utente è stato sviluppato per mezzo di discussioni di gruppo che hanno coinvolto tutti i settori della comunità e tutti i gruppi di volontari attivi. A posteriori si è compreso che questo approfondito processo di consultazione ha anche contribuito a creare consenso ed a far crescere l'attenzione dei potenziali utenti.

Nel seguito, la descrizione di questo caso viene focalizzata sull'identificazione dei potenziali utenti.

Basandosi sul primo livello dello studio sulle esigenze dell'utente, gli abitanti delle aree rurali sono stati suddivisi in due categorie:

- coloro che hanno a disposizione un'auto e possono affrontare i viaggi senza ostacoli,
- coloro che, senza possibilità di usare l'auto, devono limitare la loro mobilità alle destinazioni raggiungibili con l'autobus oppure con un passaggio fornito da altri.

A livello di comunità, sono stati identificati quattro tipi di utenza:

- Individui che desiderano effettuare tragitti locali verso i negozi, l'ufficio postale, la chiesa, i posti di svago ecc.
- Individui che vogliono percorrere distanze più lunghe e che vogliono almeno poter raggiungere i servizi di trasporto di linea disponibili.
- Individui/gruppi di persone che necessitano di spostarsi verso luoghi dove sono concentrate particolari attività sociali, ad esempio attività per i giovani, cliniche, gruppi della comunità, giochi scolastici ecc.
- Gruppi che desiderano spostarsi verso alcuni luoghi per i propri impegni, come la scuola, gruppi giovanili, palestre ecc.

Attraverso lo studio sull'accessibilità dell'area, durante i vari incontri sono emerse e sono state identificate forti limitazioni per molti residenti e/o gruppi nei riguardi della possibilità di partecipare pienamente alla vita socio/culturale della loro zona. Le persone si scontravano con una ristretta possibilità di partecipazione, mentre i gruppi ed i centri di aggregazione erano consapevoli che potevano avere livelli di attività più alti.

I vari gruppi/associazioni erano costretti a limitare il numero di spostamenti, oppure ad impiegare gran parte dei fondi per il pagamento dei servizi di trasporto invece di utilizzarli nel miglioramento delle loro strutture/servizi. Genitori, parenti e vicini di casa che possiedono un'auto spendevano una quantità sempre maggiore di tempo a dare passaggi lungo la strada.

Sulla base di tali informazioni sono state individuate quattro potenziali categorie-chiave di utenza:

- Anziani che vivono in maniera indipendente e che spesso hanno una limitata capacità di camminare per lunghe distanze per andare in negozi, cliniche o alla fermata dell'autobus. Questi gruppi di individui spesso diventano emarginati e smettono di partecipare alla vita sociale.
- Madri con i figli piccoli nelle aree rurali, specialmente con bambini in età prescolare. Queste donne, che generalmente si occupano della organizzazione delle attività di famiglia, per raggiungere località lontane (ad es. per acquistare qualcosa per sé o per i figli) sono costrette a muoversi a piedi o chiedendo un passaggio.
- Giovani tra i 14 e i 20 anni, che hanno quindi raggiunto l'età per uscire da soli, ma che avendo pochi servizi a disposizione sono costretti a scontrarsi con la frustrazione di non essere in grado di sviluppare una normale vita sociale e culturale.
- Disoccupati, o persone che frequentano corsi di formazione e/o cercano di inserirsi nel mondo del lavoro: essi devono trattare con le amministrazioni o frequentare corsi nelle città più grandi oppure cercare di ottenere l'accesso a posti di lavoro lontani dalle loro case, ma i servizi di trasporto non vanno incontro alle loro esigenze.

gruppi di persone:

- Club sportivi, specialmente le società di calcio che hanno tra i loro iscritti un elevato numero di bambini di tutte le età. Per questi bambini esiste una dipendenza assoluta dai passaggi dei genitori.
- Gruppi di intrattenimento e altre strutture/servizi per i bambini piccoli e le loro madri. Se la madre non può accedervi contando su un servizio regolare sia per l'andata che per il ritorno, è spesso costretta a rinunciare.
- Gruppi di orientamento, centri e attività per gli anziani che hanno una mobilità ridotta e quindi hanno bisogno dei servizi di trasporto. Se questi utenti non sono messi in grado di partecipare a tali attività, c'è un reale rischio di emarginazione dalla società.

Sulla base delle informazioni acquisite è stata pianificata una gamma di servizi di mobilità sia per andare incontro alle esigenze dei principali gruppi che per costituire una risorsa di trasporto utilizzabile da altri utenti.

Tre di queste quattro comunità hanno avviato operativamente i servizi a partire dalla fine del 1999. Tutti concordano sul fatto che l'analisi delle esigenze degli utenti è stata essenziale per capire i propri utenti ed ha fortemente contribuito al processo di creazione del consenso necessario.

2.5.4 Caso 4: Accesso al lavoro negli USA

La riforma sociale avviata negli USA nel 1996 (Atto sulla Responsabilità Personale e Opportunità di Lavoro) ha limitato l'assistenza sociale per gli aventi diritto ad un massimo di 60 mesi in totale. Questo comporta che molte persone attualmente sono nella necessità di trovare lavoro e di cambiare sostanzialmente la loro vita.

In generale l'Amministrazione ha considerato che sussistevano adeguate opportunità occupazionali e che pertanto non sarebbero sorti problemi particolari nell'applicazione di tale riforma.

Dopo poco tempo è invece apparso chiaro che iniziavano a presentarsi seri problemi legati direttamente ai modelli spaziali ed alla offerta di trasporto.

L'Amministrazione Federale per i Trasporti ha diffuso la stima dei requisiti emergenti ed un elenco delle migliori soluzioni pratiche che sono in corso di sviluppo per soddisfare queste nuove esigenze.

I risultati derivanti dallo studio dei requisiti degli utenti e dalle ricerche di mercato effettuate possono essere sintetizzati in:

- Solo il 6% delle famiglie che ricevono assistenza per il trasporto pubblico possiede un'auto, mentre le persone che lavorano grazie ai servizi sociali dipendono quasi completamente dal trasporto pubblico per raggiungere il luogo di lavoro.
- Le donne costituiscono la maggioranza dei destinatari della politica sociale ma, dato

il numero degli spostamenti che devono fare durante il giorno sia per motivi familiari (shopping, medici, amministrazione ecc.) che per lavoro, quelle che non possiedono un'auto hanno esigenze di mobilità molto complesse.

- Le aree rurali hanno attualmente tassi di disoccupazione più elevati delle aree urbane. Circa il 40% di tutte le aree rurali degli USA non hanno un servizio di trasporto pubblico accessibile. Questo produce una vera situazione di crisi nelle aree di campagna e nelle piccole cittadine.
- La distribuzione spaziale delle persone assistite dai servizi sociali non si accorda bene con le occupazioni disponibili. Nelle aree urbane i destinatari della politica sociale si concentrano nel centro delle città e in alcuni sobborghi, e molti dei nuovi lavori disponibili nel centro città richiedono abilità ed esperienza specifiche.
- La crescita reale del lavoro è avvenuta nei sobborghi industriali e nei siti fuori delle città. Le persone che sono già inserite nel sistema lavorativo hanno un'auto o possono permettersi di cambiare casa. Le persone assistite dai servizi sociali si scontrano invece con seri problemi di spostamento.
- Ad es. nell'area di Cleveland, persino con uno spostamento di 80 minuti col trasporto pubblico, i residenti delle aree ad alta concentrazione di persone che ricevono assistenza pubblica possono raggiungere meno del 44% dei luoghi in cui è disponibile un tipo di lavoro appropriato. Al contrario, le persone che possiedono un'auto potrebbero raggiungere il 75% di queste opportunità di lavoro con un tragitto di 40 minuti.
- Nella Contea di Cobb, in Georgia, si è visto che solo il 43% delle opportunità di avere un lavoro di primo livello era accessibile tramite MARTA (la rete di trasporto pubblico di Atlanta) e che la maggior parte di questo 43% richiedeva un tragitto lungo da una a due ore.
- Anche in caso di possibilità di utilizzo del trasporto pubblico, le ore di servizio non coincidono con quelle di lavoro. Molti dei lavori che richiedono meno professionalità comportano spostamenti e lavoro in ore serali, quando il servizio pubblico è caratterizzato da frequenze basse ed i tempi di connessione sono ridotti. Spesso è possibile viaggiare in una direzione ma non fare il tragitto di ritorno o un tragitto più lontano.

Da questo lavoro di analisi sono emerse due iniziative chiave:

1. Utilizzo degli strumenti GIS (Geographic Information System) per monitorare i destinatari della politica sociale e le potenziali opportunità di lavoro. Queste applicazioni consentono di compiere enormi passi avanti in quanto consentono un approccio più dinamico sia per armonizzare lavoratori e potenziali impieghi sia per pianificare le misure per i sistemi trasporto.
2. Impiego di nuove soluzioni di mobilità quali i servizi DRT, i servizi shuttle collegati alle linee di transito, i servizi per percorsi riservati e nuovi servizi di autobus suburbani.

2.6 Nuovi indirizzi per la ricerca

Lo studio sulle esigenze degli utenti portato avanti negli anni 90 è stato, per forza di cose, molto elementare a causa dell'assenza di una base di lavoro ben documentata e disponibile in questo campo.

Nel 1999 una serie di workshop sviluppati all'interno del progetto SAMPLUS ha identificato tre temi emergenti per la futura ricerca. Ciascuno di questi temi è legato all'operatore ed in particolare allo sviluppo e all'accessibilità dei servizi DRT, e riflette la maturazione del lavoro di ricerca in tale settore (come ha detto un operatore dei trasporti "... adesso dobbiamo passare dalla carità agli affari").

Questo significa che, senza trascurare la dimensione sociale, persino dove esiste un consistente sostegno finanziario l'operatore deve pensare al profitto e l'Ente che finanzia deve assicurare la buona utilizzazione del denaro dei fondi pubblici.

I tre temi identificati possono essere così sintetizzati:

- Previsioni di mercato.
- Strategie di tariffazione.
- Costi e sostenibilità.

In aggiunta emergono tre esigenze connesse alla tecnologia:

- dispositivi tecnologici a basso costo per ridurre le barriere iniziali ed i costi aggiuntivi,
- modelli di ulteriore ottimizzazione da utilizzare nei TDC dei servizi DRT per minimizzare le richieste di risorse ed aumentare la possibilità di soddisfare le aspettative dell'utente rispetto ai viaggi desiderati,
- migliore accessibilità alla prenotazione interattiva.

2.6.1 Tema 1: Previsioni di mercato

Gli aspetti chiave per questa tematica sono:

- Come valutare le dimensioni del mercato, il suo volume, la segmentazione, l'utilizzazione e le entrate realizzabili.
- Quali metodi valutativi sono efficaci, se ve ne sono. Esistenza di casi studiati cui poter fare riferimento.
- Quali sono i fattori chiave:
 - l'area di raccolta,
 - i gruppi destinatari del progetto,
 - gli scenari del servizio/prodotto,
 - gli scenari dei costi,
 - la competizione tra i differenti modi di trasporto,
 - la competizione tra i tipi servizi.
- Come cambia il mercato dopo l'impiego del sistema.

In altri settori, come ad es. quello dell'industria, la previsione del mercato ed il potenziale del prodotto costituiscono un'azione essenziale per la stima degli investimenti, e gli investitori sono riluttanti a sostenere un progetto che non ha avuto un'efficace valutazione del business plan.

Anche per i servizi DRT questi aspetti necessitano di essere sviluppati e documentati, in modo da pervenire ad una effettiva valutazione del mercato e di consentire di andare oltre la fase sperimentale o di comprenderne il ruolo sociale.

2.6.2 Tema 2: Strategie di tariffazione

Gli aspetti chiave per questa tematica sono:

- Quali approcci di tariffazione vengono usati nei sistemi DRT in tutto il mondo?
- C'è stata innovazione nelle tariffe dei servizi DRT e dei prodotti per la mobilità flessibile?
- È possibile utilizzare la segmentazione del mercato nella strategia dei prezzi e, se è così, come?
- La struttura delle tariffe può copiare quella degli autobus o dei taxi o è necessario qualcosa di diverso?
- Quanto gli utenti sono sensibili ai costi? Tale sensibilità varia a seconda delle categorie?
- Esistono valide soluzioni di tariffazione che siano controllate da regolamentazioni o restrizioni?

Fino ad oggi la politica dei prezzi ha seguito in modo piuttosto passivo le tariffe del trasporto pubblico esistente, qualche volta addirittura ad un tasso più alto (anche del 30%). Non si è quindi considerato che, nella pratica, talvolta un rialzo del 10% può fare la differenza tra la praticabilità e il fallimento di un "prodotto".

2.6.3 Tema 3: Costi e sostenibilità

Gli aspetti chiave per questa tematica sono stati individuati in:

- Quanto a fondo si è capita la struttura dei costi dei servizi DRT?
- Quali sono i costi chiave relativi agli autisti e come variano?
- Quali sono i costi marginali? Sono gradualmente?
- Può essere utilizzata la conoscenza dei costi marginali quando si prendono delle decisioni relative alla fornitura del servizio o per accettare una prenotazione specifica? E se è così, come si può schematizzarla all'interno dei modelli di ottimizzazione?
- Quale percentuale dei costi operativi si può raggiungere per il TDC?
- Quali innovazioni si sono ottenute o si possono ottenere negli accordi contrattuali?

Fino ad oggi si è concentrata l'attenzione solamente sul semplice raggiungimento del servizio e sulla soddisfazione delle richieste dell'utente. Tuttavia, come per le entrate, un

risparmio del 10% sui costi può fare la differenza tra il successo e il fallimento, oppure costituire l'abilità di generare fondi per un rinnovo del servizio ed una sua vantaggiosa espansione.

CAPITOLO TERZO

Scenari realizzativi e tipologie di servizio

D. Engels, G. Ambrosino, M. Boero

Il trasporto individuale ed il trasporto collettivo tradizionale partono da due concezioni della mobilità diametralmente opposte.

Chi usa l'auto per i propri spostamenti può decidere, in linea di massima, di intraprendere un viaggio in qualsiasi momento, da un qualunque punto di origine e per una qualsivoglia destinazione. Se si eccettua il fatto che l'ipotetico viaggiatore farà comunque uso di infrastrutture stradali costruite per soddisfare esigenze di mobilità, nessun operatore di trasporto né le Autorità deputate alla gestione dei trasporti interverranno direttamente fornendo servizi a supporto del viaggio ed inoltre non saranno nemmeno a conoscenza del fatto che egli si stia spostando.

Al contrario, nel caso del trasporto pubblico convenzionale, saranno proprio le Autorità o gli operatori del trasporto ad organizzare il servizio rendendo possibile il viaggio. Le Autorità o gli operatori avranno deciso precedentemente dove e in quale modo offrire e gestire il servizio, attendendosi poi che gli utenti ne usufruiscano. Queste aspettative saranno basate su conoscenze storiche o su analisi strutturali delle esigenze di spostamento dei potenziali utenti o, più in generale, su un'appropriata combinazione di questi due aspetti.

A complemento di queste due visioni opposte della mobilità, possiamo considerare il taxi che infatti può essere visto come un primo tipo di servizio di trasporto intermedio. Per sua natura il taxi è un servizio di trasporto individuale, ma si basa sul fatto che è un operatore ad organizzare e gestire un tipo di servizio con il quale l'utente può richiedere

di effettuare un viaggio secondo le proprie necessità (*porta a porta*). Pur basandosi su un'organizzazione e una gestione di tipo collettivo, il taxi sarà comunque nel seguito considerato come un servizio individuale.

3.1 Ridurre la distanza fra trasporto individuale e collettivo

I servizi di trasporto collettivi “flessibili”, “intermedi” o “a domanda” (Demand Responsive Transport - DRT) possono essere considerati un tentativo di ridurre la distanza fra trasporto individuale convenzionale (l'auto) e trasporto collettivo convenzionale (l'autobus a linee).

Questa nuova concezione di trasporto collettivo flessibile nasce partendo da due punti di vista opposti: il taxi ed il trasporto pubblico a linee. Entrambi i tipi di trasporto hanno infatti motivazioni proprie per evolvere ed elaborare nuovi modi di concepire il trasporto.

Il taxi è un servizio che risponde in modo diretto e individualizzato alle esigenze di trasporto. Caratteristiche principali sono la gestione personalizzata del passeggero, la rapidità di risposta, un trasporto completo dal punto di origine al punto di destinazione del viaggio e una tariffa relativamente elevata.

Quest'ultimo aspetto rappresenta il motivo principale che spinge alla ricerca di nuove forme di trasporto, sostenibili per il gestore del servizio e, al tempo stesso, attraenti per l'utente.

Una combinazione di più corse da parte del gestore porterà in generale ad una riduzione del costo del viaggio per l'utente. In questo senso una prima soluzione (il cosiddetto “taxi collettivo”) consente di combinare da 2 a 3 corse utilizzando un taxi normale o un veicolo a maggiore capienza (ad esempio un'auto monovolume).

Se vengono combinate più corse utilizzando un unico veicolo con un maggior numero di posti (ad es. un minibus) si può cominciare a parlare di servizio collettivo a domanda, anche se questo viene attuato in una modalità porta-a-porta tipica del servizio taxi. Nel caso in cui l'Autorità pubblica sostenga, almeno in parte, i costi del servizio (come quasi sempre accade, ad esempio, quando vengono offerti servizi per disabili, anziani ecc.) essa sarà generalmente interessata ad ottimizzare il servizio al fine di migliorarne l'efficienza economica. L'Autorità pubblica potrebbe però avere anche altre ragioni per passare da un servizio taxi ad altre forme di servizio a richiesta: ad esempio offrire un servizio che, riducendo l'utilizzo dell'auto privata, possa contribuire al risparmio energetico, a limitare gli effetti della congestione ed in definitiva a ridurre gli impatti ambientali.

Sul fronte opposto, assistiamo alle diverse importanti sfide di rinnovamento nelle quali è impegnato il settore del trasporto pubblico collettivo:

- forte necessità di razionalizzazione complessiva dell'organizzazione del servizio, storicamente basato sulla gestione di un numero elevato di linee concepite per servire il maggior numero possibile di origini e destinazioni nell'area di esercizio. Questa filosofia ha portato alle difficoltà oggi evidenti: i costi di gestione del sistema risultano sempre meno coperti dai ricavi legati alle tariffe, mentre parallelamente le origini e le destinazioni servite continuano a crescere, per le ovvie esigenze di copertura del territorio che un servizio pubblico deve comunque assicurare. La risposta tradizionale a questo problema da parte delle aziende di trasporto è, da sempre, la riduzione delle frequenze delle linee, con la conseguente ed inevitabile riduzione dell'attrattiva del servizio e, quindi, il relativo calo dell'utenza;
- esigenze di mobilità da parte dei cittadini che risultano sempre più crescenti e diversificate.

In questa ottica il trasporto pubblico ha quindi due compiti fondamentali da assolvere: garantire a tutti la mobilità primaria ed offrire un'alternativa appetibile all'uso dell'auto, riducendo gli impatti di una mobilità personalizzata basata prioritariamente sulla cultura dell'auto, con i conseguenti ed evidenti effetti negativi sulla qualità della vita e sull'ambiente.

In particolare è nelle aree rurali che il soddisfacimento delle esigenze primarie di mobilità degli abitanti riveste un ruolo determinante nella salvaguardia della qualità della vita e, conseguentemente, dell'identità e dell'esistenza stessa dei piccoli centri abitati. Al confronto delle realtà urbane più importanti, nei piccoli centri un'alta percentuale degli abitanti non possiede l'auto, specialmente le categorie sociali più deboli, i giovani, gli studenti, gli anziani, le casalinghe ecc. Pertanto la carenza dei servizi di trasporto pubblico influisce in modo determinante sulla qualità della vita di questi strati sociali e ne limita le attività e l'iniziativa. Questo costituisce una delle principali cause per cui i piccoli centri sprovvisti di un adeguato livello di servizi (commerciali, amministrativi, sociali ecc.) risultano spesso poco vivibili e tendono a spopolarsi.

In questo quadro generale, i servizi di trasporto collettivo a domanda (DRT) rappresentano oggi una risposta efficace ai problemi fin qui esposti, un'alternativa per ottenere significative riduzioni dei costi operativi del servizio tradizionale e proporre agli utenti un'offerta di trasporto caratterizzata da una maggiore flessibilità e capacità di adattarsi alle esigenze di spostamento personali. I sistemi a chiamata quindi tendono a garantire una maggiore "equità" al servizio di trasporto collettivo.

Lo schema riportato nella figura 3.1 riassume in modo sintetico l'evoluzione verso una concezione avanzata e innovativa del trasporto pubblico, a partire dal trasporto pubblico individuale e collettivo tradizionali (il taxi e il trasporto pubblico a linee) prendendo in considerazione gli obiettivi degli operatori e delle Autorità da una parte, e le esigenze degli utenti dall'altra.

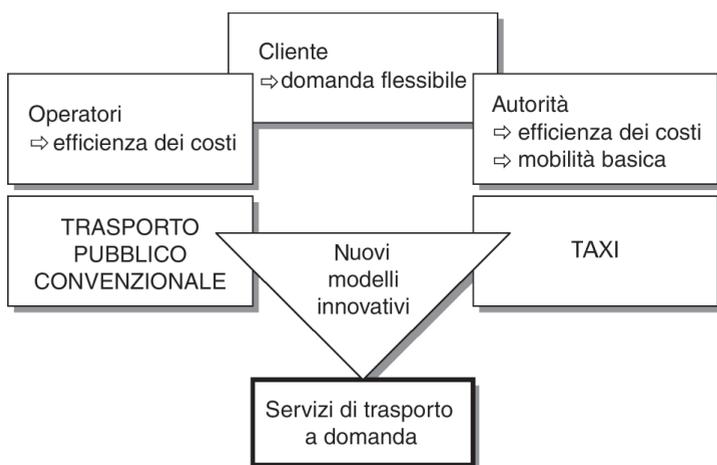


Figura 3.1
 Schema di evoluzione
 dal trasporto
 tradizionale ai sistemi
 flessibili a domanda

3.2 Tipologie di servizio

Come suggerito dalla figura 3.1, i servizi DRT intendono introdurre un nuovo modello di servizio dotato di un grado di flessibilità in più rispetto al trasporto pubblico tradizionale, mutuando tale caratteristica di base dai servizi taxi.

Il concetto di flessibilità, nel contesto dei DRT, può variare in modo significativo e, per giungere ad una corretta definizione del servizio e del modello organizzativo più efficace, è necessario effettuare diverse scelte fondamentali nelle fasi di analisi e progettazione. In questo processo, le necessità e le attese degli utenti devono in qualche misura conciliarsi con gli obiettivi degli operatori e delle autorità pubbliche che forniranno il servizio.

L'idea di trasporto pubblico a domanda, che banalizzando potremmo sintetizzare in “richiedi il servizio e sarai portato dove desideri”, suggerisce immediatamente all'utente la possibilità di ottenere un servizio allo stesso tempo personalizzato e a basso prezzo. In realtà, un servizio DRT ben organizzato non potrà che avvicinarsi, in diversa misura, a questo concetto, seguendo specifiche procedure e regole di organizzazione che consentano di raggiungere comunque obiettivi di efficienza. La coniugazione di questi due punti di vista, evidentemente opposti, può essere raggiunta solo attraverso una serie di scelte ben ponderate in relazione ai diversi aspetti fondamentali del servizio.

Tali scelte, che possono essere considerate gli elementi fondamentali nella progettazione e definizione di un servizio DRT, comprendono:

- le caratteristiche dei percorsi e tempi,
- i criteri e le modalità di prenotazione,
- le tipologie di rete,
- i criteri di allocazione e gestione dei veicoli.

L'analisi di ciascuno di questi aspetti consente di ricavare una classificazione di base delle tipologie di servizio DRT.

3.2.1 Percorsi e tempi

Nei servizi a domanda i concetti di percorso ed orario costituiscono un primo importante elemento che contribuisce a definire il modello di servizio di trasporto offerto all'utente. Il percorso sostituisce il concetto di linea del trasporto pubblico convenzionale e, come questa, consiste in una serie di punti di origine/destinazione da servire in un ordine specifico. Inoltre la flessibilità dell'orario è parte integrante di questo tipo di servizio.

In un sistema convenzionale ad orario, questi elementi sono completamente definiti a priori in fase di pianificazione del servizio. Al contrario, nel servizio taxi non esiste una definizione a priori né di percorso né di orario: l'origine e destinazione della corsa sono completamente determinate dalla richiesta del cliente, così come lo sono (compatibilmente con la situazione complessiva del servizio) i tempi di attuazione. L'ottimizzazione del percorso, quando esiste, è finalizzata a ridurre gli spostamenti a vuoto delle vetture, tra la destinazione di un cliente e l'origine del successivo, allocando i passeggeri ai taxi nel modo più efficiente possibile.

Nel caso del trasporto flessibile, è possibile un'ampia gamma di schemi differenti di servizio, partendo da un modello basato su percorsi e tempi completamente predefiniti (come nel caso del trasporto convenzionale a linee), per arrivare a modelli in cui i punti di origine/destinazione ed i tempi di transito risultano determinati dinamicamente in un intervallo temporale immediatamente precedente all'esecuzione del viaggio o, addirittura, durante il viaggio stesso.

Da questo punto di vista, allo scopo di chiarire l'idea di servizio DRT, si può utilizzare la classificazione di percorsi proposta nel seguito, basata su una nozione generica di percorso caratterizzato da livelli crescenti di flessibilità in funzione del numero di elementi e vincoli definiti a priori.

Alla base di questa classificazione sono considerati i seguenti tipi di punto di fermata:

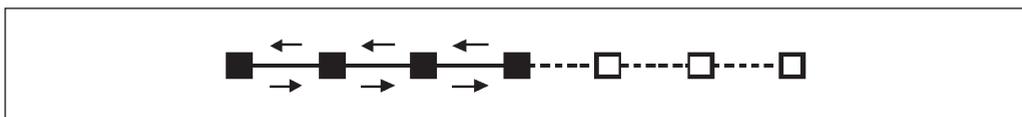
- Fermata predefinita, sempre servita dal mezzo, caratterizzata da tempi di passaggio programmati.
- Fermata predefinita, caratterizzata da tempi di passaggio programmati, ma servita solo su richiesta del passeggero (nel caso di fermate terminali, sono predefiniti i tempi di partenza o di arrivo).
- Fermata predefinita, servita solo su richiesta del passeggero.
- 🏠 Punto di fermata qualunque nel territorio servito, indicato da un indirizzo (ad es. numero civico) o da un nome di luogo (ad es. un edificio di interesse pubblico).

Per il servizio DRT l'altro aspetto importante è la definizione del "tempo di passaggio" ai punti di fermata. Operativamente tale informazione viene gestita introducendo una finestra temporale di possibile variazione del tempo di passaggio effettivo rispetto al tempo programmato¹. Ciò rappresenta un elemento necessario e fondamentale nella flessibilità del modello di gestione, indispensabile da un lato per consentire buone capacità di adattamento del percorso e delle fermate nel corso della pianificazione/gestione del servizio, dall'altro soddisfacendo le richieste degli altri utenti.

Sono pertanto possibili i seguenti scenari operativi di riferimento.

Scenario 1: Percorsi predefiniti ed orari parzialmente fissi

In questo scenario il servizio corrisponde in parte ad un servizio convenzionale. Vengono definiti a priori la lista dei punti di fermata serviti, il percorso completo (inteso come sequenza di tratte tra punti di fermata) e l'orario. La flessibilità del servizio consiste nella possibilità di inserire punti di fermata aggiuntivi, ad estensione del percorso predefinito, serviti solo su richiesta del passeggero. I tempi di passaggio ai punti di fermata sono predefiniti.



Scenario 1 - Estensione di un servizio con percorso e tempi predefiniti

Considerazioni operative - Lo Scenario 1 introduce un modello iniziale, seppure molto limitato, di flessibilità del servizio. L'estensione del percorso fisso richiede un tempo di servizio aggiuntivo dopo che l'ultimo punto di fermata predefinito è stato servito. Questo tempo di servizio extra deve essere previsto a priori, tra due corse fisse successive (di andata e ritorno).

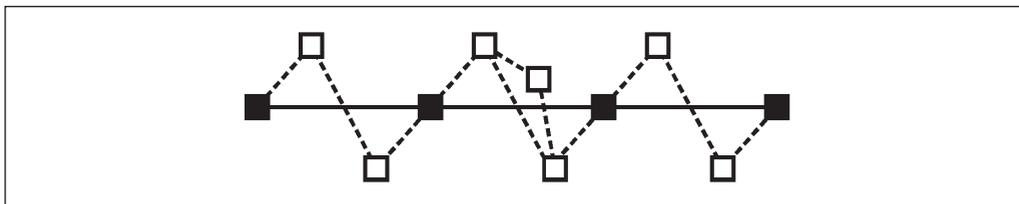
Il beneficio che si può ottenere è in effetti limitato, con una sosta prolungata all'ultimo punto di fermata predefinito, nel caso non sia pervenuta alcuna richiesta per il percorso aggiuntivo a domanda.

Scenario 2: Servizio programmato con deviazioni su percorsi predefiniti in un corridoio

Con questo scenario si ha la realizzazione di un servizio con punti di fermata fissi ed orari di passaggio predefiniti in cui è però possibile una eventuale estensione di una parte flessibile aggiuntiva servita a domanda.

In aggiunta alla parte fissa del servizio, su richiesta dei passeggeri, i mezzi possono effettuare deviazioni per raggiungere altri punti di fermata prestabiliti. I punti di ferma-

ta serviti a domanda sono ubicati in un corridoio nell'intorno del percorso principale fisso. Le deviazioni di percorso risultano in tal modo relativamente brevi.



Scenario 2 - Servizio programmato con deviazioni su percorsi predefiniti in un corridoio

Lo Scenario 2 rappresenta una interessante possibilità di organizzazione dei servizi di trasporto collettivo in tutte le situazioni in cui le principali origini e destinazioni dei viaggi siano distribuite attorno ad un asse di trasporto principale. In tali casi, i mezzi lasceranno il percorso principale solo in caso di richieste, minimizzando così gli allungamenti di percorso inutili e riducendo i tempi di viaggio ed i chilometri percorsi.

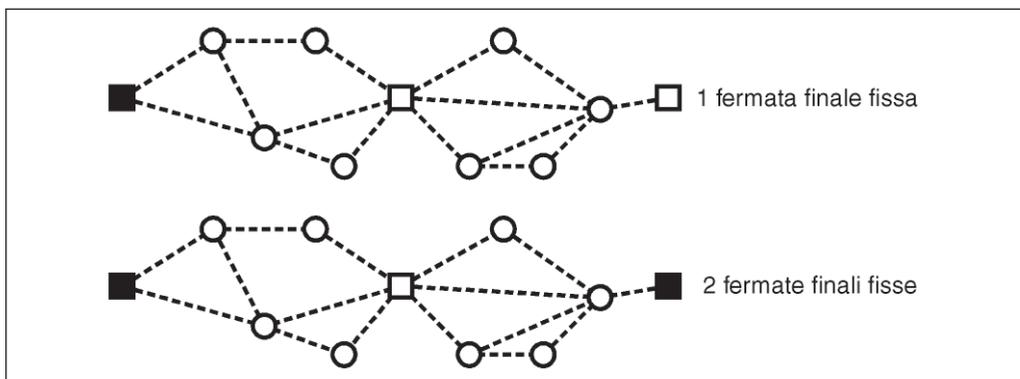
Considerazioni operative - Le deviazioni di percorso comportano evidentemente tempi di viaggio più lunghi rispetto al percorso principale fisso. Per questo motivo è importante una corretta valutazione del tempo aggiuntivo necessario per effettuare le deviazioni e scegliere, in fase di progettazione del servizio, un opportuno equilibrio tra deviazioni e intervallo di variazione ammesso per gli orari di passaggio ai punti di fermata del percorso principale fisso. Ad esempio può essere decisa la realizzazione di un servizio accessibile unicamente tramite prenotazione, con una buona informazione all'utenza circa la variabilità degli orari ai punti di fermata fissi.

Scenario 3: Punti di fermata predefiniti all'interno di un corridoio

Lo Scenario 3 comprende i servizi nei quali i punti di fermata fissi e predefiniti sono serviti a domanda all'interno di un corridoio di trasporto. Non esistono percorsi predefiniti tra i punti di fermata, ma unicamente una rete di esercizio del servizio che collega tra loro tutti i possibili punti di fermata. I percorsi vengono determinati, all'interno della rete, sulla base dell'effettiva domanda di viaggio. Alcuni punti di fermata hanno tempi di passaggio prefissati, all'interno di un intervallo di variazione, allo scopo di garantire comunque un minimo di organizzazione al servizio.

I punti di fermata ad orario predefinito costituiscono un elemento che in parte limita la flessibilità del servizio, ma rende possibile servire un maggior numero di punti di fermata a domanda. La determinazione dei tempi di passaggio a questi punti di fermata rappresenta un aspetto fondamentale nella progettazione del servizio, in quanto contribuisce a determinarne il grado di adattabilità alla domanda: un maggior tempo tra punti di fermata con tempi di passaggio predefiniti consente di servire più punti di fermata

intermedi a domanda ma, di conseguenza, può allungare in modo eccessivo il tempo di servizio complessivo. In generale è fondamentale individuare un opportuno equilibrio tra questi fattori ricorrendo all'analisi di dati storici e statistici.



Scenario 3 - Punti di fermata predefiniti all'interno di un corridoio

Nella maggior parte dei casi i punti di fermata terminali nel corridoio (i “capolinea” del servizio) sono costituiti da fermate fisse con tempi di partenza e arrivo predefiniti. A queste, si possono aggiungere altre fermate con orari di passaggio prefissati, ad esempio per garantire l'interscambio con altri servizi di linea attestati su tali particolari fermate.

Infine è sempre possibile non avere alcun punto di fermata con orari prefissati e lasciare che i percorsi e gli orari siano determinati in modo completamente dipendente dalle richieste dei passeggeri.

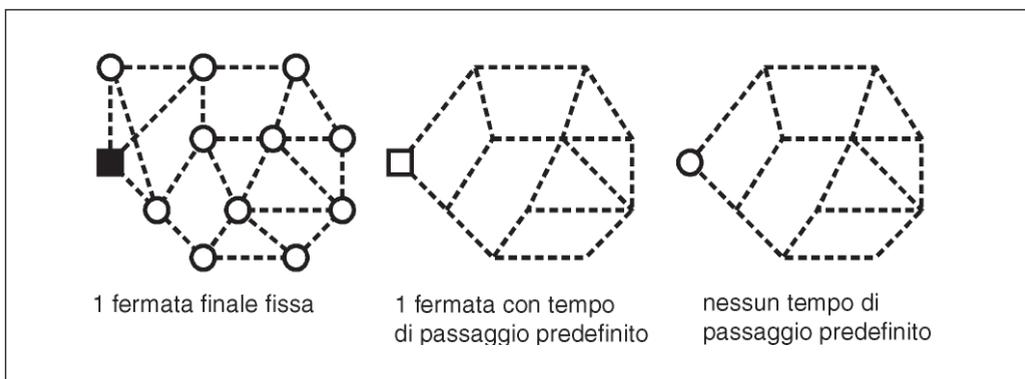
Considerazioni operative - La disposizione di punti di fermata all'interno di un corridoio di trasporto rende l'organizzazione del servizio DRT più semplice. Il tempo di viaggio tra i “capolinea”, nel caso in cui vengano effettuate deviazioni, infatti, non varia di molto rispetto al tempo di viaggio diretto del percorso principale, dato che i mezzi seguono percorsi alternativi che non variano troppo rispetto al percorso fisso.

Scenario 4: punti di fermata predefiniti all'interno di un'area

Lo Scenario 4 si riferisce a servizi nei quali un insieme di punti di fermata predefiniti, all'interno di una certa area, vengono serviti a domanda. Per rendere possibile l'organizzazione del servizio, solo alcuni punti di fermata (in molti casi solo uno o due) hanno orari fissi. A causa della diffusione dei punti di fermata, all'interno dell'area servita, i tempi di viaggio tra fermate possono variare anche significativamente.

Nel caso in cui nessun punto di fermata abbia orari prefissati, il servizio risulta affine ad un servizio di tipo taxi. Saranno serviti punti predefiniti nell'area (fermate), ma la struttura del servizio (percorsi, tempi) sarà completamente definita dalle richieste.

Considerazioni operative - È uno scenario di servizio economicamente sostenibile solo introducendo alcune limitazioni operative che consentano di evitare viaggi lunghi per servire un numero molto ridotto di richieste (ad esempio, evitando di inviare il mezzo



Scenario 4 - Punti di fermata predefiniti all'interno di un'area

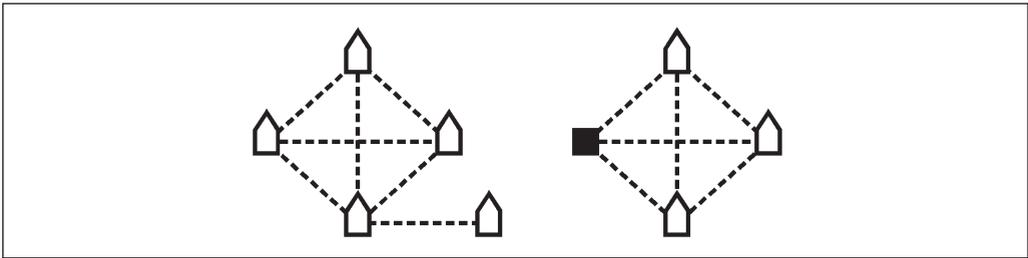
ad ogni singola richiesta). Questo si può ottenere inserendo, ad esempio, una fermata con orari di passaggio predefiniti, o una fermata fissa. In questo modo, le richieste di viaggio degli utenti possono essere soddisfatte con offerte di prenotazioni che si adattano comunque ad un'organizzazione temporale del servizio consentendo, nel complesso, una maggiore capacità di combinare le richieste degli utenti.

Un'altra limitazione, sempre finalizzata ad ottenere un servizio più gestibile e sostenibile economicamente, può essere introdotta tramite opportune scelte riguardo le procedure per la prenotazione del servizio. Se gli utenti devono prenotare il viaggio con largo anticipo, e possono essere informati successivamente dei tempi previsti di partenza e arrivo, aumenta il numero di richieste che possono essere combinate all'interno di ogni singolo viaggio.

Scenario 5: punti origine/destinazione all'interno di un'area

Lo Scenario 5 rappresenta un'evoluzione del precedente ed offre il massimo grado di flessibilità ottenibile da un servizio DRT. All'interno di un'area predefinita, i mezzi possono muoversi liberamente servendo qualsiasi punto o località come origine e destinazione dei viaggi. Non esistono punti di fermata predefiniti né orari prefissati. Il servizio DRT opera in una modalità "porta-a-porta" in modo analogo ai servizi di taxi individuale.

Considerazioni operative - Anche in questo caso valgono considerazioni simili a quelle esposte per lo scenario precedente. Inoltre, nel caso in cui il servizio sia diretto a gruppi di utenti speciali (ad esempio anziani, disabili ecc.) è necessario considerare, nei processi di pianificazione e gestione del servizio, i tempi di fermata all'origine e destinazione del



Scenario 5 - Punti origine/destinazione all'interno di un'area

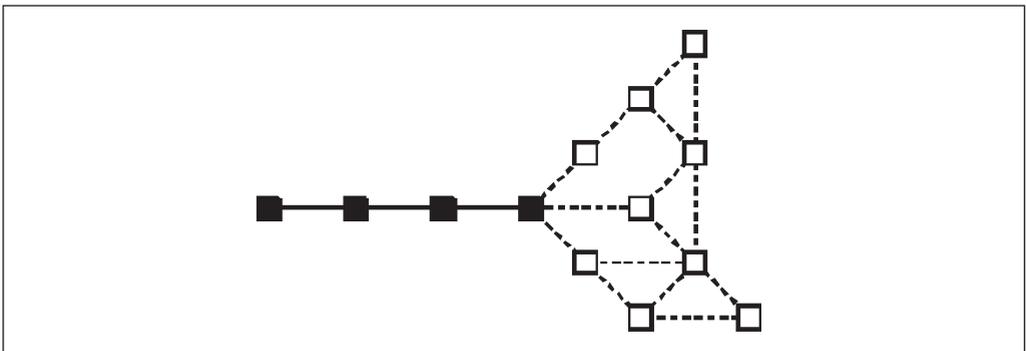
viaggio per la salita e discesa degli utenti. Questi infatti sia per la natura del servizio (porta-a-porta) che per il tipo di utenti, possono essere significativamente più lunghi che negli altri scenari.

Scenari di servizio combinati

Gli scenari base introdotti precedentemente possono essere ulteriormente elaborati e combinati fra loro, al fine di ottenere la miglior offerta di trasporto per uno specifico ambiente operativo.

Un esempio di combinazione, che ad es. appare particolarmente indicato per il servizio notturno in ambito urbano, si basa su un servizio a percorso fisso e fermate fisse (di fatto un servizio a linea) per la parte che attraversa il centro urbano, con l'aggiunta di un servizio a richiesta con percorsi liberi tra fermate all'interno di un'area (scenario 4) per la parte che interessa le zone periferiche.

Una versione particolare di questo tipo di servizio può essere applicata al trasporto dal centro urbano ad aree periferiche: i passeggeri possono salire alle fermate fisse ed ottenere fermate a richiesta nell'area di destinazione. Al termine della parte fissa del servizio, la restante parte viene determinata completamente dalla domanda espressa dagli utenti.



Scenario DRT combinato - Percorso e orario fissi + servizio a domanda tra fermate e percorsi liberi all'interno di un'area

3.2.2 Modalità di prenotazione

Un altro elemento fondamentale dei servizi DRT è rappresentato dalle modalità di prenotazione del viaggio che il passeggero intende effettuare. A tale proposito, si possono distinguere tre fasi principali di questo processo, successive tra loro:

1. la formulazione di una richiesta di viaggio da parte dell'utente, caratterizzata da una particolare origine e destinazione (punto di fermata o indirizzo) e dai tempi di partenza e di arrivo desiderati;
2. la presentazione di una proposta di servizio all'utente da parte dell'operatore;
3. la conferma della prenotazione da parte dell'utente.

Le fasi 2 e 3 possono essere ulteriormente articolate. Inizialmente può essere presentata al passeggero una proposta di massima per il viaggio richiesto, nella quale gli orari del viaggio (partenza e arrivo) sono fissati all'interno di una finestra temporale. L'utente può, in questa fase, decidere di accettare o meno il servizio. In caso di accettazione, verranno successivamente notificati con maggior precisione gli orari di partenza e arrivo del viaggio prenotato².

In generale si possono quindi individuare cinque passi fondamentali nel processo di prenotazione del servizio da parte dell'utente, dalla formulazione della richiesta di viaggio all'effettiva partenza:

1. *Richiesta dell'utente*: l'utente trasmette una richiesta di viaggio all'operatore (direttamente o tramite le interfacce e i sistemi di supporto – v. cap. 6). La richiesta deve specificare le caratteristiche del viaggio desiderato, ad esempio:
 - il punto di fermata (o un indirizzo) di partenza,
 - il punto di fermata (o un indirizzo) di destinazione,
 - l'orario di partenza o di arrivo,
 - il numero dei posti richiesti,
 - eventuali richieste specifiche, nel caso di utenti particolari (ad esempio, accessibilità per carrozzella, nel caso di servizio DRT per utenti disabili).
2. *Notifica preliminare del viaggio*: l'operatore (o il sistema automatico di supporto) presenta una o più possibilità di servizio caratterizzate da una finestra temporale di variabilità degli orari di partenza e arrivo piuttosto ampia (ad es. 30').
3. *Notifica definitiva del viaggio*: l'utente viene informato più in dettaglio sugli orari di partenza e di arrivo, definiti, in questa fase, all'interno di una finestra di variabilità più stretta (ad es. 5').
4. *Conferma della prenotazione*: l'utente conferma all'operatore che utilizzerà il servizio sulla base della proposta di viaggio.
5. *Partenza effettiva del viaggio*.

² Che l'operatore avrà nel frattempo determinato sulla base delle altre richieste e della situazione del servizio pianificato.

Sulla base di questa struttura generale, possono essere realizzate differenti modalità di gestione del processo di prenotazione del servizio, in funzione del momento in cui ciascuna delle cinque fasi ha luogo. La figura 3.2 fornisce una visione schematica di tali possibilità.

Modalità A: viaggi senza prenotazione

In alcuni casi, gli utenti possono desiderare di salire a bordo dei mezzi che effettuano il servizio DRT facendone richiesta direttamente all'autista, senza una precedente prenotazione. In simili situazioni, è l'autista a decidere se prendere a bordo il passeggero, eventualmente verificandone la fattibilità rispetto al percorso pianificato tramite una richiesta agli operatori della centrale. Tutte le fasi della prenotazione avvengono quindi nello stesso momento.

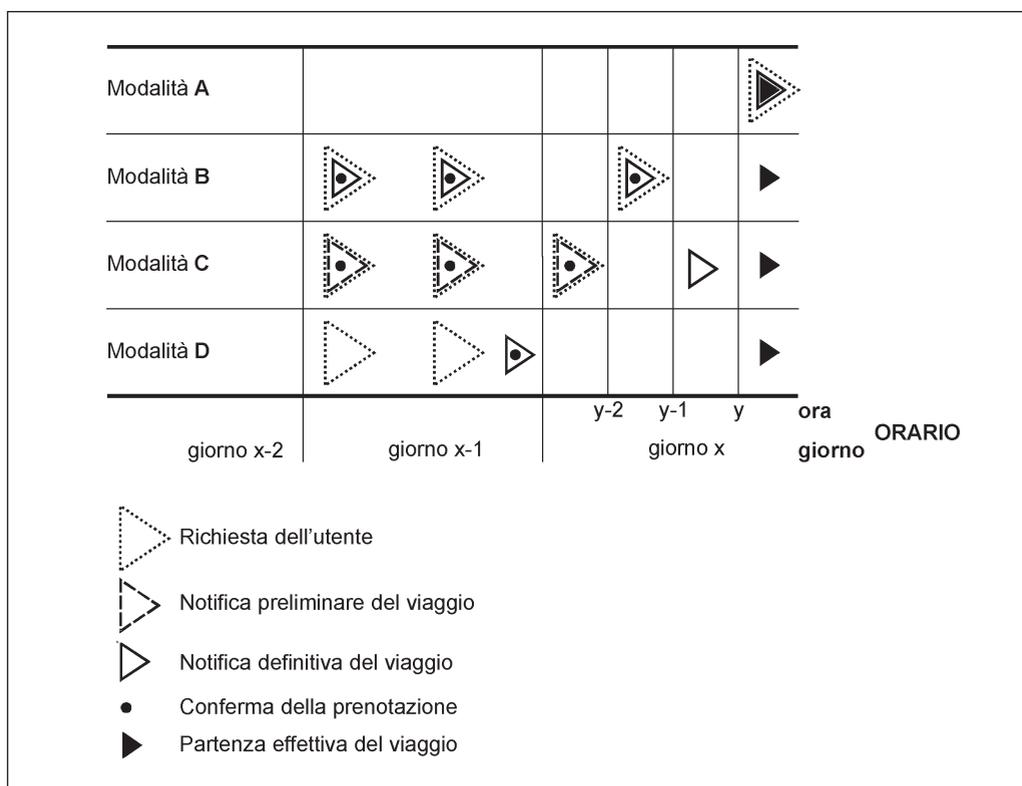


Figura 3.2 - Modalità di gestione del processo di prenotazione in funzione del tempo

Questa modalità di gestione della prenotazione non è generalmente gradita agli operatori, in quanto è in conflitto con il principio basilare della gestione di questo tipo di servizi: combinare le richieste di prenotazione nel modo migliore possibile pianifican-

do di conseguenza i percorsi. Tuttavia questa modalità è applicabile in presenza di particolari scenari di percorsi e orari quali ad es. quelli che ammettono alcuni punti di salita predefiniti e noti agli utenti, che possono presentarsi senza prenotazione ed accedere al servizio, richiedendo unicamente la destinazione. La parte rimanente del viaggio viene quindi pianificata tenendo conto delle prenotazioni effettuate a bordo.

Inoltre alcuni servizi DRT utilizzano appositi terminali, situati ai punti di fermata di partenza, sui quali gli utenti (ancora prima di salire a bordo) possono indicare solo il punto di fermata di destinazione. In tali casi è necessaria la presenza di sistemi tecnologici a supporto dei processi di prenotazione e pianificazione del viaggio molto efficienti, in grado cioè di fornire risposte immediate dalla centrale di pianificazione e consentire comunicazioni tempestive con i mezzi.

Modalità B: prenotazione immediata

In questa modalità l'utente formula una richiesta all'operatore, riceve una o più proposte dettagliate, decide e conferma, eventualmente, la prenotazione. Normalmente la prenotazione può essere effettuata fino a una o due ore prima dell'orario di partenza, consentendo all'operatore di pianificare il servizio nel modo più opportuno, ossia informando l'autista circa il percorso definito e i relativi orari, e lasciando al mezzo il tempo necessario a raggiungere la fermata di partenza dell'utente.

Grazie all'ausilio di sistemi automatizzati di supporto alla gestione del servizio DRT (v. cap. 6) il tempo limite per la prenotazione si riduce sempre di più fino a consentire, in pratica, una prenotazione pochi istanti prima della partenza programmata del mezzo.

Modalità C: ampia finestra temporale – notifica del viaggio

Questa modalità nelle prime fasi della prenotazione corrisponde allo scenario precedente ma, in risposta alla richiesta, l'utente riceve una prima proposta caratterizzata da un margine di variazione piuttosto ampio sull'orario di partenza e arrivo. Basandosi su questa informazione, l'utente può confermare, eventualmente, la prenotazione. Poco prima della partenza (ad es. mezz'ora) l'operatore comunica all'utente informazioni più precise circa gli orari effettivi di partenza e arrivo alle fermate richieste³, a quel punto disponibili grazie ad una più completa conoscenza della domanda di viaggio espressa dagli utenti. Questa flessibilità iniziale sugli orari di partenza e di arrivo dell'utente consente all'operatore margini più ampi per ottimizzare la pianificazione del viaggio (ottimizzazione dei percorsi e assegnazione dei mezzi ai viaggi).

Modalità D: acquisizione delle richieste – pianificazione del servizio

In questa modalità l'operatore acquisisce, in una prima fase, tutte le richieste degli utenti. Successivamente, sulla base delle richieste raccolte, viene pianificato il servizio

³ Ad esempio, tramite una telefonata effettuata dall'operatore o dall'utente stesso.

tenendo conto dei criteri di ottimizzazione adottati. Una volta completato il processo di pianificazione, l'utente viene informato in dettaglio circa il servizio possibile e può accettare o meno la proposta.

Una procedura di questo tipo viene spesso adottata per gestire le prenotazioni relative al giorno successivo o, su un orizzonte di pianificazione più lungo, alla settimana successiva. Nel caso di prenotazioni giornaliere la comunicazione con gli utenti per la conferma delle prenotazioni può avvenire la sera precedente o, nel caso di prenotazioni settimanali, il sabato precedente la settimana per la quale è stato richiesto e pianificato il servizio.

Modalità combinate

Le modalità descritte in precedenza possono essere, in certa misura, combinate fra loro dando luogo ad ulteriori schemi di prenotazione. Ad es. uno schema realisticamente applicabile può risultare dalla combinazione delle modalità D e B. In tale caso, viene costruito inizialmente il quadro complessivo del servizio (cioè di ogni viaggio), sulla base delle richieste acquisite il giorno precedente (scenario D), e successivamente, nel corso della giornata, possono essere aggiunte ulteriori prenotazioni, secondo lo schema della prenotazione diretta tra utente e operatore (scenario B).

3.2.3 Tipologie di rete

Le applicazioni ad oggi realizzate evidenziano come i sistemi DRT possano avere differenti ruoli nel quadro generale dell'offerta di trasporto. Benché sia difficoltoso fornire una classificazione strutturata ed esauriente da questo punto di vista, nel seguito viene fornita una possibile identificazione di alcuni ruoli specifici.

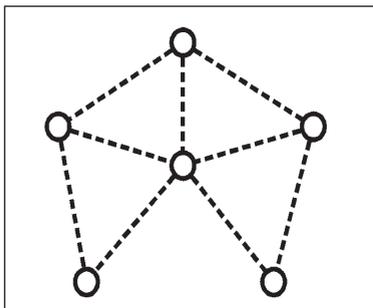
Tipologia 1: Servizi DRT autonomi

Nelle aree rurali, tipicamente a bassa densità di popolazione, dove un servizio flessibile a domanda può rappresentare la sola possibilità di accesso organizzata ai servizi pubblici e di mobilità, il servizio DRT può essere gestito senza alcuna relazione di spazio o di orari con gli altri servizi per la mobilità. I criteri ed i vincoli per l'organizzazione del servizio stesso possono essere vari, quali ad es. la dislocazione sul territorio e gli orari di apertura dei principali poli attrattori di utenza e dei servizi (servizi amministrativi, ospedali, centri commerciali ecc.).

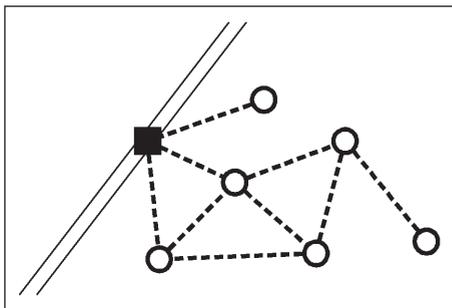
Tipologia 2: Servizi DRT di collegamento a linea fissa

All'estremo opposto si può considerare un servizio DRT che operi per la quasi totalità degli utenti come servizio di adduzione ad altri servizi di trasporto collettivo, di solito i servizi convenzionali a linee. Questi ultimi garantiscono la parte principale del viaggio, mentre il servizio DRT opera con funzione di servizio locale di raccordo.

In questo scenario l'area di esercizio è a volte piuttosto limitata e la fermata di interscambio coincide con il capolinea del servizio principale. L'obiettivo primario di un servizio DRT così organizzato è quello di evitare lunghe estensioni e deviazioni dal percorso principale del servizio a linea, che spesso coincide con una linea di forza tra due centri importanti.



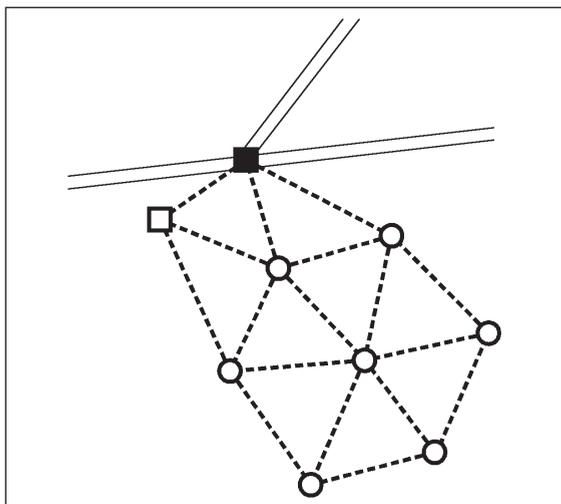
Tipologia 1 - Servizio DRT autonomo



Tipologia 2 - Servizio DRT di collegamento verso servizi a linea fissa

Tipologia 3: DRT multi-modale

Nella maggioranza dei casi i servizi DRT sono integrati con le altre modalità di trasporto per garantire agli abitanti di una certa area periferica l'accesso verso il centro cittadino. In tali casi, ad esempio, la stazione ferroviaria può costituire un punto di fermata principale del servizio, così come può esserlo il centro urbano, destinazione principale per motivi connessi ad acquisti, servizi, scuola, lavoro ecc.



Tipologia 3 - DRT multi-modale

3.2.4 Procedura di assegnazione dei mezzi

Una scelta importante nella definizione di un servizio DRT sono le modalità secondo le quali i mezzi adibiti al servizio vengono allocati ai viaggi. Anche per questo aspetto, è possibile definire differenti soluzioni.

Procedura 1: Assegnazione fissa

In questo caso il servizio DRT è organizzato per operare con un unico veicolo, interamente dedicato al servizio a domanda.

Un esempio classico di veicolo adatto per questo tipo di soluzione è costituito da un minibus dotato di 10-15 posti a sedere. Se il servizio è dedicato al trasporto di utenti disabili o anziani, dovranno essere anche previsti dispositivi e caratteristiche idonee ad accogliere carrozzelle (ad es. porte di salita e discesa più ampie, rampe d'accesso mobili o uno spazio a bordo appositamente riservato a una o due carrozzelle durante il viaggio ecc.).

In questi casi, essendo unico il veicolo dedicato al servizio DRT, la capienza del mezzo (numero di posti a sedere) e le caratteristiche dei dispositivi speciali ospitati a bordo sono elementi determinanti e vincolano il tipo di servizio fornito all'utenza. In generale questo presenterà una certa rigidità ed una scarsa adattabilità alla domanda in caso di elevati livelli di richiesta.

Qualora infatti venga raggiunta la massima capacità di carico (o la finestra temporale adottata non consenta ulteriori deviazioni al viaggio) gli eventuali altri passeggeri sono costretti a scegliere un viaggio precedente o uno successivo o, in ultima analisi, a ricorrere a soluzioni di trasporto differenti.

Procedura 2: Assegnazione estensibile

Se l'operatore desidera minimizzare il numero di passeggeri rifiutati, il servizio può essere organizzato utilizzando in partenza un solo veicolo ed ammettendo la possibilità di ricorrere ad un veicolo di riserva in situazioni di necessità.

In questo caso, per limitare il costo dovuto all'immobilizzazione di un veicolo tenuto a disposizione unicamente per far fronte ad eccessi sporadici di domanda, un'alternativa è rappresentata da uno schema di gestione in cui il veicolo aggiuntivo viene messo a disposizione da un operatore diverso. Un esempio può essere l'utilizzo di un taxi per il trasporto degli utenti che non si è in grado di servire con il sistema DRT principale. Un modello di gestione di questo tipo richiede evidentemente un accordo di collaborazione con l'operatore del servizio taxi, con il quale l'operatore DRT si assume l'onere della differenza di prezzo⁴.

⁴ Garantendo in tal modo agli utenti lo stesso prezzo della corsa indipendentemente dal fatto che questa venga effettuata con il mezzo DRT o il taxi.

Per poter fissare opportunamente i limiti di questo tipo di estensione del servizio base, è spesso indispensabile condurre indagini sulla domanda di trasporto e analisi statistiche sui dati di esercizio. Solo in questo modo sarà possibile individuare il bilanciamento ottimale tra il servizio DRT principale e le necessità di introduzione di ulteriori mezzi per fronteggiare i massimi carichi della domanda.

Procedura 3: Assegnazione dinamica

In generale, per garantire elevati livelli di soddisfacimento della domanda, l'operatore del servizio DRT dovrà ricorrere a schemi di gestione nei quali il servizio può contare su un certo numero di mezzi dedicati ed il numero effettivamente impegnato in un certo periodo varierà dinamicamente in funzione del livello della domanda. Generalmente fra queste risorse saranno presenti mezzi di tipo diverso (per capacità, caratteristiche di accessibilità, equipaggiamento speciale ecc.).

In casi particolari alcuni dei veicoli potranno essere utilizzati anche da altri operatori. In tal caso, i livelli di disponibilità e le procedure per porre in essere l'impiego dei mezzi nell'ambito del servizio DRT offerto da ciascun operatore saranno regolati da opportuni contratti.

Una possibile soluzione per realizzare questa modalità di assegnazione dinamica può essere la seguente. In una prima fase, l'operatore DRT raccoglie le richieste di viaggio dai propri clienti. A seconda del modello di prenotazione applicato (v. paragrafo 3.2.2) gli utenti riceveranno una risposta immediata o, nel caso di prenotazione in due fasi, una proposta preliminare di servizio che verrà successivamente dettagliata e notificata. In questa seconda fase, i mezzi vengono effettivamente allocati ai viaggi, tenendo presenti i criteri di ottimizzazione e le eventuali necessità specifiche delle richieste (ad es. i requisiti di accessibilità al mezzo per gli utenti disabili). In questa fase, i singoli viaggi vengono pianificati in dettaglio. Se si è seguito un modello di gestione della prenotazione in due passi, la notifica del viaggio all'utente viene effettuata solo dopo aver completato il processo di allocazione dei mezzi ai viaggi. Questa seconda modalità appare più appropriata per uno scenario di allocazione dinamica dei mezzi in quanto offre maggiori possibilità di ottimizzazione.

Aspetti operativi - In teoria la modalità appena descritta possiede un elevato potenziale di ottimizzazione del servizio DRT: le richieste degli utenti possono essere gestite nella maniera più efficiente utilizzando il mezzo più indicato per ciascuna richiesta ed i veicoli possono essere assegnati ai servizi che meglio si adattano alle loro caratteristiche.

Tuttavia, in pratica è spesso necessario trovare un opportuno equilibrio tra le necessità dell'utente (il veicolo giusto al momento giusto) e quelle dell'Azienda (un impiego ottimale dei mezzi ossia il massimo numero di passeggeri con il minimo numero di veicoli).

Questo comporta di fatto alcuni vincoli nella pianificazione dei viaggi in risposta alle richieste degli utenti. Accordi con altri operatori, come si è detto, possono aiutare ad aumentare la flessibilità del sistema complessivo.

3.3 Livelli di ottimizzazione del servizio DRT

L'obiettivo principale di ogni operatore del trasporto pubblico, o di ciascuna Autorità competente, dovrebbe essere il raggiungimento di un soddisfacente equilibrio tra domanda di trasporto esistente ed offerta dei servizi. Tale finalità è ancora più importante per i servizi DRT, poiché in questo caso il processo di ottimizzazione non termina (come nel caso del servizio convenzionale a linee fisse) con la definizione del servizio in fase di pianificazione.

In generale, si possono individuare quattro livelli di ottimizzazione.

3.3.1 Livello progettuale e strategico

Un'attività preliminare e fondamentale, per ciascun operatore o fornitore di servizi di trasporto pubblico, consiste nel valutare, stimolare e gestire i fattori principali che influenzano l'attivazione e l'organizzazione del servizio DRT nel quadro globale della propria offerta di trasporto. Solo così potrà pervenire ad una giusta scelta circa l'introduzione o meno del servizio in una specifica area.

Da questo punto di vista i fattori più importanti da valutare accuratamente nel contesto organizzativo, operativo e del servizio offerto, coinvolgono:

- la politica tariffaria che si intende adottare, in relazione alla politica generale applicata dall'operatore;
- la disponibilità del personale, che dovrà essere dedicato al servizio DRT, comprendendo in questo sia gli autisti che gli operatori della centrale di gestione delle prenotazioni e dei viaggi;
- l'introduzione delle tecnologie e delle infrastrutture necessarie alla pianificazione e alla gestione del servizio (v. cap. 6), avendo ben presente le caratteristiche di operatività necessarie in relazione al servizio DRT che si intende realizzare;
- le opportunità o necessità di integrazione funzionale e operativa del servizio DRT con gli altri servizi di trasporto offerti;
- i requisiti di collaborazione con altri soggetti e/o fornitori di servizi di trasporto.

Tutti questi aspetti verranno ripresi e discussi in maggior dettaglio nei cap. 9 e 11 del presente volume.

3.3.2 Definizione del modello di servizio DRT

Nei paragrafi precedenti sono state esaminate le differenti scelte che è necessario affrontare quando si intende progettare e introdurre un servizio DRT. La tabella 3.1 fornisce

un riassunto degli elementi progettuali principali e indica, a titolo di esempio, le scelte specifiche effettuate in un sistema reale per i seguenti modelli di servizio:

- *Modello di servizio 1*: nel quale il veicolo effettua possibili deviazioni rispetto al percorso principale (fisso), per poter eventualmente accettare richieste aggiuntive;
- *Modello di servizio 2*: fornisce agli utenti la possibilità di viaggio direttamente da casa ad una fermata delle linee di autobus regionali;
- *Modello di servizio 3*: servizio con fermate predefinite all'interno di un corridoio di trasporto.

| | | Modello di servizio | | |
|-----------|---|---------------------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1. | Scenari dei percorsi e degli orari | | | |
| | Scenario 1: Percorsi predefiniti ed orari parzialmente fissi | | | |
| | Scenario 2: Servizio programmato con deviazioni su percorsi predefiniti in un corridoio | • | | |
| | Scenario 3: Punti di fermata predefiniti all'interno di un corridoio | | | • |
| | Scenario 4: Punti di fermata predefiniti all'interno di un'area | | | |
| | Scenario 5: Punti origine/destinazione all'interno di un'area | | • | |
| 2. | Modalità di prenotazione | | | |
| | Modalità A: Viaggi senza prenotazione | | | |
| | Modalità B: Prenotazione immediata | • | | • |
| | Modalità C: Ampia finestra temporale – notifica del viaggio | | • | |
| | Modalità D: Acquisizione delle richieste – pianificazione del servizio | | | • |
| 3. | Tipologie di rete | | | |
| | Tipologia 1: Servizio DRT autonomo | | | • |
| | Tipologia 2: Servizio DRT di collegamento a linea fissa | | • | |
| | Tipologia 3: DRT multi-modale | • | | |
| 4. | Procedura di assegnazione dei mezzi | | | |
| | Procedura 1: Assegnazione fissa | • | | |
| | Procedura 1: Assegnazione estensibile | | | • |
| | Procedura 1: Assegnazione dinamica | | • | |
| 5. | Tecnologie di accesso al servizio per la prenotazione (v. capitolo 6) | | | |
| | Accesso 1: Operatore di centrale | • | • | • |
| | Accesso 2: Terminale di bordo | | | |
| | Accesso 3: Carta magnetica | | • | |
| | Accesso 4: Risponditore automatico | • | | • |
| | Accesso 5: Internet | • | | |

Tabella 3.1 - Checklist di un modello DRT

Modello di servizio 1

In questo modello di servizio gli utenti possono ottenere una risposta immediata alla loro richiesta direttamente dall'operatore della centrale DRT, o tramite un servizio di risposta automatica. Un'alternativa per prenotare il servizio è costituita dalla rete Internet. Il servizio DRT opera sia come servizio di collegamento con la stazione ferroviaria, che come servizio locale di trasporto (flessibile) per il centro urbano, sede di servizi amministrativi e commerciali. Il servizio viene svolto da un minibus, con una capacità dimensionata per una domanda relativamente limitata.

Modello di servizio 2

Gli utenti ottengono una risposta in due fasi alle loro richieste di prenotazione, con una notifica dettagliata del viaggio prenotato 30 minuti prima della partenza del mezzo dalla fermata principale. La prenotazione viene effettuata al telefono, tramite un colloquio diretto con l'operatore di centrale, oppure tramite una carta magnetica, introdotta in un apposito lettore posizionato nei pressi di fermate di particolare rilievo. A seconda del volume delle richieste, l'operatore utilizza differenti tipi di mezzi per operare il servizio.

Modello di servizio 3

Vengono raccolte le richieste del giorno precedente al servizio e queste costituiscono la base per la pianificazione dei percorsi e degli orari del servizio stesso. Durante il servizio giornaliero, altri clienti possono essere aggiunti alla lista delle prenotazioni ed il sistema di pianificazione provvede al relativo inserimento, fino a che ciò risulta possibile, all'interno del servizio programmato (che viene aggiornato di conseguenza). L'operatore costituisce l'interfaccia con l'utente che sottopone la prenotazione ed il sistema di pianificazione del servizio. Le chiamate telefoniche all'utente per la conferma dell'avvenuta prenotazione sono invece gestite in automatico. Il servizio opera come servizio flessibile autonomo, senza alcun collegamento con altri servizi. Se la capacità del veicolo appare insufficiente, il giorno prima l'operatore può decidere di aggiungere un altro veicolo.

Questi esempi dimostrano l'ampia variabilità delle opzioni progettuali nella definizione di un servizio DRT. Per poter fornire una risposta ottimale alla domanda di viaggio espressa dagli utenti, o agli obiettivi di mobilità che l'operatore si è prefissato, sono necessarie approfondite analisi della domanda, dell'area di operazione e degli obiettivi del servizio da realizzare allo scopo di effettuare le scelte ritenute più appropriate.

In questo processo, è necessario considerare simultaneamente differenti elementi quali:

- il numero dei veicoli che effettuano il servizio DRT,
- la capacità dei veicoli,

- la lunghezza dei veicoli,
- la disponibilità temporale dei veicoli,
- i turni degli autisti,
- il numero complessivo degli autisti,
- le caratteristiche della rete stradale sulla quale viene svolto il servizio,
- la presenza sul territorio di particolari poli attrattori (ad es. centri commerciali),
- la disposizione delle aree di parcheggio e stazionamento dei veicoli all'interno dell'area,
- la capacità delle aree di parcheggio,
- la velocità commerciale dei veicoli,
- le necessità specifiche degli utenti ecc.

Una combinazione delle differenti caratteristiche dell'area di esercizio del servizio DRT avrà in generale un impatto diretto sulle possibilità di ottimizzazione del servizio rispetto a differenti criteri. Come detto, l'operatore sarà in generale interessato ad ottimizzare l'impiego delle proprie risorse, tenendo presente i desideri e le richieste degli utenti. Si dovrà quindi ricercare il miglior compromesso tra l'utilizzo delle risorse e la qualità del servizio offerto.

Possibili criteri di ottimizzazione, in questa fase, sono la massimizzazione del numero di passeggeri trasportati, la minimizzazione dei veicoli utilizzati, la minimizzazione dei chilometri percorsi ecc.

Nella maggior parte dei casi, questa fase del processo è di responsabilità dei servizi di pianificazione dell'Azienda di trasporto. Le decisioni sono di solito basate su informazioni statistiche relative a servizi di trasporto già in esercizio, sia di tipo tradizionale che DRT, o sulla conoscenza generale della struttura degli spostamenti nell'area d'interesse.

3.3.3 Gestione delle richieste e fase di prenotazione

A seconda del modello di prenotazione adottato, le richieste degli utenti possono essere processate seguendo diversi criteri volti a definire il viaggio più idoneo rispetto alla condizione della domanda espressa. Un elemento cruciale di questo livello è decidere se l'ottimizzazione del servizio debba essere effettuata in linea o fuori linea rispetto alla richiesta dell'utente.

Un processo di ottimizzazione in linea offre il vantaggio di una risposta immediata e corretta all'utente che desidera effettuare la prenotazione, ma impone, tuttavia, alcune restrizioni al metodo di ottimizzazione che si traducono in una pianificazione meno efficiente dei viaggi. All'opposto, un'ottimizzazione effettuata solo dopo aver acquisito tutte le richieste di prenotazione offre una programmazione dei viaggi ottimale ed efficiente, ma richiede, per contro, la notifica agli utenti in tempo utile prima della partenza dei viaggi.

Questo problema si traduce in ogni caso in requisiti specifici sul sistema software di supporto alla gestione delle richieste. In primo luogo, nel caso di ottimizzazione in linea, la velocità del sistema di pianificazione deve essere ovviamente elevata, come pure la procedura di notifica dei viaggi nell'altro caso. Inoltre, si pongono condizioni aggiuntive sui limiti temporali fissati per la prenotazione rispetto al momento della partenza del mezzo e, di conseguenza, sulle prestazioni richieste al sistema di comunicazione dati con i mezzi.

Un limite temporale di un'ora prima della partenza, ad esempio, non richiede al sistema di comunicazione le stesse prestazioni che sarebbero necessarie, al contrario, se si ammettessero prenotazioni a viaggio in corso, tali cioè da comportare deviazioni dei viaggi in tempo reale.

In sintesi, le richieste degli utenti dovrebbero essere processate in modo tale da garantire:

- il massimo numero di passeggeri serviti;
- l'utilizzo del minor numero di veicoli;
- il minimo numero di chilometri percorsi;
- il minimo tempo di permanenza a bordo per gli utenti;
- la minima differenza totale tra i tempi (individuali) di partenza richiesti dagli utenti e i tempi di partenza pianificati;
- la minima differenza totale tra i tempi (individuali) di arrivo richiesti dagli utenti e i tempi di arrivo pianificati;
- la minima differenza totale tra i tempi (individuali) richiesti dagli utenti (partenza e arrivo) e i tempi pianificati.

Su queste basi, ciascun operatore sceglie una propria combinazione di criteri di ottimizzazione ed opera le relative scelte sui parametri corrispondenti in maniera da organizzare il servizio nel modo che meglio si adatta sia alle necessità dell'utenza che e alle proprie esigenze operative.

In questo senso di seguito sono riportati, a titolo di esempio, alcuni parametri di assegnazione e pianificazione utilizzati nella gestione del servizio DRT "PersonalBus™" sperimentato a Firenze nel corso dei progetti SAMPO e SAMPLUS:

- DRT: (Direct Ride Time) Durata del viaggio diretto

Il tempo di permanenza a bordo dell'utente in un viaggio dall'origine alla destinazione richieste, senza fermate intermedie e per il percorso più breve.

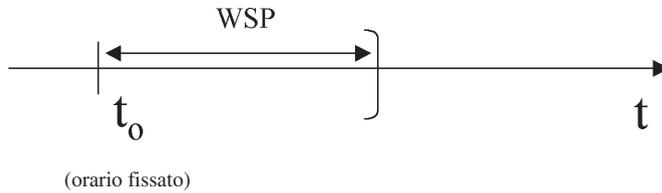
- MRT: (Maximum Ride Time) Massima durata del viaggio

La massima durata ammissibile di permanenza a bordo dell'utente in un singolo viaggio:

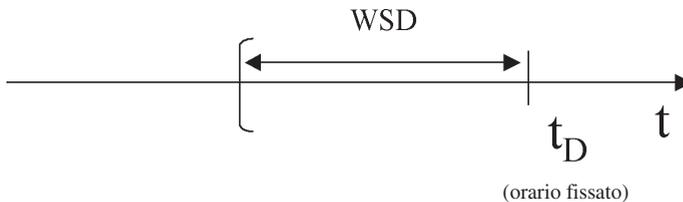
$$MRT = a + b \cdot DRT$$

dove a e b sono parametri da definire empiricamente.

- WSP: (Widest Shift at Pickup Time) Massimo ritardo alla partenza
Il massimo ritardo alla partenza ammissibile durante la pianificazione del servizio.



- WSD: (Widest Shift at Delivery Time) Massimo anticipo all'arrivo
Il massimo anticipo in arrivo alla fermata di destinazione ammesso durante la pianificazione del viaggio.



3.3.4 Gestione e tipologia dei viaggi

Nel caso in cui gli utenti ricevano una risposta immediata circa la prenotazione richiesta, i vincoli presi in considerazione durante il processo di prenotazione (che mirano, ad esempio, a soddisfare quante più domande possibile) non sono più validi, dal momento che la procedura di prenotazione è chiusa. In questa fase, è necessario prendere in considerazione i tempi di salita/discesa concordati con gli utenti già prenotati, in modo da completare il viaggio con il minor numero di veicoli, il minor numero di chilometri percorsi ecc., nel rispetto dei margini di flessibilità residui.

3.4 Conclusioni

Come descritto nelle sezioni precedenti, un sistema DRT può presentare caratteristiche differenti consentendo all'Azienda di trasporto di modulare l'offerta di servizio e rispondere in modo diverso alla domanda di mobilità espressa dalla propria utenza.

Studiare, progettare e realizzare un servizio DRT richiede scelte su differenti livelli, al fine di tener conto in modo adeguato di diversi fattori chiave:

- la tipologia e le caratteristiche della regione geografica entro la quale si intende introdurre il servizio DRT,
- gli obiettivi dell'operatore e del soggetto istituzionale che gestirà il servizio,

- le caratteristiche e le esigenze dei gruppi di utenza interessati al servizio,
- il tipo di domanda espressa dai differenti gruppi.

Un'analisi approfondita di tutti questi aspetti è necessaria per definire il servizio e selezionare le tecnologie ed i sistemi di supporto che ne consentiranno la pianificazione e la gestione.

Nei prossimi capitoli (in particolare nel cap. 8) verranno presentate e discusse in dettaglio alcune importanti realizzazioni di sistemi DRT effettuate in diverse realtà urbane e rurali europee, ponendo in evidenza come i concetti generali esposti in questo capitolo abbiano trovato pratica ed efficace applicazione in differenti realtà territoriali.

CAPITOLO QUARTO

Architetture di sistema

G. Ambrosino, M. Boero, D. Engels

Dall'analisi dei requisiti generali e delle caratteristiche del servizio DRT, introdotta nei capitoli 2 e 3, risulta evidente che la relativa realizzazione necessita di un'adeguata infrastruttura tecnologica, che renda possibile la gestione in modo automatico, o almeno assistito, delle principali operazioni di pianificazione e gestione del servizio: gestione delle richieste, pianificazione dei viaggi, monitoraggio ecc. Nel corso degli ultimi anni sono stati sviluppati diversi sistemi per supportare gli operatori del trasporto collettivo nell'organizzazione e gestione dei servizi DRT. I sistemi oggi esistenti presentano molte somiglianze, ma anche molte differenze, ad esempio per quanto riguarda il tipo di scenario DRT supportato, l'interfaccia dell'utente verso il sistema (ad es., le modalità di interazione per la prenotazione dei viaggi), i criteri di ottimizzazione del servizio ecc.

Questo capitolo intende fornire una visione generale ed una migliore comprensione di tali sistemi analizzandone in modo sistematico l'architettura. A tal fine, verranno richiamati i risultati dei progetti SAMPO e SAMPLUS, nei quali l'architettura dei sistemi sviluppati è stata descritta secondo le linee guida definite a livello europeo dal progetto CONVERGE, all'interno del programma di ricerca e sviluppo tecnologico Transport Telematics.

4.1 Architettura del sistema: importanza e definizione

La definizione completa e metodologicamente chiara dell'architettura di un sistema acquista grande importanza nel caso i sistemi realizzino l'integrazione di più sottosistemi, o addirittura ne siano il risultato. Nonostante le grandi difficoltà incontrate dai

progettisti nella realizzazione di sistemi integrati di buona qualità, è ancora presente un punto di vista semplicistico, secondo cui l'integrazione di sistemi riguarda soltanto la comunicazione e scambio dei dati. È necessario quindi chiedersi se esista un problema di fondo, metodologico appunto, alla base di queste complessità progettuali.

Tutti i sistemi vengono progettati per lavorare all'interno di un determinato ambiente. Riguardo a tale ambiente vengono solitamente fatte delle assunzioni delle quali il progettista tiene conto e, in qualche forma, include nella progettazione del sistema. Tali assunzioni contribuiscono dunque a definire l'architettura del sistema provvedendo alla sua forma e stile ed alle caratteristiche di funzionalità, dimensione, prestazione ecc. L'architettura fornisce la struttura intorno alla quale si svilupperà il sistema. Una volta che la struttura è stata definita, non importa se in forma implicita o esplicita, risulterà in ogni caso molto difficile e costoso modificarla.

Da quanto fin qui esposto, risulta evidente come una descrizione corretta, esplicita e completa dell'architettura di sistema sia fondamentale per la progettazione di un sistema in grado di funzionare secondo le aspettative del progettista e di rispondere alle necessità dell'utente. La figura 4.1, basata sulla metodologia messa punto dal progetto CONVERGE, mostra come la descrizione generale dell'architettura del sistema dovrebbe essere fatta sulla base di un'analisi dei requisiti dell'utente e come fondamento per un corretto sviluppo del sistema.

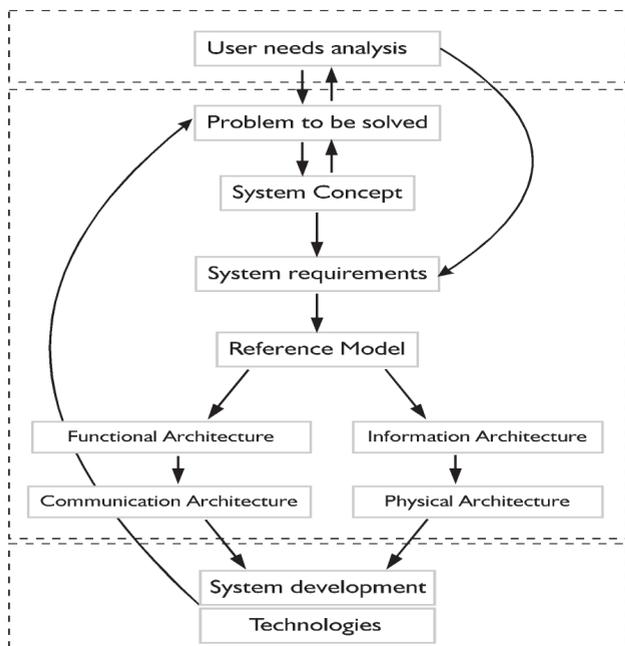


Figura 4.1
**Fasi del processo di
 progettazione del sistema**
 (da Progetto SAMPO,
 Deliverable D4)

D'altro canto, la descrizione dell'architettura fornisce una migliore comprensione del sistema – anche e soprattutto per chi non sia stato direttamente coinvolto nel processo di progettazione – al fine di valutare le funzionalità, la complessità ed i requisiti generali per l'utilizzatore al momento dell'operatività del sistema.

Seguendo la metodologia definita da CONVERGE, la descrizione dell'architettura del sistema si sviluppa lungo quattro direttrici principali che rappresentano altrettanti punti di vista, tra loro complementari, della struttura del sistema (figura 4.2):

- l'*Architettura funzionale*, che descrive le varie funzioni e sotto-funzioni del sistema e i flussi dei dati tra di esse;
- l'*Architettura informatica*, che definisce i modelli dei diversi insiemi di dati necessari per il funzionamento del sistema;
- l'*Architettura fisica*, che identifica le componenti, i dispositivi ed i sotto-sistemi fisici, che svolgeranno le funzioni definite nell'Architettura funzionale, ed i canali di comunicazione tra di essi;
- l'*Architettura di comunicazione*, che descrive le caratteristiche dei canali che sono stati identificati nell'Architettura fisica.

Nell'ambito dei progetti SAMPO e SAMPLUS, questa metodologia generale è stata utilizzata per analizzare, definire e documentare le diverse architetture dei sistemi DRT sviluppati e realizzati in alcune realtà europee pilota. L'obiettivo di fondo era identificare ed analizzare eventuali affinità e convergenze, per le soluzioni progettuali seguite nei diversi progetti pilota. Ciò si è dimostrato possibile per l'Architettura funzionale e l'Architettura informatica, per le quali sono stati individuati molti aspetti comuni nei vari siti ed è stata definita un'architettura di base comune ed una prima versione di un dizionario dei dati comune ai diversi sistemi realizzati. Al contrario, questo non è stato possibile quanto riguarda l'Architettura fisica e l'Architettura di comunicazione, data la dipendenza di queste dalle particolari scelte tecnologiche effettuate nei diversi siti.

Il seguito del presente capitolo fornisce una visione generale dei principali risultati di questo lavoro di sintesi.

4.2 Architettura funzionale

4.2.1 Contesto generale di un sistema DRT

In generale, nell'ambito di un moderno sistema di trasporto pubblico, il gestore del servizio ha a disposizione un'ampia gamma di sistemi tecnologici per supportare adeguatamente le fasi di pianificazione e realizzazione di servizi efficienti per i propri clienti. I sistemi specifici di supporto alla pianificazione e gestione dei servizi DRT si devono inoltre integrare con altri sistemi e servizi. Allo scopo di fornire una visione strutturata di

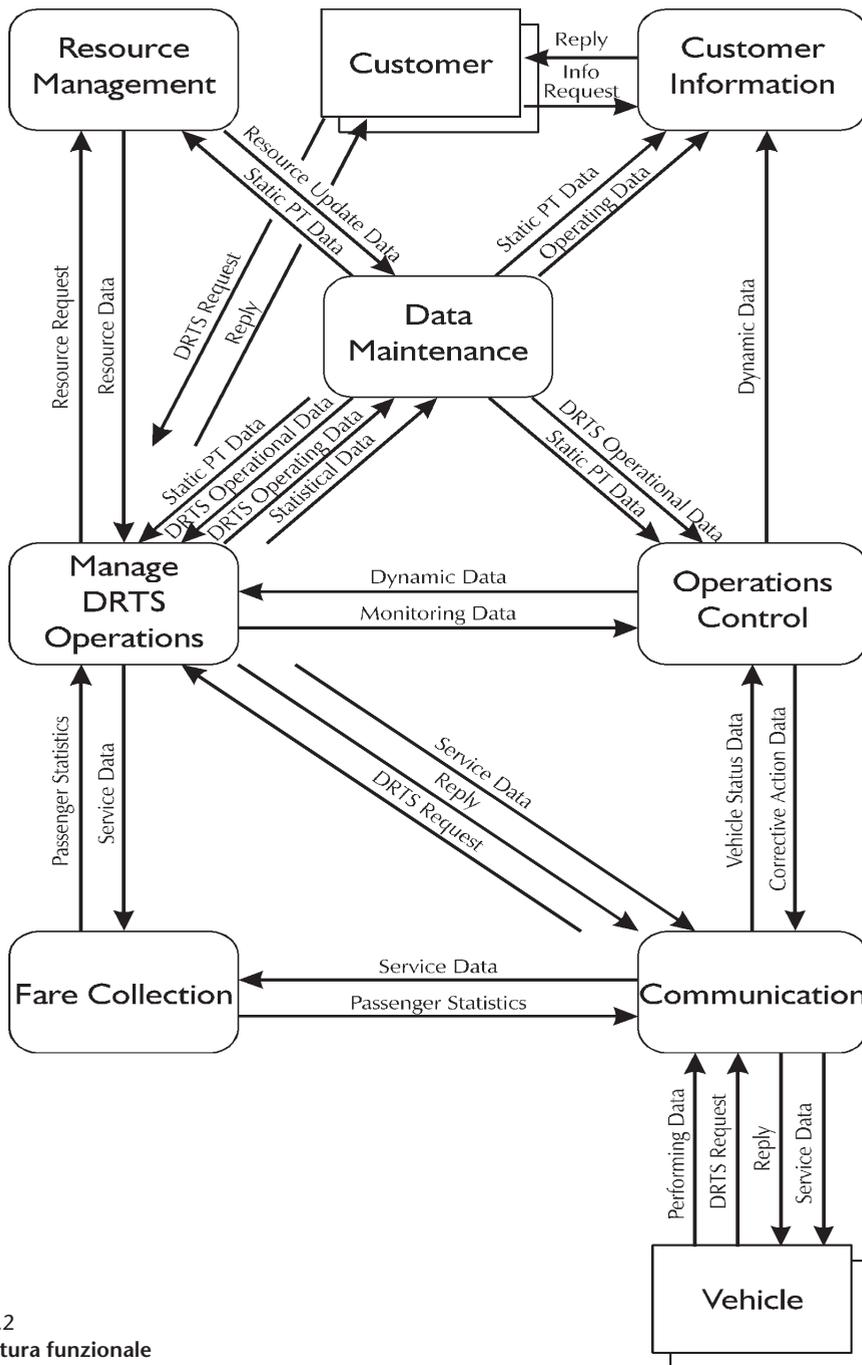


Figura 4.2
 Architettura funzionale
 generale di un sistema DRT
 (dal progetto SAMPO)

tali interazioni, le funzioni principali che interessano complessivamente il gestore del servizio DRT possono essere divise in sette aree, come mostrato nella tabella 4.1.

| |
|--|
| Gruppo 1: Gestione dei servizi DRT |
| Gruppo 2: Gestione delle risorse |
| Gruppo 3: Gestione delle operazioni |
| Gruppo 4: Informazione all'utenza |
| Gruppo 5: Gestione della comunicazione |
| Gruppo 6: Gestione dei dati |
| Gruppo 7: Tariffazione |

Tabella 4.1
Principali funzionalità
nella gestione di un
servizio DRT

In generale queste funzioni appaiono ben definite ed adeguate ad analizzare e illustrare le interazioni di un servizio DRT all'interno dell'ambiente generale che costituisce il sistema dei trasporti.

Le interazioni tra i principali gruppi di funzioni sono rappresentate nello schema mostrato in figura 4.2.

4.2.2 Gestione dei servizi DRT

Il presente paragrafo descrive l'espansione di primo livello del gruppo funzionale "Gestione dei servizi DRT". La figura 4.3 mostra le sotto-funzioni ed i flussi dei dati del blocco funzionale con gli altri blocchi funzionali del sistema.

Il blocco funzionale "Gestione del servizio DRT" comprende le seguenti cinque sotto-funzioni:

- *gestione delle richieste*: analizza la richiesta e la trasforma in dati gestibili relativi all'utente della richiesta (cliente, autista, terminal...), al suo stato (utente regolare, disabile, anziano...), allo scenario di servizio (servizio regolare, porta a porta...), ai punti e ai tempi di partenza e di arrivo del viaggio, alle eventuali connessioni con altri servizi, al tipo di operazione (prenotazione, modifica, cancellazione);
- *simulazione dell'effetto della richiesta*: prende in considerazione i dati della richiesta ed effettua la "simulazione" dell'effetto della richiesta sul servizio pianificato. Viene cioè simulato l'effetto delle prenotazioni nel quadro del servizio attuale pianificato, viene preparata la corrispondente modifica del percorso, valutato l'effetto sulle corse già pianificate all'interno del viaggio ecc. Il risultato di questa simulazione è la proposta

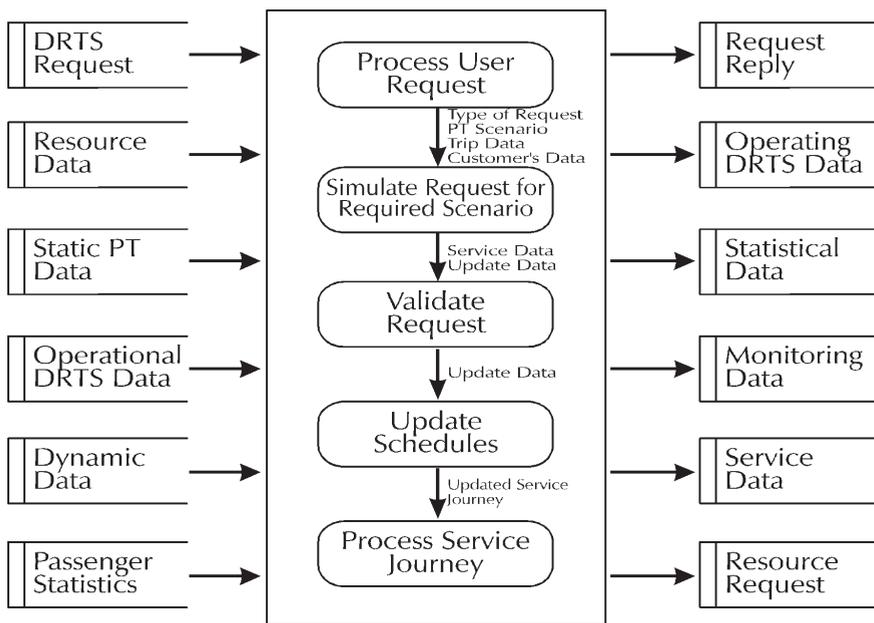


Figura 4.3 - Gestione dei servizi DRT (Deliverable D4, SAMPO Project, 1998)

di un servizio per l'utente, assieme ad una revisione del servizio complessivamente pianificato fino a quel momento;

- *convalida della richiesta*: comprende l'interazione tra l'operatore (o il sistema automatico di gestione della prenotazione) e l'utente che ha effettuato la richiesta. Questo passo (non sempre necessario e, a seconda delle scelte operative, non presente in alcuni sistemi) ha lo scopo di convalidare il risultato del processo di inserimento della nuova richiesta precedente;
- *aggiornamento del servizio schedulato*: esegue l'effettivo aggiornamento di tutti i dati riguardanti il servizio pianificato, ovvero prenotazioni, statistiche ecc.;
- *elabora il servizio giornaliero*: elabora tutti i dati del servizio giornaliero e li pianifica per metterli a disposizione per la gestione delle altre operazioni del servizio DRT.

Come si può notare, le cinque diverse sotto-funzioni rimangono ad un livello di definizione molto astratto, offrendo in tal modo al progettista del sistema la maggiore flessibilità e modularità possibile. Come in tutte le applicazioni informatiche, l'idea generale sottostante il processo di analisi funzionale dell'architettura e di definizione di ciascun blocco funzionale, qualsiasi sia il livello dell'analisi, è il seguente: i dati in ingresso vengono tradotti in un gruppo di dati essenziali, calcolati e trasformati in dati più utili per il processo che svolge la funzione.

In particolare a livello funzionale l'architettura dei sistemi a chiamata (DRT) si può sviluppare su tre macrofunzioni a loro volta scomponibili in specifiche funzionalità:

1. gestione delle richieste con lo scopo di gestire tutto il ciclo della raccolta e della elaborazione delle richieste di viaggio dell'utenza coinvolgendo:
 - gestione delle prenotazioni
 - identificazione del viaggio e formazione del servizio
 - presentazione del servizio identificato
 - gestione dell'accettazione o rifiuto del cliente
 - controllo delle operatività;
2. supporto al controllo e alla gestione dell'operatività del servizio DRT;
3. attivazione del servizio pianificato e gestione delle deviazioni dal programmato tramite la comunicazione diretta con il veicolo, coinvolgendo:
 - gestione del servizio pianificato
 - gestione della comunicazione con gli autisti
 - gestione dell'informazione con gli autisti sulla modifica o cancellazione di un viaggio
 - gestione del database centrale ed elaborazione delle statistiche
 - configurazione del servizio, gestione dei parametri di servizio
 - informazione all'utenza sul servizio, supporto alla gestione dell'informazione all'utenza sia durante che dopo la fase di prenotazione.

Partendo da queste funzionalità lo schema di gestione del servizio è organizzato su quattro differenti passi:

1. L'utente chiama il centro di prenotazione (Travel Dispatch Center-TDC). L'utente, chiamando direttamente il TDC, comunica l'origine e destinazione del viaggio, il tempo di partenza o di arrivo desiderati ecc.
2. Creazione o modifica del viaggio. Dopo l'identificazione dell'utente e acquisizione dei parametri di viaggio, l'operatore gestisce la pianificazione del servizio per creare un nuovo viaggio o modificare un viaggio esistente.
3. Contrattazione del servizio tra operatore e utente. L'operatore comunica la schedulazione del viaggio all'utente che può rifiutare o accettare.
4. Conferma aggiornamento e comunicazione del servizio all'autista. L'operatore sulla base dell'accettazione da parte dell'utente della proposta di viaggio aggiorna il database e comunica la variazione all'autista.

Questo livello funzionale si riferisce a grandi linee al sistema DRT "PersonalBus™" attivo su più di 10 realtà territoriali italiane (delle quali Campi Bisenzio, afferente all'area metropolitana di Firenze rappresenta uno dei primi Comuni europei nei quali il trasporto viene gestito totalmente da parte di ATAF, azienda di trasporto pubblico). "PersonalBus™" è un prodotto software realizzato e commercializzato da Softeco-Sismat di Genova che verrà descritto nei capitoli successivi.

4.3 Architettura dell'informazione

4.3.1 Modello concettuale dei dati

L'architettura dell'informazione viene determinata attraverso modelli concettuali dei dati definiti durante la fase di analisi e progettazione del sistema. La caratteristica principale che il modello dei dati deve soddisfare è la sua relativa stabilità durante tutte le successive evoluzioni del sistema, qualsiasi siano le nuove applicazioni, modifiche o estensioni che verranno introdotte in futuro.

I modelli concettuali dei dati descritti nelle successive sezioni identificano i concetti principali in un ambiente reale e descrivono le relazioni tra tali concetti.

I modelli consistono in diagrammi o schemi che descrivono entità (cioè oggetti relativamente ai quali sono conservate, con i propri attributi, le caratteristiche) e le relazioni tra le entità.

Nella figura 4.4 viene presentato, come esempio di modello dei dati utilizzato in un sistema DRT esistente, il sistema PERSONALBUS™, sviluppato ed applicato in Italia nel corso del progetto SAMPO.

Il modello concettuale dei dati supportato da PERSONALBUS™, basato in parte sul modello generale dei dati TRANSMODEL¹, è riportato in forma sintetica nella tabella 4.2. Nel seguito, se ne esaminano brevemente gli elementi principali.

Qualsiasi DRT opera in una determinata area dedicata al servizio. Per varie ragioni l'area del servizio del DRT può essere diversa nei diversi giorni o periodi dell'anno; per esempio, alcune parti dell'area (come fermate, "mapping point"², intersezioni, fermate, elementi del percorso ecc.) possono non essere accessibili al servizio in una certa data, oppure chi fornisce il servizio può voler estendere la rete servita a cominciare da una specifica data. Inoltre qualsiasi area DRT può avere un numero di versioni di rete associate, ciascuna delle quali identificata da un giorno del calendario che specifica la data di inizio del periodo di validità della rete in concessione all'operatore del servizio.

Una versione di rete influenza una serie di entità geografiche (ad esempio, mapping point, elementi del percorso ecc.) come anche i veicoli che operano all'interno del servizio DRT. Al fine di consentire la maggiore flessibilità nel caratterizzare la versione di rete per una data area DRT, possono essere definiti periodi diversi correlati a tipi di giorni diversi, aventi ciascuno possibilmente frequenze di tempo diverse.

¹ TRANSMODEL definisce un modello standard dei dati di riferimento per le principali funzioni di gestione dei processi di trasporto. Definito con la partecipazione di una serie di Aziende e soggetti Europei operanti nel trasporto pubblico, TRANSMODEL è oggi un pre-standard CEN-CENELEC.

² Mapping point è una definizione del modello TRANSMODEL e indica qualsiasi punto notevole appartenente alla rete di trasporto al quale sia significativo associare un tempo. Esempi di mapping point possono essere: fermate, capolinea, punti di sincronizzazione dell'orario di passaggio del mezzo ecc.

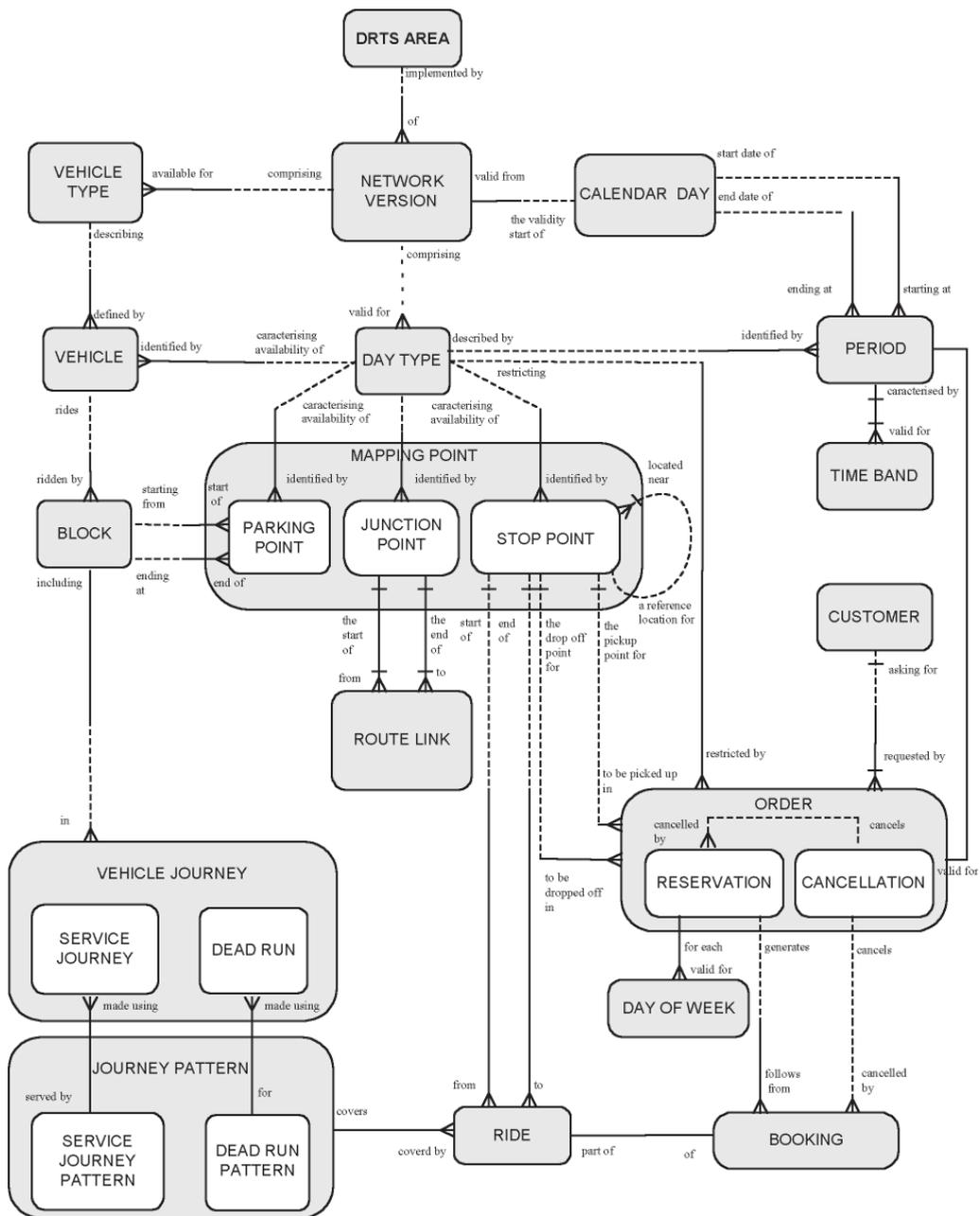


Figura 4.4
Livello principale nel modello dei dati del sistema DRT PERSONALBUS™
 (Progetto SAMPO)

In generale, il modello concettuale soggiacente alle funzionalità di gestione del sistema DRT può essere diviso nelle seguenti parti principali:

- la rete stradale nella quale operano i servizi dei DRT
- le risorse del sistema DRT (ad es. i veicoli)
- gli ordini dei clienti
- i percorsi.

4.3.2 Dizionario dei dati

Basandosi su un'analisi dei diversi sistemi sviluppati nei progetti SAMPO e SAMPLUS, è stato definito un dizionario generale dei dati per i servizi DRT. Il Dizionario dei Dati (Data Dictionary) definisce i termini alla base del modello concettuale dei dati introdotto nella sezione precedente. Esso descrive brevemente il significato degli elementi concettuali che vengono utilizzati negli schemi entità-relazione che definiscono il modello complessivo.

Come già accennato, il punto di partenza per la definizione del dizionario dei dati è costituito dalle entità definite nell'ambito modello europeo TRANSMODEL. In origine, questo modello non faceva riferimento ai servizi DRT, e sulla base dell'analisi condotta in SAMPO e SAMPLUS è stato successivamente arricchito con una serie di definizioni di interesse per questo tipo di servizi.

La tabella 4.2 mostra una sintesi dei dati che compongono il dizionario definito ed utilizzato nel corso dei progetti SAMPO e SAMPLUS (le corrispondenze, eventualmente parziali, con i dati definiti in TRANSMODEL sono evidenziate dal segno “-”).

4.4 Architettura fisica e di comunicazione

L'Architettura fisica fa riferimento alla struttura del sistema, associando le diverse funzioni garantite dal sistema (Architettura funzionale) ai diversi componenti e dispositivi fisici. La specifica dell'Architettura fisica deve rendere aperto il sistema per quanto riguarda la scelta dei componenti specifici che realizzano i singoli sottosistemi. L'architettura fisica descrive inoltre la struttura concettuale dell'ambiente hardware e software dei sotto-sistemi che compongono l'Ambiente di Trasporto Integrato (IRTE, Integrated Road Transport Environment), specificandone i blocchi costituenti principali. Tali blocchi rappresentano parti indipendenti e modulari del sistema, cioè possono essere modificati o estesi senza dover rivedere il sistema complessivo.

Situata anch'essa al livello fisico, l'Architettura di comunicazione fornisce una visione chiara e sistematica delle procedure di comunicazione tra le diverse applicazioni ed i diversi componenti del sistema. In particolare, è orientata alle problematiche relative al trasferimento fisico dei dati tra le differenti applicazioni, rappresentando i canali (fisici) di comunicazione e le loro caratteristiche principali.

| Elemento | Definizione | TRANSMODEL |
|---|--|------------|
| Arco di accesso <i>Access link</i> | La possibilità fisica per il PASSEGGERO di accesso/uscita dal sistema di trasporto pubblico. Può essere utilizzato durante un VIAGGIO per: - lo spostamento a piedi del passeggero da un PUNTO origine del VIAGGIO ad un PUNTO DI FERMATA (origine del VIAGGIO-TP) o - lo spostamento a piedi del passeggero da un PUNTO DI FERMATA (destinazione del VIAGGIO-TP) ad un PUNTO (destinazione del VIAGGIO) | – |
| Arco di corrispondenza <i>Connection link</i> | La possibilità fisica per il PASSEGGERO di effettuare il cambio da un VEICOLO ad un altro per continuare il VIAGGIO. Può essere un PUNTO DI FERMATA o un PERCORSO (usualmente a piedi) tra due PUNTI DI FERMATA | – |
| Arco stradale <i>Route link</i> | Un arco orientato tra due PUNTI DI INTERSEZIONE, tra i quali individua uno ed un solo PERCORSO | |
| Area DRT <i>DRT area</i> | Area di esercizio del servizio DRT | |
| Area di sosta <i>Parking point</i> | Un PUNTO nel quale i veicoli possono rimanere incustoditi per lunghi periodi di tempo. Il ritorno di un veicolo ad un'AREA DI SOSTA identifica la fine di un BLOCCO | – |
| Blocco <i>Block</i> | Il lavoro svolto da un VEICOLO dal momento in cui lascia l'AREA DI SOSTA dopo la sosta fino al suo successivo ritorno all'AREA DI SOSTA. Ogni successiva partenza dall'AREA DI SOSTA segna l'inizio di un nuovo BLOCCO | – |
| Cancellazione <i>Cancellation</i> | La RICHIESTA formulata dal CLIENTE relativa all'annullamento di una precedente PRENOTAZIONE o di una CORSA PRENOTATA | |
| Cliente <i>Customer</i> | Una persona che formula una RICHIESTA di servizio o usufruisce del servizio DRT | – |
| Coordinate della zona <i>Zone co-ordinate</i> | Le coordinate associate ad una ZONA e rappresentative della zona nel calcolo di qualsiasi PERCORSO | |
| Corsa <i>Ride</i> | La parte di VIAGGIO relativa allo spostamento di un passeggero su un solo VEICOLO, da un determinato PUNTO DI FERMATA ad un altro, in una specifica DATA e orario, secondo un determinato SCHEMA DEL VIAGGIO | – |
| Corsa a vuoto <i>Dead run</i> | Parte di VIAGGIO DEL VEICOLO non utilizzata per il servizio; la parte di VIAGGIO DEL VEICOLO compresa tra un'AREA DI SOSTA (all'esterno o all'interno dell'AREA DRT) e l'AREA DRT | |
| Corsa prenotata <i>Booking</i> | Una PRENOTAZIONE confermata, in relazione alla quale (a) nel sistema DRT è stata inserita una RICHIESTA e (b) è stato concordato tra il CLIENTE e l'operatore DRT un determinato servizio (CORSA) | |
| Data <i>Calendar day</i> | Una particolare giorno dell'anno nel quale ha luogo il servizio DRT | – |
| Distanza tra fermate <i>Distance between stops</i> | Distanza (in chilometri) tra due PUNTI DI FERMATA | |
| Fascia oraria <i>Time band</i> | Un periodo temporale durante la giornata, significativo per qualche particolare proprietà di interesse per il servizio; ad es., disponibilità di un VEICOLO, accessibilità di un ARCO STRADALE ecc. | |

Tabella 4.2 - Dizionario dei dati in un sistema DRT (segue)

| Elemento | Definizione | TRANSMODEL |
|---|---|------------|
| Fermata prenotata <i>Recorded stop</i> | L'arresto programmato del VEICOLO ad un PUNTO DI FERMATA durante il servizio per consentire la salita o la discesa di passeggeri | |
| Giorno della settimana <i>Day of week</i> | Un particolare giorno della settimana (da lunedì a domenica) | – |
| Linea regolare <i>Regular PT line</i> | Un gruppo di PERCORSI generalmente identificati e noti agli utenti tramite un numero o un identificativo | – |
| Luogo geografico <i>Place</i> | Un luogo geografico di qualsiasi tipo che può essere utilizzato per definire l'origine o la destinazione di un VIAGGIO. Un luogo geografico può avere dimensione 0 (PUNTO), 1 (ARCO STRADALE) o 2 (ZONA) | – |
| Matrice tempi di viaggio <i>Travel time matrix</i> | La matrice formata dai TEMPI DI VIAGGIO tra tutte le possibili coppie di PUNTI DI FERMATA | |
| Matrice delle distanze <i>Distance matrix</i> | Matrice Origine-Destinazione tra PUNTI DI FERMATA; esprime le distanze chilometriche del viaggio (minimo) tra qualsiasi coppia di PUNTI DI FERMATA | – |
| Operatore <i>Operator</i> | Il fornitore di servizi DRT | |
| Orario di fermata <i>Stop timetable</i> | La descrizione del primo istante di partenza e dell'ultimo istante di arrivo per un determinato PUNTO DI FERMATA | |
| Passeggero <i>Passenger</i> | Persona che utilizza un VEICOLO DRT per il proprio spostamento | |
| Percorso <i>Route</i> | Una lista ordinata di PUNTI GEOGRAFICI identificante un unico tragitto sulla rete stradale. Un PERCORSO può passare per lo stesso PUNTO GEOGRAFICO più di una volta | – |
| Periodo <i>Period</i> | Un intervallo continuo di tempo tra due DATE, utilizzato per definire periodi di validità | |
| Prenotazione <i>Reservation</i> | La RICHIESTA formulata da un CLIENTE per ottenere una CORSA tra due determinati PUNTI DI FERMATA, in una specifica DATA e ad un particolare orario | |
| Punto <i>Point</i> | La più piccola entità spaziale identificata nel sistema | – |
| Punto del percorso <i>Point on route</i> | Un PUNTO GEOGRAFICO utilizzato per definire un PERCORSO, con il suo ordine all'interno del percorso | – |
| Punto dello schema del viaggio <i>Point in journey pattern</i> | Un PUNTO DI FERMATA o un PUNTO DI TEMPORIZZAZIONE che occupa uno specifico ordine in uno SCHEMA DEL VIAGGIO | – |
| Punto di intersezione <i>Junction point</i> | Un PUNTO GEOGRAFICO posto all'inizio o al termine di un ARCO STRADALE (simile a INTERSEZIONE nel modello concettuale GDF) | |
| Punto di fermata <i>Stop point</i> | Un PUNTO in cui i PASSEGGERI possono salire e scendere dal VEICOLO | – |
| Punto di temporizzazione <i>Timing point</i> | Un PUNTO relativamente al quale può essere memorizzata una informazione utile alla definizione degli orari | – |

96 Tabella 4.2 - Dizionario dei dati in un sistema DRT (*segue*)

| Elemento | Definizione | TRANSMODEL |
|---|---|------------|
| Punto geografico <i>Mapping point</i> | Un PUNTO relativamente al quale si possono definire informazioni geografiche (ad es., le coordinate geografiche) | – |
| Richiesta <i>Order</i> | La richiesta formulata dal CLIENTE all'operatore del servizio DRT, relativa alla PRENOTAZIONE di una CORSA o alla CANCELLAZIONE di una precedente PRENOTAZIONE o di una CORSA PRENOTATA | |
| Salita / Discesa <i>Boarding / Alighting</i> | Rispettivamente, la salita e la discesa del PASSEGGERO dal VEICOLO DRT | |
| Schema del servizio <i>Service journey pattern</i> | Lo SCHEMA DEL VIAGGIO associato ad un SERVIZIO | – |
| Schema del viaggio <i>Journey pattern</i> | Una lista ordinata di PUNTI DI FERMATA e PUNTI DI TEMPORIZZAZIONE lungo un singolo PERCORSO che descrive la sequenza di passaggi eseguita dal VEICOLO DRT; uno SCHEMA DEL VIAGGIO può passare dallo stesso PUNTO più volte; il primo punto dello SCHEMA DEL VIAGGIO è l'origine, l'ultimo PUNTO la destinazione | – |
| Schema corsa a vuoto <i>Dead run pattern</i> | Lo SCHEMA DEL VIAGGIO utilizzato per una CORSA A VUOTO | – |
| Servizio <i>Service journey</i> | Il VIAGGIO DI UN VEICOLO con passeggero a bordo; la parte di VIAGGIO DI UN VEICOLO che riguarda lo svolgimento del servizio; lo schema di lavoro è definito dallo SCHEMA DEL SERVIZIO associato | |
| Stato del veicolo <i>Vehicle status</i> | Lo stato e la posizione (correnti) di un VEICOLO | |
| Storia dello stato di un veicolo <i>Vehicle status history</i> | L'insieme degli STATI DEL VEICOLO precedenti | |
| Tempo di viaggio <i>Travel time</i> | Il tempo (in minuti) necessario al VEICOLO per viaggiare tra una qualsiasi coppia di PUNTI DI FERMATA | |
| Tipo di giorno <i>Day type</i> | Un tipo di giorno caratterizzato da un particolare insieme di proprietà per quanto riguarda il servizio DRT (ad es., giorno feriale, fine settimana, fine settimana in periodo scolastico, ecc.) | – |
| Tipo di veicolo <i>Vehicle type</i> | Una classificazione di VEICOLI per il trasporto pubblico (ad es., autobus normale, minibus, ecc.) | – |
| Turno del veicolo <i>Vehicle shift</i> | Il periodo di lavoro (di attuazione di un servizio) di un VEICOLO | |
| Veicolo <i>Vehicle</i> | Un veicolo adibito al servizio DRT | |
| Veicolo DRT <i>DRT vehicle</i> | Veicolo per il trasporto pubblico utilizzato per il trasporto di PASSEGGERI all'interno dell'AREA DRT | |
| Versione di rete <i>Network version</i> | Insieme di dati relativi alla rete stradale dell'AREA DRT ai quali può essere assegnato uno stesso PERIODO di validità. È identificato dalla data di inizio del PERIODO. La data di termine è definita dall'inizio della successiva VERSIONE DI RETE. In una qualsiasi DATA, sarà valida una ed una sola VERSIONE DI RETE dell'AREA DRT | |

Tabella 4.2 - Dizionario dei dati in un sistema DRT (segue)

| Elemento | Definizione | TRANSMODEL |
|--|---|---------------------|
| Viaggio <i>Journey, trip</i> | Lo spostamento completo di un VEICOLO o di un PASSEGGERO da un PUNTO a un altro PUNTO | |
| Viaggio del passeggero <i>Passenger journey</i> | Un particolare VIAGGIO di un PASSEGGERO. Il viaggio può comprendere un VIAGGIO-TP (cioè un viaggio effettuato mediante Trasporto Pubblico) e gli spostamenti (usualmente a piedi) riguardanti gli eventuali ARCHI DI ACCESSO e ARCHI DI CORRISPONDENZA | – (parzialmente) |
| Viaggio del veicolo <i>Vehicle journey</i> | Un particolare VIAGGIO di un VEICOLO | |
| Viaggio-TP <i>PT trip</i> | Parte del VIAGGIO compresa tra la prima salita a bordo di un VEICOLO (per il trasporto pubblico) e l'ultima discesa da un VEICOLO (per il trasporto pubblico). Consiste usualmente in una o più CORSE e negli spostamenti necessari a coprire i relativi ARCHI DI CORRISPONDENZA | – |
| Zona <i>Zon</i> | Una porzione bi-dimensionale di spazio all'interno dell'AREA DRT contenente diversi PUNTI DI FERMATA | – |

Tabella 4.2 - Dizionario dei dati in un sistema DRT

Entrambe orientate ad una visione fisica del sistema, l'Architettura fisica e l'Architettura di comunicazione evidenziano molte analogie. Tuttavia, laddove l'Architettura fisica si concentra principalmente sulle applicazioni e le componenti del sistema necessarie ad ospitarle e supportarle, l'Architettura di comunicazione è dedicata all'analisi e alla definizione dei mezzi di comunicazione e trasmissione del sistema. Data la loro interdipendenza, entrambe le architetture vengono brevemente e congiuntamente discusse nel seguito di questo capitolo.

Come esempio di descrizione viene riportata in figura 4.5 l'Architettura fisica e di comunicazione implementata nel sistema belga RING™, anch'esso realizzato nell'ambito dei progetti SAMPO e SAMPLUS.

La descrizione del sistema RING viene affrontata nei successivi capitoli.

4.5 Aspetti di integrazione con altri sistemi per la mobilità

Rispetto ad un contesto urbano si può prevedere anche l'integrazione dei sistemi DRT con altri sistemi tecnologici (Intelligent Transport System, ITS) presenti sullo stesso territorio ed alcuni dei quali gestiti dagli stessi operatori del trasporto collettivo. In particolare i sistemi che sembrano essere maggiormente rilevanti rispetto alla modalità di funzionamento di una architettura DRT come quella delineata precedentemente sono i seguenti:

- Sistema informativo della compagnia di trasporto pubblico
- Monitoraggio automatico dei veicoli (Automated Vehicle Monitoring, AVM)
- Sistema di pagamento integrato (Integrate Payment System, IPS)

– Sistema di informazione all'utenza (Passenger Information Services, PIS).

Un'appropriata integrazione con il sistema informativo dell'Azienda di trasporto pubblico è un requisito essenziale per ottimizzare ed armonizzare l'utilizzo di alcune informazioni chiave dei servizi di trasporto di interesse anche per i servizi DRT (ad esempio la rete di trasporto, le risorse ecc.).

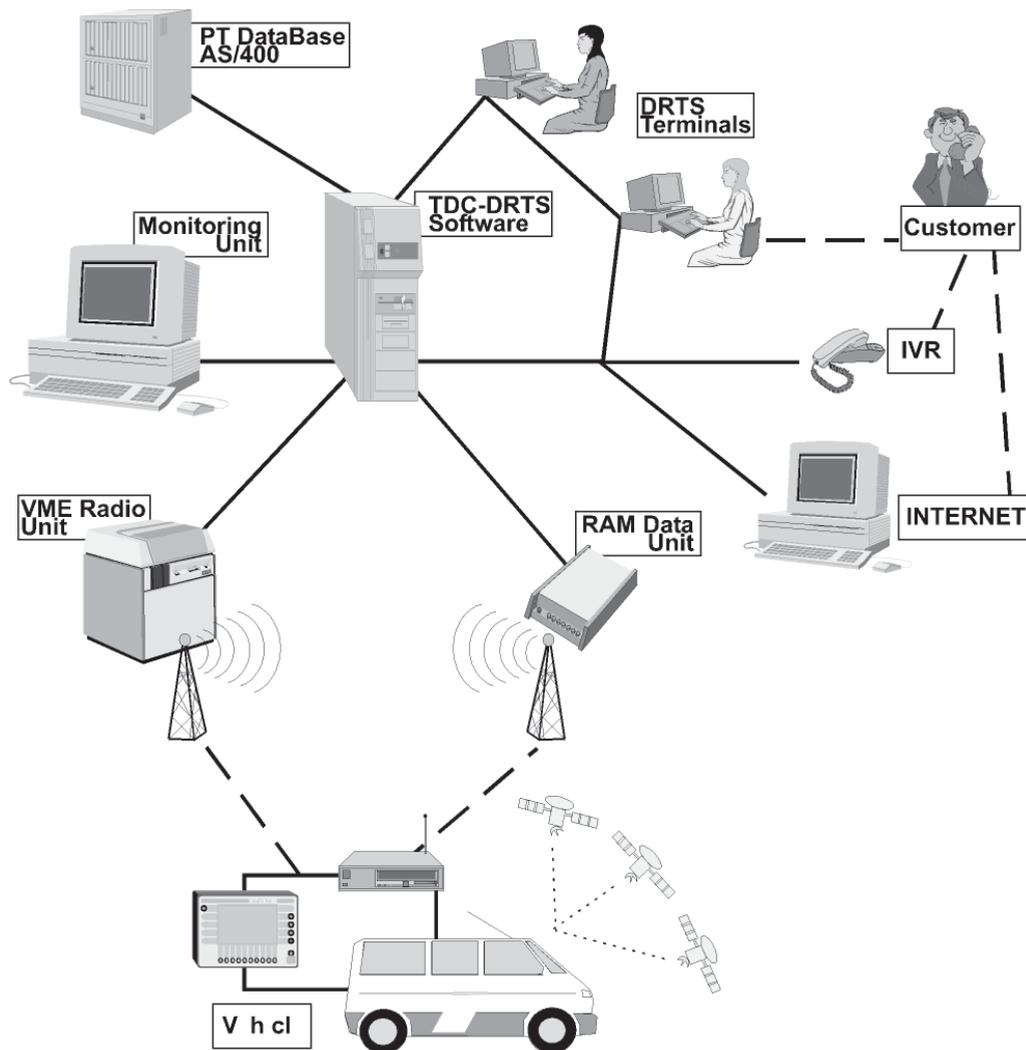


Figura 4.5
Architettura fisica del sistema DRT RING™
(De Ljin - Belgio, dal progetto SAMPO)

I sistemi AVM sono una componente essenziale di ogni architettura di gestione di sistemi di trasporto pubblico in ambito urbano. A seconda del tipo di servizio DRT che si vuole implementare, la funzione di localizzazione offerta dal sistema AVM può essere ad esempio utilizzata per implementare servizi a domanda in real-time.

I servizi di pagamento automatici sono utilizzabili anche sui mezzi che effettuano servizio DRT.

Infine l'integrazione con i sistemi di informazione all'utenza può essere utilizzata per lo scambio di informazioni nelle aree con funzione di interscambio per effettuare ad esempio le richieste di corse sui veicoli del servizio DRT alle fermate di interscambio e connessione tra servizio di linea e servizio flessibile.

La figura 4.6 fornisce una schematica visione della possibile integrazione tra sistemi DRT e contesto tecnologico urbano.

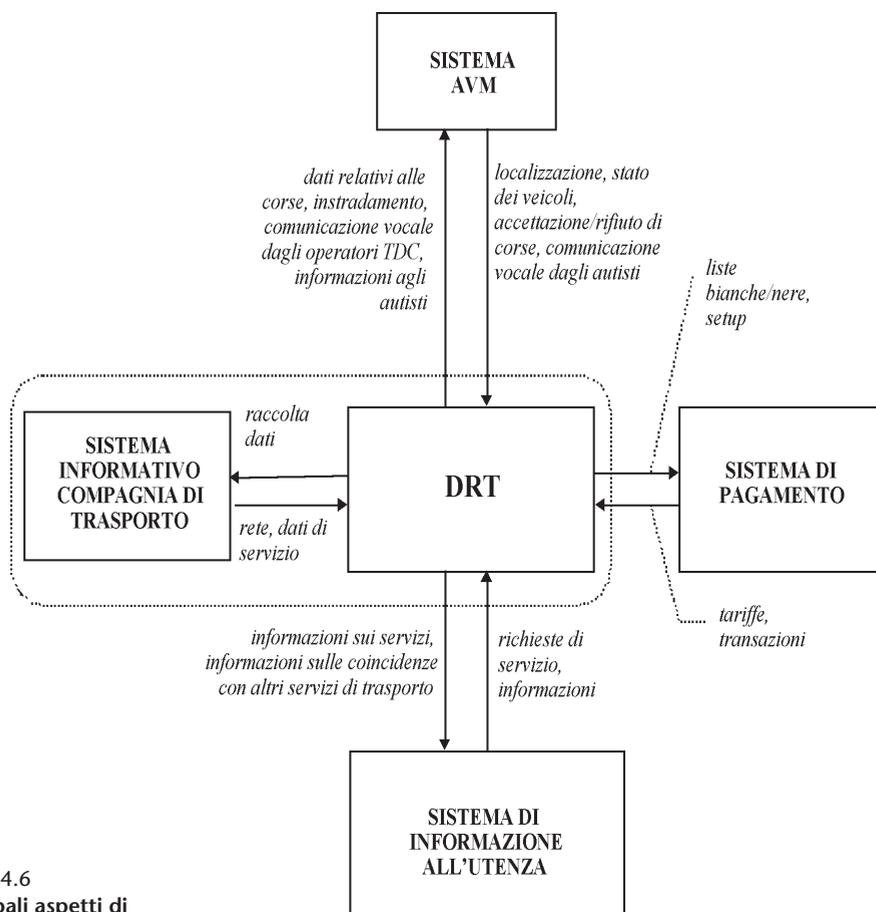


Figura 4.6
Principali aspetti di
integrazione per sistemi DRT

CAPITOLO QUINTO

Tecnologie per i sistemi DRT

A. Iacometti, L. Setti, J. Scholliers, M. Gorini

L'offerta di tecnologie per l'informazione e la comunicazione rende oggi disponibile un'ampia scelta di opzioni tecnologiche per la realizzazione dei vari moduli dei sistemi DRT: sistemi di localizzazione e di navigazione (GPS, dead reckoning...), rete Internet, reti radio di comunicazione (GPRS, UMTS, PRN ecc.), terminali di bordo, terminali portatili, moduli di prenotazione real-time, sistemi GIS ecc. Le scelte riguardanti l'adozione delle differenti soluzioni e prodotti dipendono da diversi fattori. Normalmente elementi decisionali fondamentali per garantire i requisiti dell'architettura del sistema DRT sono i costi, l'operatività che si intende ottenere, l'interazione con altri sistemi di trasporto e infrastrutture ITS esistenti.

La realizzazione dei sistemi DRT, nelle diverse esperienze europee, nel corso degli ultimi anni, ha evidenziato diverse scelte architettoniche e differenti soluzioni tecnologiche. Il presente capitolo intende fornire una sintesi delle principali tecnologie oggi disponibili per la realizzazione dei sistemi DRT e dei relativi standard più diffusi in questo settore.

Infine partendo dalle conclusioni dei progetti Europei SAMPO, SAMPLUS, SIPTS e INVETE, vengono discussi i principali "impatti" delle diverse tecnologie dal punto di vista degli utenti del servizio DRT e degli operatori della centrale operativa del sistema DRT.

5.1 Componenti architetturali di un sistema DRT

Le principali componenti architetturali di un sistema DRT possono essere riassunte in:

- Centrale Operativa di Gestione del Servizio DRT (Travel Dispatch Centre, TDC);
- dispositivi utilizzati dall'utenza per l'accesso al servizio;
- sistemi di bordo;
- rete di comunicazione.

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche principali di ciascun componente.

5.1.1 Centrale Operativa

La Centrale Operativa (Travel Dispatch Centre - TDC) gestisce le principali funzionalità del sistema DRT: acquisizione delle richieste, gestione delle prenotazioni, formazione dei viaggi, schedulazione delle corse, monitoraggio del servizio.

L'architettura della centrale presenta solitamente una configurazione di tipo client-server, che permette un approccio multi-utente, consentendo così a più operatori del TDC di gestire più zone da servire e prenotazioni da differenti utenti.

L'architettura comprende almeno le seguenti piattaforme hardware e software:

- Sistema di gestione e dispatching dei viaggi (Dispatcher Server); comprendente:
 - la gestione delle richieste degli utenti (prenotazione delle corse, modifiche, cancellazioni, accettazione/rifiuto dei servizi proposti);
 - la formazione dei viaggi (ricerca dei percorsi ottimi, assegnazione delle richieste ai mezzi, stima dei tempi di attesa alle fermate e dei tempi di viaggio, scheduling, pianificazione del servizio);
 - l'interfaccia utente per gli operatori del TDC, dotata di tools grafiche e di georeferenziazione dell'informazione (sistema GIS per la rappresentazione e l'accesso ai dati relativi alla rete del servizio, alle fermate, ai percorsi pianificati...), necessarie all'accesso e alla gestione di tutte le operazioni connesse alla pianificazione ed all'effettuazione del servizio DRT (figura 5.1a);
 - il database locale o interfaccia verso il server dati.
- Sistema per la gestione dei dati (Database Server), costituito da un database relazionale con finalità di:
 - memorizzazione dei dati relativi al servizio (database degli utenti, database delle richieste, database dei viaggi, database delle risorse);
 - gestione dei dati ed elaborazione di consuntivazioni e statistiche;
 - interfaccia con il sistema informativo aziendale per il recupero dei dati statici necessari alla pianificazione dei viaggi (orari degli altri servizi di trasporto pubblico, sistema di gestione dei turni dei mezzi e degli autisti...).
- Postazioni operatore costituite ciascuna almeno da:
 - monitor per l'interfaccia relativa alla gestione delle richieste e per il monitoraggio

- dei dati dinamici relativi ai mezzi mobili (posizione, stato);
- postazione radio per le comunicazioni foniche con i conducenti dei mezzi adibiti al servizio DRT;
- dispositivi di interfaccia per le comunicazioni con gli utenti.

5.1.1.1 Dispatcher Server

La piattaforma hardware per il Dispatcher Server è solitamente una workstation di elevate prestazioni. Nelle applicazioni DRT esistenti vengono utilizzate sia workstation PC Pentium di ultima generazione, con sistema Windows, che workstation HP, Sun ecc., con sistema operativo Unix.

La gestione dei dati territoriali (geografici) e di quelli relativi alla rete di esercizio del servizio DRT (fermate, itinerari ecc.) è uno degli aspetti rilevanti del Dispatcher Server (figura 5.1b). Una delle soluzioni più diffuse nelle attuali implementazioni è l'utilizzo di strumenti software GIS (Geographic Information Systems). L'integrazione con i sistemi GIS permette agli operatori di ottenere un supporto alla gestione delle richieste ed alla pianificazione dei viaggi attraverso una identificazione più accurata delle fermate di partenza ed arrivo degli utenti su larghe aree ed una rappresentazione più intuitiva dei dati di viaggio. L'utilizzo di mappe georeferenziate consente inoltre di monitorare l'andamento del servizio e di ottenere dati di pianificazione e/o consuntivo di interesse per la gestione del servizio (ad es., i chilometri percorsi). Il formato dei dati per la rappresentazione del territorio servito può essere vario; ad es., mappe raster, mappe digitali in formato GDF ecc.

Le altre informazioni rilevanti per la gestione delle richieste, la pianificazione dei viaggi e le attività di scheduling, come le informazioni riguardanti l'utenza, viaggi e

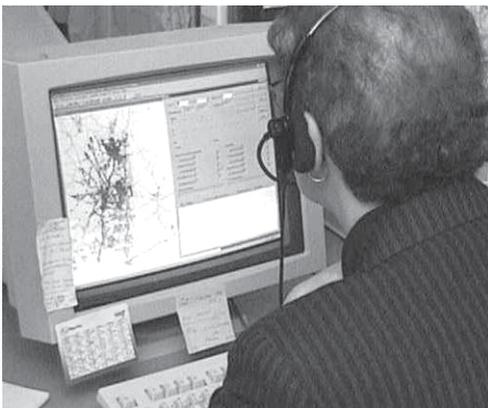


Figura 5.1a
Dispatcher Server - sistema
MobiRouter™ (Finlandia)



Figura 5.1b
Interfaccia operatore del Dispatcher
Server – sistema PersonalBus™ (Italia)

servizio sono ottenute dal Dispatcher Server accedendo al Database Server attraverso interfacce standard, quali interfacce ODBC.

5.1.1.2 Database Server

Il Database Server gestisce tutte le informazioni necessarie al funzionamento del sistema DRT, cioè i dati riguardanti i passeggeri, i servizi ed in generale le risorse di sistema (veicoli, autisti, depositi ecc.). Gestisce e mantiene nel tempo i dati storici ed esegue il controllo degli accessi a tutte le informazioni. È solitamente realizzato adottando i più diffusi sistemi per la gestione di Database Relazionali reperibili sul mercato, come ad esempio Oracle, Informix, SqlServer ecc. Per ciò che riguarda l'hardware, oltre agli usuali requisiti tecnici quali velocità del disco e capacità di memoria, è spesso necessario utilizzare macchine fault tolerant (ad esempio adottando tecnologia RAID).

5.1.1.3 Interfaccia verso l'utenza

L'utenza interagisce con il TDC per effettuare prenotazioni, cancellazioni, interrogazioni ed ottenere informazioni circa i servizi richiesti e/o disponibili. In generale, l'interazione con il TDC può avvenire nei seguenti modi:

- in *modo manuale* interagendo, tramite telefono, con l'operatore del TDC e/o
- in *maniera automatica*, cioè senza l'intervento di un operatore del TDC.

I dispositivi utilizzabili per fornire agli utenti del servizio DRT un accesso automatico alla prenotazione e/o all'informazione sul servizio vengono descritte nel seguito.

Server telefonici - I server telefonici vengono utilizzati per automatizzare l'accettazione delle richieste, a supporto della prenotazione automatica dei viaggi, per trasmettere all'utenza informazioni circa i servizi prenotati, ad es. la conferma di una prenotazione, l'orario di prelievo del passeggero all'origine del viaggio, la modifica ad un servizio prenotato in precedenza ecc. Può essere realizzato in forma vocale (con frasi sintetiche) o tramite messaggi precodificati (GSM/SMS).

Risponditori automatici - I risponditori automatici (IVRS, Interactive Voice Response System) rappresentano un'alternativa ai server telefonici per implementare la prenotazione o la gestione di richieste di informazioni sul servizio (orari, viaggi prenotati, variazioni ecc.). Possono essere realizzati con dispositivi proprietari o attraverso schede per la sintesi vocale installate su server telefonici. I risponditori automatici guidano l'utente (con una voce sintetica) all'effettuazione della prenotazione, sottopongono le possibili offerte di servizio, danno conferma della prenotazione, ripetendo i dati del servizio accettato dal cliente.

Web server - Un web server può essere utilizzato sia per fornire informazioni sul servizio, che come supporto all'utenza nel processo di prenotazione e per la notifica del viaggio.

L'applicazione web deve essere funzionalmente integrata con i server del sistema DRT (Dispatcher Server e Database Server), per poter effettuare la prenotazione vera e propria. In questi casi, la rete aziendale deve essere opportunamente protetta dagli accessi esterni adottando firewall di protezione.

5.1.2 Dispositivi di accesso al servizio (dispositivi-utente)

L'interazione diretta tra gli utenti e gli operatori del TDC può essere realizzata mediante differenti dispositivi, contraddistinti da un diverso grado di complessità e sofisticazione.

Rete telefonica pubblica - La rete di telefonia pubblica rappresenta il mezzo utilizzato più frequentemente per accedere al servizio, date le sue caratteristiche di facilità d'uso, affidabilità ed economicità. Può essere utilizzata sia nel caso in cui l'interfaccia verso l'utenza preveda un operatore nel TDC, sia nel caso in cui tale interfaccia funzioni in modo automatico.

Nel caso di accesso automatico, l'utente viene guidato nel processo di prenotazione del viaggio; ad esempio digitando il codice dell'utente, il giorno e l'ora di partenza desiderati, la fermata di partenza e di arrivo, il numero dei viaggiatori ecc. Alla fine del procedimento, possono essere proposte all'utente diverse opzioni di servizio (ad es., differenti ore di possibili partenze) e, una volta che l'utente ha deciso quale opzione sia preferibile, il risponditore conferma la prenotazione ripetendo i dati inseriti. Tramite telefono è anche possibile informare automaticamente l'utenza sull'orario di partenza programmato o su eventuali variazioni del servizio.

In entrambi i casi, accesso automatico o accesso tramite operatore, le Aziende di trasporto mettono solitamente a disposizione dell'utenza un "numero verde" consentendo in tal modo un accesso gratuito alla prenotazione del servizio stesso.

GSM/SMS - La tecnologia GSM rappresenta un'altra possibilità di interazione tra gli utenti del servizio DRT e TDC, consentendo lo scambio di messaggi precodificati tra l'utenza e la Centrale Operativa con l'opzione dei messaggi brevi (SMS). I messaggi SMS sono stati efficacemente utilizzati in alcune esperienze DRT in atto per confermare all'utente la prenotazione ed i dati di prenotazione. Lo stesso sistema è potenzialmente utilizzabile per inviare al TDC richieste di servizio.

Internet - L'automazione del servizio è stata realizzata utilizzando anche la rete Internet. Attraverso un normale browser l'utenza del DRT può accedere a server web installati nel TDC che, integrati al software di gestione del sistema DRT, permettono di effettuare automaticamente prenotazioni, cancellazioni di prenotazioni e notifiche degli orari di partenza. L'utente viene guidato, passo dopo passo, nel processo di prenotazione utilizzando un'interfaccia web standard (figura 5.2a).

Lettori di carte magnetiche - I lettori di carte magnetiche, rilasciate dal gestore del sistema DRT, sono utilizzabili per la prenotazione dei viaggi di ritorno, a partire dalle fermate principali, come ospedali o centri commerciali. Vengono collegati al TDC attraverso regolari linee telefoniche. L'utente utilizza la tastiera collocata sul lettore per la prenotazione del viaggio di ritorno con il primo mezzo disponibile, da effettuarsi comunque con un certo anticipo rispetto alla partenza del mezzo. La conferma alla prenotazione avviene mediante la stampa della ricevuta.

Un'applicazione dell'utilizzazione dei lettori di carte magnetiche è il sistema DRT realizzato nella città di Gothenburg, nell'ambito del progetto europeo SAMPLUS (figura 5.2b).

5.1.3 Sistemi di bordo

I sistemi di bordo DRT sono costituiti da dispositivi atti a garantire le seguenti funzionalità principali:

- comunicazione fonia/dati bidirezionale con il TDC
- gestione del caricamento a bordo dei dati topologici della rete di riferimento DRT e del servizio pianificato
- acquisizione e presentazione dei dati aggiornati del servizio (inserimento di una nuova corsa nel viaggio in corso, annullamento di un corsa da parte della centrale...)
- localizzazione del veicolo
- monitoraggio dello stato di anticipo/ritardo rispetto alla tabella di marcia programmata



Figura 5.2a
Interfaccia web per l'accesso all'informazione sul servizio DRT
 (sistema PersonalBus™, Firenze – Italia)



Figura 5.2b
Utilizzo della carta magnetica per la prenotazione del viaggio di ritorno
 (Gothenburg – Svezia)

- gestione di una nuova richiesta da un utente a terra
- invio/ricezione messaggi precodificati/comandi alla/dalla centrale.

Per garantire tali funzionalità, i sistemi a di bordo sono costituiti dai seguenti componenti principali:

- terminale di bordo (In-Vehicle Terminal, IVT)
- sistema di localizzazione
- sistema di comunicazione
- dispositivi per la tariffazione
- rete di comunicazione a bordo del veicolo.

5.1.3.1 Terminale di bordo

Il terminale di bordo (In-Vehicle Terminal, IVT) costituisce l'interfaccia tra il conducente e il sistema DRT, gestisce l'aggiornamento e presentazione dei dati relativi ai viaggi (percorso, fermate, passeggeri in salita/discesa, orari, variazioni ecc.), gestisce i messaggi scambiati con il TDC, integra le informazioni provenienti dagli altri sottosistemi installati a bordo del veicolo (sistema di localizzazione, tariffazione ecc.). In



Figura 5.3 - Display del terminale di bordo IVT sviluppato nel progetto europeo INVETE

funzione delle caratteristiche del servizio DRT, l'IVT può presentare un'interfaccia utente più o meno complessa (ad es., presentazione grafica del viaggio) e consentire un'interazione e un'operatività più o meno sofisticata. In alcuni casi, consente di effettuare a bordo alcune operazioni di gestione del servizio, come la richiesta diretta al conducente, da parte di passeggeri non prenotati a terra (ad una fermata, ad un'area di sosta...). Inoltre gestisce la visualizzazione a bordo dell'informazione ai passeggeri a bordo (ad es., annuncio della prossima fermata). Ad oggi, sono disponibili sul mercato relativamente pochi terminali specificatamente disegnati per i servizi DRT, mentre i diversi terminali per sistemi AVL esistenti risultano intrinsecamente inadatti al tipo di operatività e di scambio di informazione tra veicolo e centrale operativa che è proprio dei servizi DRT. Al termine di questo paragrafo, verranno descritti due esempi di terminali di bordo per servizi a chiamata realizzati e in via di sperimentazione nei progetti europei INVETE e SIPTS.

5.1.3.2 *Sistema di localizzazione*

Per garantire il monitoraggio e la posizione dei mezzi durante il servizio, in maniera automatica e continuativa, i sistemi di bordo sono dotati di sistemi di localizzazione autonoma di bordo che consentono di calcolare la posizione mediante:

- i dati provenienti dal sistema GPS;
- la navigazione stimata (dead reckoning), utilizzando le misure di un sensore di distanza (odometro) e di direzione (girometro);
- la procedura di map-matching, con il confronto tra i dati rilevati ed i dati topologici della rete di riferimento ed i dati del servizio (viaggio in corso);
- il riconoscimento delle fermate, tramite l'interfacciamento con i sensori di apertura/chiusura porte e la rilevazione di stato "fermo" dell'odometro.

Nel caso che un sistema di bordo non sia dotato del sistema di localizzazione, deve comunque essere preferibilmente prevista una procedura operativa manuale per l'individuazione dei punti di carico/scarico dei clienti; per esempio, mediante la selezione, da parte del conducente, della fermata di carico/scarico clienti e l'invio relativo alla centrale operativa. In tale caso il monitoraggio dello stato del mezzo rispetto alla tabella di marcia può essere effettuato solamente alle fermate, mentre non può essere effettuato nei tratti tra fermata e fermata.

5.1.3.3 *Dispositivi tariffari*

I dispositivi tariffari di bordo sono sistemi utilizzati per il pagamento del servizio da parte dell'utenza al momento della salita a bordo del veicolo. Possono fornire, oltre alla raccolta dei dati tariffari, a seconda della tipologia di servizio e della fedeltà della clientela, la validazione dell'utenza ed il conteggio dei passeggeri. Le smart card multifunzione possono inoltre essere utilizzate per l'integrazione del sistema DRT con altri

sistemi di trasporto e per l'applicazione della tariffazione a zone. In tal caso, è necessaria la realizzazione di un modulo che controlla l'impostazione delle tariffe sul dispositivo tariffario in funzione della posizione del veicolo, acquisita tramite il sistema di localizzazione.

5.1.3.4 Rete di bordo

I sistemi di bordo devono essere dotati di una rete di comunicazione di bordo che consenta il trasferimento dei dati tra i differenti dispositivi installati. Una soluzione, che consente di ridurre i cablaggi sul veicolo, convogliando i segnali su un unico cavo, è l'installazione di un bus seriale. A tal fine sono state formulate diverse proposte di bus standardizzati, come ad esempio VAN, SAE J1850 e CAN. Le diverse soluzioni portano a diversi tipi di rete di bordo, classificabili secondo differenti velocità di trasmissione. Gli organismi di standardizzazione internazionali come CEN, in particolare con il Working Group 3 del TC 278, si stanno attualmente occupando della standardizzazione delle specifiche di alcune reti di bordo, tra cui WorldFIP e CANopen.

5.1.4 Rete di comunicazione long-range

La rete di comunicazione long-range permette:

- le comunicazioni bidirezionali foniche tra gli operatori della centrale TDC ed i conducenti del servizio DRT.
- lo scambio dati dei messaggi precodificati tra la centrale TDC ed i mezzi
- lo scambio dati in automatico delle informazioni tra TDC e veicolo (ad es., la descrizione del prossimo viaggio, la posizione del veicolo, lo stato del veicolo ...).

Le tipologie di chiamata utilizzate possono essere le seguenti:

- chiamata fonia/dati individuale da centrale e mezzo e viceversa
- chiamata fonia/dati di gruppo dalla centrale TDC ai mezzi DRT operanti in una certa zona
- chiamata fonia/dati di parco a tutti i mezzi DRT.

Per garantire tali funzionalità i sistemi più frequentemente utilizzati sono:

- le reti radio private PRN
- la rete cellulare GSM.

Le reti PRN operano nella gamma di frequenze UHF o VHF (400-900 MHz), utilizzano bande strette e richiedono normalmente la concessione di una licenza per l'utilizzo delle relative frequenze. Generalmente, la scelta di utilizzare una rete radio privata per il sistema DRT è determinata soprattutto dal fatto di essere direttamente gestita dall'Azienda di trasporto. D'altro canto lo svantaggio risiede nei costi di investimento e manutenzione piuttosto elevati.

La rete GSM consente la trasmissione di dati sia sotto forma di messaggi brevi (SMS, Short Message System) sia come Data Call. Le tecniche di trasmissione dati su rete GSM operano alla velocità convenzionale di 9600 b/s. Un terminale GSM (telefono, scheda) può contenere un modem ovvero può richiedere la connessione ad un computer (di bordo) che provvede all'invio di dati al terminale tramite un apposito collegamento. La rete GSM permette, rispetto alla soluzione PRN, di non effettuare grossi investimenti per l'eventuale infrastruttura radio, necessaria a coprire la zona adibita al servizio DRT, caratteristica vantaggiosa specialmente in applicazioni del DRT in zone rurali o comunque diffuse su un ampio territorio. D'altra parte i costi per le chiamate GSM possono risultare estremamente onerosi rispetto ai costi di gestione di una rete PRN.

L'evoluzione delle tecnologie per i sistemi radiomobili è indirizzata alla realizzazione del sistema trunking digitale TETRA (Terrestrial Trunked Radio), per le reti private, e dei sistemi GPRS (General Packet Radio Service) e UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), per le reti cellulari pubbliche.

Il TETRA, definito da ETSI, è uno standard per reti radio mobili digitali private e aperte ed è basato su tecniche TDMA (Time Division Multiple Access). La velocità di trasmissione è 7,2-28,8 kb/s in funzione del numero di slot temporali impiegati nella comunicazione.

Il GPRS rappresenta invece un'evoluzione del sistema GSM e consente la trasmissione a pacchetto dei dati sulla rete cellulare. GPRS utilizza l'architettura GSM e consente agli utenti di accedere a reti IP, come ad esempio la rete Internet, in modalità a pacchetti, utilizzando l'interfaccia radio solo quando i dati vengono trasferiti. GPRS si basa sulla tecnologia GSM ma richiede un adeguamento delle centrali di commutazione.

Il sistema UMTS rappresenta la tecnologia wireless per la trasmissione a pacchetti di terza generazione e consente di realizzare un ambiente di comunicazione nel quale qualsiasi rete, sia fissa, mobile o satellitare risulti integrata e interoperabile con le altre, permettendo agli utenti di accedere ai servizi indipendentemente dal tipo di terminale, rete o posizione geografica. La velocità di trasmissione può raggiungere 2 Mb/s, ma in pratica nelle aree rurali sarà inizialmente possibile una velocità di circa 64 kb/s. Le reti UMTS dovrebbero iniziare ad operare nei vari paesi Europei a partire dal 2002.

5.2 Tecnologie utilizzate nei progetti SAMPO, SAMPLUS, SIPTS

Lo sviluppo delle soluzioni tecnologiche per la gestione di servizi DRT, la dimostrazione di tali soluzioni, la valutazione e la scelta delle opzioni più idonee hanno ricevuto un forte impulso in Europa nel corso degli ultimi anni soprattutto grazie ad un certo numero di progetti pilota avviati in diversi paesi: i progetti SAMPO, SAMPLUS (Unione Europea, Telematics Applications Programme), SIPTS (UE, Ten-Telecom), INVETE (UE, Information Society Technologies).

5.2.1 Scelte tecnologiche nei siti pilota

Allo scopo di fornire indicazioni sulle tecnologie sviluppate, dimostrate e valutate nell'ambito di queste iniziative, questo paragrafo riporta alcune tabelle (tabelle 5.1-5.5) che evidenziano le diverse realizzazioni in 4 siti piloti di 4 paesi Europei (Belgio, Finlandia, Italia e Svezia), consentendo un confronto tra le differenti soluzioni adottate in ciascun sito pilota

5.2.2 RING: il sistema DRT in Belgio

RING è un sistema per la gestione dei servizi DRT realizzato in Belgio dall'Azienda di Trasporto De Lijn, responsabile della gestione dei servizi di trasporto nella Regione delle Fiandre e attorno alla Regione di Bruxelles. Di seguito vengono fornite le descrizioni delle tecnologie utilizzate per la centrale operativa, i sistemi di bordo ed il sistema di comunicazione

Tecnologie nella centrale operativa - Nel sistema RING, la Centrale Operativa è composta dai seguenti componenti (fig. 5.4):

1. il server DRT, dotata di postazioni operatori
2. le unità di controllo e monitoraggio dei veicoli adibiti al trasporto pubblico (regolare e DRT)
3. il sistema di trasmissione radio basato sulla rete Mobitex.

L'intero sistema è integrato con il database centrale dell'azienda di trasporto.

| DRT | | Tecnologia | BELGIO | FINLANDIA | ITALIA | SVEZIA |
|-----------------------------|-----------------------------|--|---|---|----------------|---|
| Sotto-sistema | Dispositivi | | | | | |
| DISPOSITIVI PER L'UTENTE | Interfaccia con il TDC | • Telefono | ✓ + risponditore automatico [segnali a toni] | ✓ + risponditore automatico [segnali a toni] | ✓ numero verde | ✓ + risponditore automatico [segnali a toni] |
| | | • Telefono cellulare | ✓ | GSM [messaggi SMS] | ✓ numero verde | |
| | | • Terminale mobile | | ✓ PROMISE terminal | | |
| | Dispositivi alla fermata | • Computer | ✓ Internet (web browser) | ✓ Internet (web browser) | | ✓ Internet (web browser) |
| | | • Terminale per la prenotazione (lettore di smart card, ecc.) | | | | |
| | | • Palina informativa | | | | |

Tabella 5.1 - Tecnologie ITS nei dimostratori SAMPO/SAMPLUS: dispositivi per l'utente

| DRT | | Tecnologia | BELGIO | FINLANDIA | ITALIA | SVEZIA |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Sotto-sistema | Dispositivi | | | | | |
| CENTRALE DI GESTIONE DEI VIAGGI (TDC) | Dispatcher Server | <ul style="list-style-type: none"> • Piattaforma hw • Sistema operativo sw di base • Sw per la gestione delle richieste • Sw pianificazione/schedulazione dei viaggi • GIS • Database • Telefono (clienti/autisti) • Interfacce con sistemi esterni (orari TPL, DB, ...) | PC Pentium Windows NT, Visual Basic Proprietario (Visual Basic) Proprietario (Visual Basic) MapInfo 4.0 interfaccia ODBC ✓ DB TPL tramite Wan (linea 64Kbps, ISDN) | PC Pentium Windows NT, Visual C++ Proprietario (Visual C++) Proprietario (Visual C++) Genimap Tools Graph Server Mappe digitali (Fingis) interfaccia ODBC ✓ PT server via modem WWW orders | PC Pentium Windows NT, Visual C++ Proprietario Proprietario (scheduling, ottimizzazione dei percorsi) MapInfo 4.0 interfaccia ODBC ✓ Sistema AVL | PC Pentium Windows NT, Visual Basic Proprietario (Visual Basic) Proprietario (Visual Basic) interfaccia ODBC ✓ |
| | Server dei dati (clienti, servizio, risorse) | <ul style="list-style-type: none"> • Piattaforma hw/sw • Database | PC Windows NT Oracle 8.05 | HP9000, HPUX10.20 Oracle 7.3 | PC Pentium, Windows NT (sistema AVL) Informix AVL | SQL Server 6.5 |

Tabella 5.2 - Tecnologie ITS nei dimostratori SAMPO e SAMPLUS: Centrale di Gestione dei Viaggi (TDC)

| DRT | | Tecnologia | BELGIO | FINLANDIA | ITALIA | SVEZIA |
|--------------------------------------|--------------------------|--|--|---|--|---|
| Sotto-sistema | Dispositivi | | | | | |
| DISPOSITIVI LONG-RANGE COMM. NETWORK | Sistema di comunicazione | <ul style="list-style-type: none"> • Server • LAN • Protocollo di rete • Comunicazione con i mezzi | Windows NT Token ring TCP/IP - Mobitex (dati) - radio privata (voce) | PC, SCO Unix HP9000 TCP/IP GSM/SMS GSM (dati) Rete radio privata | [PC Pentium, Windows NT] (sistema AVL) Ethernet TCP/IP [radio privata UHF] (sistema AVL) | Windows NT Ethernet TCP/IP Mobiltex (dati) |
| | Customer Interface | <ul style="list-style-type: none"> • Server apparecchi telefonici • Risponditore automatico • Server web | ✓☺ TeleButler PC WindowsNT, Microsoft IIS | 30 linee; protocollo R2 ✓ GSM/SMS PC, Linux, HTML 3.0 | ✓☺ TeleButler | PC WindowsNT, Microsoft IIS |

112 Tabella 5.3 - Tecnologie ITS nei dimostratori SAMPO e SAMPLUS: Rete di Comunicazione

| STANDARD | BELGIO | FINLANDIA | ITALIA | SVEZIA |
|-----------------------|---|---|---|--------------------------------------|
| Server hardware | Workstation TDC: PC Pentium Prenotazione tramite risponditore automatico e Internet | Server DB e Comunicazione: HP9000/D200 Server telefono: PC standard Workstation TDC: compatibilità binaria con PC standard. Compatibilità codice sorgente: DEC Alpha, PowerPC, Mac, PowerMac Firewall Web: PC standard | Workstation TDC: PC Pentium | Workstation TDC: PC Pentium |
| Sistema operativo | Windows NT 4.0 | Server DB e Comunicazione: HP-UX 10.20 Server telefono: Sco Unix Workstation TDC: Windows NT 4.0 Firewall Web: Linux | Windows NT 4.0 | Windows NT 4.0 |
| Ambiente di sviluppo | Visual Basic 5.0 Professional | Server DB e Comunicazione: compilatore compatibile Ansi-C Workstation TDC: MS Visual C++ Firewall Web: HTML 3.0 | Visual C++ | Visual Basic 5.0 Professional |
| GIS | Mapinfo 4.0, mappa digitale "StreetNet" TeleAtlas | Workstation TDC: 1) Genimap Tools – libreria (proprietaria) 2) Graph Server – libreria dinamica Mappe in formato Mapinfo Interchange Format | Mapinfo 4.5 | Mappe digitali "StreetNet" TeleAtlas |
| Database | ODBC - AS/400; Oracle 8.05 | Server DB e Comunicazione: DB relazionale Oracle 7.03 Workstation TDC: interfaccia ODBC | Oracle Server/Personal Oracle, interfaccia ODBC | SQL Server 6.5 |
| Modello dei dati | TRANSMODEL | | TRANSMODEL | TRANSMODEL |
| Rete di comunicazione | LAN Token Ring | LAN | LAN Ethernet | LAN Ethernet |
| Protocollo di rete | TCP/IP | TCP/IP | TCP/IP | TCP/IP |

Tabella 5.4 - Tecnologie ITS nei dimostratori SAMPO e SAMPLUS: Dispositivi di Bordo

| DRT | | Tecnologia | BELGIO | FINLANDIA | ITALIA | SVEZIA |
|----------------------|-------------------------------|--|---|---|--|-----------------------------|
| Sotto-sistema | Dispositivi | | | | | |
| UNITÀ DI BORDO (OBU) | Computer di bordo | <ul style="list-style-type: none"> • CPU • Terminale per l'autista | ✓ ✓ | DS1000; DCS DS1000; DCS; telefono cellulare | ✓ ✓ | ✓ ✓ |
| | Sistema di localizzazione | <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Odometro, girometro | non differenziale | DS1000 | [✓](sistema AVL) [✓](sistema AVL) | |
| | Dispositivi per il passeggero | <ul style="list-style-type: none"> • obliteratrice • contapasseggeri | ✓ | | smart card ✓ | |
| | Sistema di comunicazione | <ul style="list-style-type: none"> • Comunicazione vocale • Comunicazione dati • Terminale LCD • Stampante | radio - Mobitex - radio ✓☺ | telefono cellulare annuncio vocale GSM/SMS GSM dati [✓] | radio privata UHF - microradio UHF - com. microonde (al deposito) | Mobitex Ericsson |

Tavola 5.5 - Standard ITS nei dimostratori SAMPO e SAMPLUS

Le postazioni operatori DRT sono costituite da PC Pentium in ambiente Windows ed ospitano la versione client del software di gestione del DRT (RING). Il software è stato sviluppato in linguaggio Visual Basic e fornisce un'interfaccia user-friendly agli operatori del TDC.

Il server centrale del sistema DRT ospita il software applicativo RING, gestisce i dati dinamici ed operativi dell'intero sistema, controlla l'accesso ai dati condivisi del server dati (basato su un DB relazionale) e prepara la comunicazione dei dati verso altre applicazioni. I dati comprendono: dati sui viaggi e sulla pianificazione del servizio trasmessi ai veicoli, dati di monitoraggio basati sulla posizione di tutti i veicoli DRT acquisiti, tramite l'unità di monitoraggio, dati di controllo verso l'unità di monitoraggio.

L'unità di monitoraggio della Centrale Operativa è un PC che tiene traccia dello stato e della posizione di tutti i veicoli. Viene utilizzata per attuare un controllo globale ed automatico sull'aderenza agli orari di servizio, interscambi tra linee ecc. Questa applicazione è integrata all'interno del sistema AVL.

Il database centrale dell'Azienda è basato su un'architettura AS/400. Il sistema DRT scarica i dati di programmazione (informazioni su veicoli, autisti, area servita e fermate, tariffe) dal database centrale dell'Azienda di trasporto. Quando i dati statici sono modificati da altre applicazioni, vengono automaticamente inviati al sistema DRT per tener-

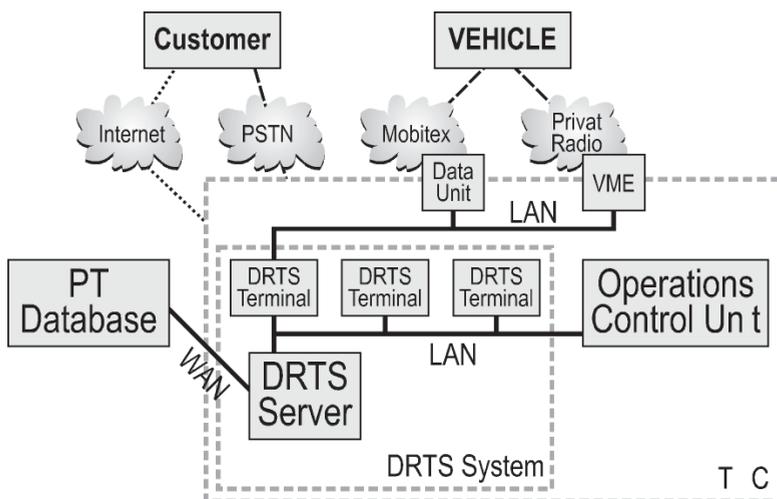


Figura 5.4 - Architettura di comunicazione del sistema RING

ne aggiornate le informazioni. Il database centrale dell'azienda di trasporto contiene una copia dei dati operativi del sistema DRT che riguardano le tabelle dei tempi e delle distanze, le fermate ecc. Anche le statistiche prodotte giornalmente dal sistema DRT vengono scaricate sul database centrale, in modo da fornire informazioni gestionali generali sul servizio.

Tecnologie a bordo dei veicoli - Il terminale di bordo è dotato di un display che visualizza all'autista lo scheduling giornaliero dei viaggi. Attraverso la rete radio privata Mobitex vengono scambiati sia dati sia messaggi vocali con la centrale. Un canale radio dedicato viene usato per la trasmissione delle coordinate dei veicoli. Per questo motivo un Tracker Rockwell Jupiter è stato integrato con un ricevitore GPS a 12 canali. Questa unità riceve passivamente segnali da 9 satelliti e la localizzazione è effettuata elaborando le misure di 4 satelliti. Inoltre sui veicoli sarà installato un dispositivo di tariffazione realizzato dalla società Prodata.

Sistema di comunicazione - All'interno della Centrale Operativa DRT i computer sono connessi in rete locale LAN, che utilizza il protocollo Token-Ring. La rete locale è connessa geograficamente al database centrale su AS/400 attraverso una linea telefonica dedicata a 64K che utilizza una linea ISDN di back-up.

La comunicazione con gli utenti avviene attraverso la rete di telefonia gestita dall'operatore locale (Belgacom). È inoltre possibile la prenotazione automatica attraverso un sistema di risponditori automatici (IVRS) con segnali DTMF ed attraverso Internet

(browser). L'utente che usa l'accesso tramite risponditore automatico è connesso attraverso una linea telefonica ad un server Windows NT che ospita TeleButler, un'applicazione in ambiente grafico che permette di gestire automaticamente le chiamate telefoniche in ingresso. L'applicazione di prenotazione via Internet utilizza il software IIS (Internet Information Server). Il sito Web è stato sviluppato utilizzando Visual Interdev 6.0 (collegato al database).

La comunicazione dati tra la centrale operativa ed i veicoli avviene a due livelli. I dati relativi ai viaggi programmati sono trasmessi ai sistemi di bordo attraverso la rete Mobitex, realizzata dalla società belga RAM Mobile. Il modem radio a bordo dei veicoli si connette alla stazione radio base più vicina rispetto all'area attraversata, attraverso una rete cellulare RF.

I dati utente sono trasmessi in pacchetti di 512K al massimo. Il concetto di commutazione di pacchetto garantisce l'assenza del tempo di set-up della comunicazione, costi contenuti ed un'efficiente condivisione di canale. La velocità di trasmissione effettiva è di 4500 bps, con garanzia di alta sicurezza e restrizioni di accesso.

La rete è costituita da 4 canali radio, due riservati per le comunicazioni foniche, uno per le comunicazioni dati tra i veicoli ed il dipartimento di gestione dell'azienda di trasporto, uno per le comunicazioni fonia/dati tra il dipartimento tecnico e il dipartimento di gestione. Per la trasmissione dello stato e posizione (coordinate GPS) dei veicoli e i dati del sistema di tariffazione a bordo viene utilizzato un sistema a polling, tramite il canale dati.

5.2.3 PERSONALBUS: il sistema DRT in Italia

PERSONALBUS™ è il sistema DRT realizzato ed installato a Firenze nell'ambito dei progetti SAMPO e SAMPLUS. Il sistema è stato realizzato dall'Azienda di trasporto fiorentina ATAF, per quanto riguarda il servizio, dalla società Softeco Sismat SpA, per quanto riguarda il software e le tecnologie, con la consulenza della società MemEx srl.

Il sistema è basato su un'architettura telematica che supporta l'operatore nelle procedure di prenotazione off-line ed on-line delle corse dei passeggeri e nella gestione dinamica degli itinerari degli autobus pianificati sulla base delle richieste. Il servizio, iniziato nel corso del progetto SAMPO / SAMPLUS nell'area urbana del comune di Campi Bisenzio, è stato successivamente esteso, dopo la positiva conclusione dell'esperienza pilota, ai comuni di Scandicci, Sesto Fiorentino e Calenzano.

I principali componenti architetture del sistema sono i seguenti:

1. la Centrale Operativa che supporta gli operatori nelle funzioni di pianificazione e gestione del servizio
 2. l'interfaccia di comunicazione per l'interazione tra gli utenti e gli operatori del TDC
 3. la rete di comunicazione radio base per la comunicazione tra gli operatori del TDC e degli autisti
- La figura 5.5 mostra l'architettura fisica del sistema PERSONALBUS™:

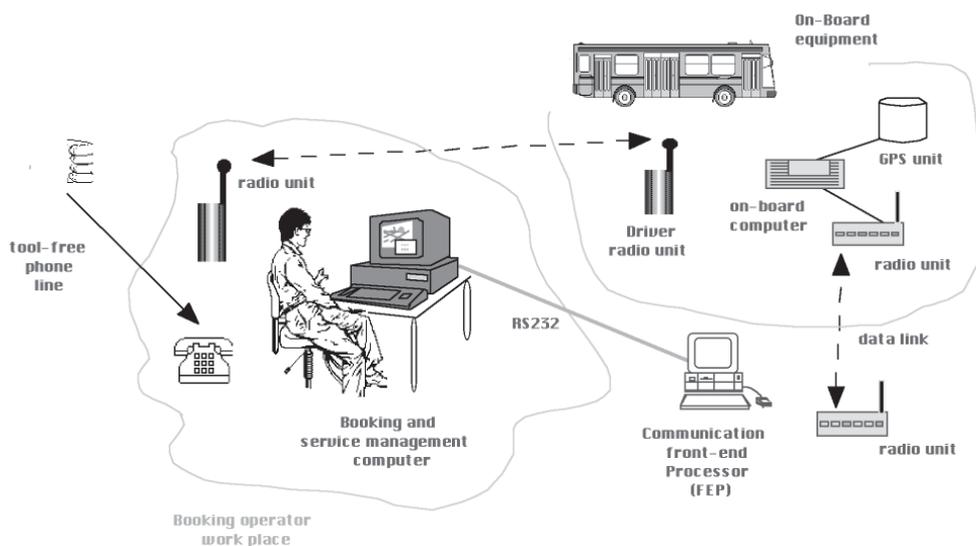


Figura 5.5 - Architettura del sistema DRT di Firenze (SAMPO-SAMPLUS)

Tecnologie nella centrale operativa - La Centrale Operativa DRT è collocata all'interno dei locali della sala operativa AVM in modo da semplificare e rendere omogenea la comunicazione verso i veicoli da parte degli operatori, e consentire, al tempo stesso, la maggior integrazione possibile con il sistema AVM.

Tutte le operazioni di gestione del servizio DRT (prenotazione/pianificazione/ gestione) sono supportate dal sistema software PERSONALBUS™. Il software del sistema DRT è stato realizzato in accordo ai più diffusi standard industriali in ambito di tecnologie per l'informazione. Il sistema, basato su un'architettura due livelli, comprende un data server (basato su Oracle RDBMS) e un server dell'applicazione che supporta le seguenti funzioni:

- gestione delle richieste degli utenti (prenotazioni, cancellazioni, interrogazioni)
- pianificazione dei viaggi e dei percorsi sulla base delle richieste
- gestione del database del servizio DRT (utenti, veicoli, servizi e viaggi...)
- gestione delle risorse (veicoli, caratteristiche e calendario delle disponibilità)
- gestione della rete di trasporto adibita a servizio DRT
- statistiche e gestione dei dati relativi al servizio.

Sistema di comunicazione - La rete di comunicazione è composta da una centrale operativa e due Stazioni Radio Base in grado di coprire tutta l'area servita dalla flotta ATAF. Il sistema radio ATAF lavora su 3 canali radio in banda UHF (1 canale dati e 2 canali in fonìa).

La tabella 5.6 mostra i vari componenti tecnici e gli standard su cui si basa il sistema PERSONALBUS™.

| Componente | Standard |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Hardware del Dispatcher Server | PC Pentium |
| Sistema Operativo | Windows NT 4.0 |
| Software di base | VisualC++ |
| GIS | MapInfo 4.5 |
| DataBase | Oracle Server, ODBC-interface |
| Modello dei dati | TRANSMODEL (parzialmente) |
| Rete di comunicazione* | LAN Ethernet |
| Protocollo di comunicazione | TCP/IP |
| Interfaccia utente al TDC | PABX |

Tabella 5.6
**Caratteristiche tecniche
 dell'architettura fisica del TDC
 (SAMPLUS - Firenze)**

* Per quanto riguarda il terminale di bordo è in fase di sperimentazione il terminale INVETE sviluppato nel relativo progetto.

Veicoli per il trasporto flessibile

A. Genovese, R. Ragona

La domanda di trasporto in seno alle aree urbane ha subito un ragguardevole aumento negli ultimi trent'anni. Questo notevole incremento ha alla sua origine un insieme sufficientemente articolato di motivazioni che risultano fortemente correlate tra loro, e che hanno contribuito globalmente alla definizione e qualificazione dell'odierna esigenza di trasporto.

L'iniziale inadeguatezza della risposta alle richieste di mobilità urbana ha caratterizzato originariamente la nascita dell'era del trasporto su base individuale, inducendo le popolazioni cittadine a preferire l'utilizzo del veicolo privato alla limitata disponibilità dell'offerta collettiva.

L'ulteriore crescita del volume di traffico lungo le arterie cittadine ed il peggioramento dello stato dell'ambiente urbano hanno indotto un generale ripensamento delle strategie della mobilità.

Questo cambiamento di opinione ha trovato un valido sostegno nella cresciuta sensibilità ambientale da parte degli amministratori cittadini e della cittadinanza intera che ha visto un progressivo peggioramento della propria qualità di vita ed un rischio per la propria salute.

Questa serie di motivazioni ha indotto una innovazione nelle politiche generali del trasporto, creando nuovi modelli, tra cui quello cosiddetto flessibile sta diventando sempre più una componente significativa.

6.1 I sistemi di trasporto flessibili per la riduzione degli impatti

Diminuire l'inquinamento generalizzato delle città per migliorare la qualità della vita è ormai una esigenza irrinunciabile a cui bisogna far fronte senza frapporre pesanti limitazioni alla mobilità urbana. Le misure di contrasto poste in atto dagli amministratori cittadini spaziano in un ampio ventaglio di possibilità: chiusura al traffico di zone sensibili, potenziamento del trasporto pubblico, incremento dell'intermodalità del trasporto ed infine l'introduzione di veicoli innovativi a basso impatto ambientale.

Ognuna di dette soluzioni si adatta alle particolari circostanze locali ed alle esigenze della circolazione. Le generiche indicazioni degli interventi attuabili contengono una ricca opportunità di provvedimenti, modulabili in funzione delle specifiche richieste ed in grado di apportare ben definiti benefici alla mobilità minimizzando gli impatti. La messa in atto di distinte opzioni contemporaneamente può innescare un processo sinergico capace di massimizzare la risposta alle aspettative di diminuzione degli impatti.

Tra le diverse possibilità, incluse nel panorama del potenziamento del trasporto pubblico, l'attivazione di sistemi di trasporto flessibile (TF) ricopre una veste di sicuro interesse. Infatti la rivalutazione dell'opzione collettiva ha guadagnato ampi consensi ed attualmente mira a conquistare spazi maggiori offrendo nuovi servizi in grado di garantire un elevato livello di comfort di viaggio senza gravare in modo sensibile sui bilanci delle aziende di trasporto. L'utilizzo di nuovi modelli di trasporto collettivo, maggiormente flessibili e facilmente adattabili alle richieste orarie di mobilità, inizia ad essere presente nelle realtà urbane. Questi schemi abbinati all'utilizzo di determinate tipologie veicolari, sia convenzionali che innovative, sono in grado di apportare giovamento allo stato dell'ambiente urbano. I veicoli impiegati nel trasporto flessibile devono possedere talune specifiche caratteristiche, in special modo qualora si preferisca utilizzare i veicoli a basso impatto ambientale. L'utilizzo ottimale dei mezzi nel TF deve tener in conto le particolari esigenze di autonomia, consumo energetico, emissione specifica, gestione, capacità di trasporto.

Si è detto che il ricorso a sistemi di trasporto flessibili rappresenta uno degli strumenti in mano agli amministratori cittadini ed ai manager delle aziende di trasporto per migliorare la qualità del trasporto pubblico in determinati contesti operativi. Le caratteristiche peculiari della tipologia di servizio consentono una migliore gestione dei veicoli ottimizzando il percorso ed aumentando il coefficiente di riempimento dei mezzi. Tutto questo si traduce in una oggettiva riduzione dei tempi di attesa per i passeggeri, in una superiore organizzazione del trasporto in grado di rispondere adeguatamente a talune esigenze particolari come quelle dei disabili o degli anziani e ad un innalzamento della qualità generale del servizio di trasporto pubblico. A beneficiare dei miglioramenti non è solo l'utenza del servizio ma in generale potrà essere l'intera collettività. Infatti una riduzione dei tempi di viaggio e delle percorrenze stradali comporta una riduzione dei

consumi energetici, ossia dei combustibili utilizzati per la trazione dei veicoli. L'indubbio vantaggio energetico, e quindi economico, per le aziende ha un riflesso positivo anche sulla emissione di inquinanti: minor combustibile vuol dire meno anidride carbonica, meno ossidi di azoto e di carbonio, meno idrocarburi immessi nell'aria delle nostre metropoli.

La crescente sensibilità ambientale spinge fortemente verso una drastica riduzione delle emissioni, sia gassose che sonore, e richiede una più incisiva azione per la limitazione delle sorgenti di inquinamento. In questo quadro di riferimento l'uso di tecnologie veicolari innovative a basso impatto ambientale è in grado di sfruttare l'azione sinergica delle migliori prestazioni ambientali con quelle delle tipologia del servizio flessibile.

Il servizio di trasporto flessibile generalmente viene attuato all'interno delle aree urbane, sia come servizi di collegamento con aree sensibili che come navetta di collegamento con aree periferiche, e quindi risente fortemente delle istanze di tutela della salute dei cittadini. L'uso di veicoli innovativi a basso impatto ambientale consente di contenere entro limiti di sicurezza l'entità delle emissioni gassose e di migliorare le prestazioni ambientali del servizio stesso. La tipologia del servizio, inoltre, non richiede forti percorrenze giornaliere e capacità di trasporto esasperate e ben si colloca all'interno della disponibilità del mercato di mezzi alternativi adatti alle esigenze del trasporto flessibile. Difatti generalmente vengono utilizzati veicoli di taglia media (7-8 metri) che sponano bene le esigenze di minori consumi (tara più piccola) con la bassa domanda del TF e, nei casi più evoluti, si possono associare alla distribuzione delle merci mediante un utilizzo a tempo parziale dei veicoli.

Diverse sono le tecnologie a basso impatto ambientale cui è possibile fare ricorso per l'utilizzo nei servizi flessibili: a trazione elettrica, ibrida o alimentati da combustibili a basso impatto ambientale. La scelta di una configurazione dipende dalla diversa condizione ambientale, dall'organizzazione locale del servizio, dalle infrastrutture collaterali di supporto. Al fine di consentire una attenta valutazione occorre conoscere gli elementi basilari delle principali tecnologie innovative a confronto; in particolar modo quelle relative alle prestazioni energetiche ed ambientali. Nel prosieguo verranno indicate le caratteristiche principali delle varie soluzioni ipotizzabili, facendo riferimento alla attuale disponibilità di mercato.

6.2 I veicoli innovativi per il trasporto flessibile

6.2.1 Tecnologia veicolare elettrica

Le diverse crisi petrolifere e l'emergenza ambientale nelle aree urbane hanno concorso allo sviluppo tecnologico del veicolo elettrico. Purtroppo la diffusione del mezzo elettrico non ha seguito lo stesso trend dello sviluppo tecnologico rimanendo confinato ad

applicazioni marginali di piccole flotte dimostrative. I veicoli elettrici sono quei veicoli innovativi capaci di emissione zero al punto d'uso e di ridurre l'inquinamento acustico. La valutazione concreta delle emissioni globali dipende dalla tipologia delle centrali utilizzate per la generazione di energia elettrica. Potremmo avere in tali condizioni veicoli veramente ecologici nel caso di generazione idroelettrica o con fonti rinnovabili.

I veicoli elettrici puri ossia quelli che posseggono a bordo solo energia elettrica accumulata, sono sostanzialmente composti da un sistema di accumulo di energia, dal motore elettrico e dal sistema di conversione elettrica (vedi fig. 6.1).

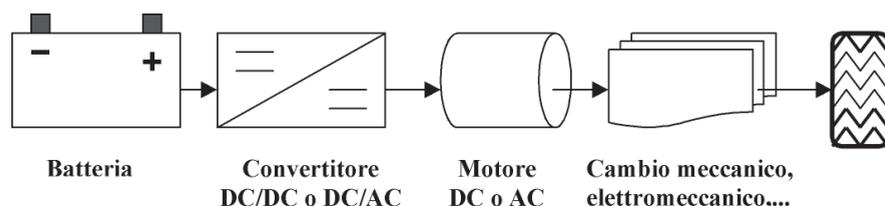


Figura 6.1 – Schema concettuale per un veicolo elettrico

Il compito del sistema di accumulo è simile a quello del serbatoio di combustibile nei veicoli convenzionali. Infatti esso serve come elemento di stoccaggio dell'energia elettrica che alimenta il motore. Il sistema di accumulo è sostanzialmente basato su batterie che ciclicamente si scaricano fornendo la loro carica elettrica e successivamente sono pronte ad essere ricaricate per un ulteriore ciclo di lavoro. La batteria dei veicoli elettrici è uno dei punti critici nell'intero complesso del sistema di trazione del veicolo elettrico. Le prestazioni del sistema di accumulo riguardano la potenza, l'energia specifica, l'efficienza energetica, i cicli di lavoro, l'autoscarica, il costo e la possibilità di smaltimento delle batterie esauste. La tecnologia attualmente in uso si basa essenzialmente sulle batterie piombo-acido, nichel-cadmio e nichel-idruri metallici mentre sono in fase di sviluppo altre tipologie promettenti per le esigenze specifiche di trazione.

Uno dei limiti maggiori delle batterie attuali è la loro bassa energia specifica (espressa generalmente in Wh/kg, si veda tabella 6.1). Le migliori proiezioni attuali per le batterie

| Batteria | Energia specifica Wh/kg | Potenza specifica W/kg | Efficienza % | Cicli di lavoro | Autoscarica % |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|-----------------|---------------|
| Piombo/ Acido | 40 | 130 | 65 | 400 | 0,4 |
| Litio/Polimeri | 100 | 100 | - | - | - |
| Nichel/Cadmio | 55 | 200 | 65 | 2000 | 1 |
| Nichel/Idruri metallici | 80 | 200 | 65 | 1000 | 2 |
| Nichel/Zinco | 80 | 150 | 65 | 500 | 1 |

parlano di una energia specifica raggiungibile di circa 500 Wh/kg, ben poca cosa se confrontata ad esempio col potere calorifico dei combustibili fossili che si attesta sopra i 10 kWh/kg. Supponendo per il motore termico un rendimento medio del 20% e per il motore elettrico un rendimento ideale (100%), si ha che alle ruote la tecnologia dell'accumulo elettrico può sviluppare (nelle ipotesi dette) 500 Wh per ogni chilogrammo di peso del sistema di accumulo energetico, mentre quella del veicolo a motore termico sviluppa in media nelle stesse condizioni almeno 2000 Wh.

Questo limite tecnologico penalizza fortemente il veicolo elettrico, assegnandogli al momento un ruolo di nicchia: infatti la richiesta di energia disponibile per rispettare la richiesta di prestazioni di percorso opportune impone l'imbarco a bordo di pacchi di batterie il cui peso può degradare fortemente il comportamento veicolare, per cui il veicolo elettrico è stato finora sviluppato su taglie medio-basse (massimo 8 ÷ 9 metri di lunghezza) e pensato per autonomie limitate ma sufficienti a garantire il servizio di trasporto.

Un secondo problema riguarda la potenza specifica della batteria (espressa generalmente in W/kg), da cui dipendono le potenzialità di accelerazione della vettura.

Energia specifica e potenza specifica risultano inversamente proporzionali, e questo significa che, se si vogliono ottenere lunghi percorsi, è necessario sacrificare in parte le prestazioni cinematiche del veicolo e viceversa.

Un terzo parametro importante per una batteria consiste nel numero di cicli di carica/scarica tollerati, che dunque rappresentano la vita media della batteria prima di una sua definitiva sostituzione. Infine è da considerare la sua riciclabilità, non solo in termini di risparmio delle materie prime necessarie alla costruzione della batteria, ma anche dal punto di vista dell'impatto ambientale: sarebbe controproducente allestire un mezzo di trasporto pulito se poi i "residui" del suo utilizzo vanno ad intaccare la qualità dell'ambiente in maniera irreversibile.

Il sistema di controllo attua la regolazione dei flussi di energia e di potenza tra il sistema di accumulo ed il motore. Esso è tipicamente un apparato elettronico che utilizza le nuove generazioni di dispositivi di potenza che consentono alti rendimenti di conversione riducendo le perdite (IGBT, MOSFET, GTO...). La regolazione è interamente basata sulle tecnologie a microprocessori che permettono la realizzazione di strategie di controllo adatte alla taglia ed al tipo di motore elettrico utilizzato (controllo tensione-frequenza variabile, fuzzy logic, controllo adattativo).

I tradizionali motori elettrici in c.c. stanno cedendo il passo a quelli in c.a. sia per le migliorate prestazioni che per il costo inferiore. Tra quelli in c.c. non vanno tralasciati i modelli *brushless* aventi, rispetto ai tradizionali motori ad eccitazione serie o separata, una migliore efficienza energetica ed un minor ingombro.

La valutazione del veicolo è espressa analizzando le prestazioni cinematiche, l'autonomia, il comfort di marcia ed il costo. La velocità massima dipende dalla taglia del veicolo

ed attualmente va dai 25 km/h di piccoli bus ai 90 km/h di piccole vetture. L'accelerazione è generalmente buona mentre appare limitante l'autonomia, l'esistenza di infrastrutture e procedure particolari.

Qualche produttore ha proposto a questo riguardo una procedura di sostituzione del pacco batterie scarico con uno carico mediante semplici operazioni che vengono svolte in un vano batterie opportunamente progettato per le operazioni di scambio del pacco.

Il recupero in frenata o in decelerazione (regenerative braking) può costituire un elemento importante di limitazione dei consumi; misure effettuate in condizioni di marcia reale, in traffico congestionato, mostrano che tramite esso sarebbe in linea di principio possibile spendere un 20 ÷ 25% in meno di energia di trazione. Il problema che deriva però va affrontato in maniera adeguata; infatti all'atto della frenata si originano dal motore elettrico verso la batteria degli impulsi di corrente (spikes) di valore elevato e di breve durata, che mal si adattano ad essere accettati immediatamente e senza problemi in batteria. L'accoppiamento alla batteria di sistemi di recupero di queste correnti (ad esempio dei supercapacitori per accogliere questi regimi di alta potenza elettrica associata a bassa energia) permetterebbe una diminuzione dei consumi significativa, ma presuppone la presenza di sistemi di gestione della carica della batteria durante la frenata.

Il recupero tosto che effettiva ricarica energetica.

Sono stati pensati anche sistemi di accumulo meccanici (volani) o sistemi volti alla eliminazione della trasmissione meccanica ricorrendo a quattro motori elettrici connessi direttamente alle ruote e pilotati in modo opportuno per simulare elettricamente il differenziale meccanico.

6.2.2 Tecnologia veicolare ibrida

La definizione stessa di ibrido propone come veicolo ibrido qualsiasi tipo di mezzo dotato di due (o più) sistemi di accumulo energetico collegati a due (o più) distinti convertitori in energia meccanica. Questa definizione abbastanza aperta consente di immaginare differenti combinazioni tra varie sorgenti energetiche e vari convertitori. Generalmente per veicolo ibrido si intende un mezzo dotato di un sistema composto da un motore termico e relativo serbatoio di carburante, collegato alla trasmissione e/o ad un generatore elettrico, da un sistema di accumulo energetico elettrico e/o meccanico e da un motore elettrico collegato alla trasmissione.

Il veicolo ibrido risolve il problema della limitazione in autonomia del veicolo elettrico mediante la dotazione di una seconda sorgente di potenza, generalmente costituita da un motore a combustione interna (MCI). Mediante esso, infatti, si può opportunamente costituire una combinazione tale da avere sia i vantaggi della bassa emissione dei veicoli elettrici sia l'alta autonomia di percorso dei veicoli a combustione interna. Le potenzialità per una possibile riduzione delle emissioni di inquinanti deriva dal fatto che

l'MCI viene fatto operare in maniera da eliminare il più possibile i transitori di potenza ed i punti di lavoro meno desiderabili. Questa riduzione intrinseca può naturalmente essere associata ad ulteriori forme di controllo delle emissioni (ad esempio marmitte catalitiche), oppure ad utilizzo di combustibili alternativi per fornire effetti integrati.

Esiste un largo spettro di veicoli che possono essere definiti ibridi; essi sono generalmente classificati in: paralleli, serie e split (vedi figg. 6.2 e 6.3).

Nel caso di ibrido parallelo solo una parte dell'energia primaria viene trasferita al sistema di accumulo mentre la rimanenza è applicata direttamente alla trasmissione meccanica. Nell'ibrido serie l'energia prodotta dal generatore primario è diretta verso il sistema di accumulo da cui successivamente è prelevata per le esigenze della trazione elettrica.

L'ibrido di tipo split invece si riferisce ad un veicolo in cui il motore elettrico agisce su un asse, mentre il motore termico agisce su un altro. Esiste anche una configurazione bimodale che prevede l'indipendenza dei due sistemi di generazione con la possibilità di operare disgiuntamente in elettrico o con il termico.

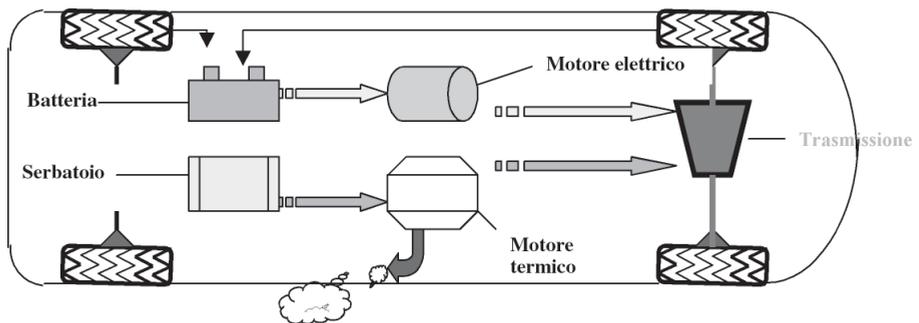


Figura 6.2 - Ibrido parallelo

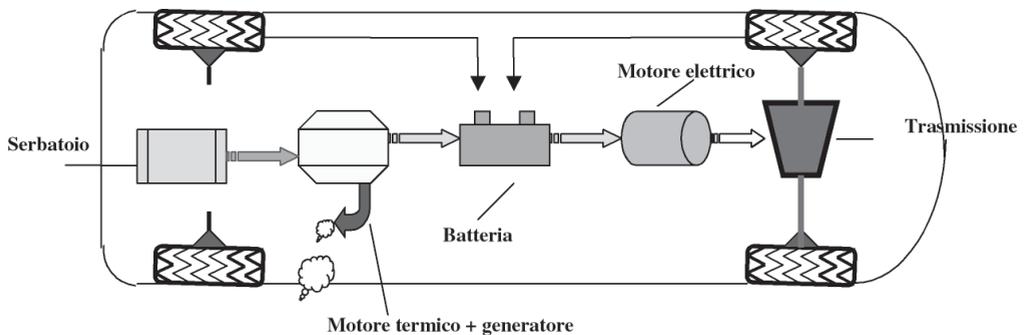


Figura 6.3 - Ibrido serie

La maggior complessità del mezzo ibrido rispetto al veicolo elettrico si riscatta nella possibilità teorica, da verificare in pratica, di ottenere una autonomia dipendente dalle dimensioni del serbatoio di carburante senza dover ricaricare le batterie esternamente.

La tipologia serie è tra le più diffuse mentre la configurazione parallelo inizia a conquistare porzioni di mercato specialmente nel settore degli autoveicoli. I generatori primari attualmente utilizzati sono i tradizionali motori termici sia a benzina che diesel in funzione della taglia del veicolo e delle autonomie del mezzo. In ambito urbano, specie in condizioni di congestione del traffico, l'ibrido serie è soggetto a garantire migliori prestazioni ambientali poiché alla trazione in puro elettrico possiamo aggiungere il punto di lavoro pressoché costante del motore termico con la riduzione delle emissioni. La taglia del motore termico nell'ibrido serie è inferiore a quella di un equivalente motore per veicolo convenzionale e questo contribuisce ulteriormente ad abbattere le emissioni. Inoltre utilizzando un dispositivo di tipo catalitico sui gas di scarico si riducono ulteriormente le quantità delle emissioni inquinanti.

Il vantaggio dell'ibrido serie risiede nella possibilità di avere un generatore primario di taglia idonea a garantire la potenza media del veicolo mentre alle necessità dei picchi farà fronte il sistema di accumulo. Inoltre la possibilità di spegnere per tempi calcolati il generatore termico permette di operare come un veicolo elettrico, e quindi adatto ad operare ad emissioni nulle, nelle zone più sensibili dei centri urbani.

Nella realtà l'approccio pratico è differente da quello teorico a causa delle inevitabili perdite dovute agli accoppiamenti o alle efficienze dei dispositivi utilizzati. Quindi il profilo di missione diviene un elemento importante nel valutare il punto di lavoro del motore termico atto a garantire un bilancio energetico pari a zero: infatti nel veicolo ibrido esiste la necessità di avere un equilibrio energetico tale da assicurare una equivalenza tra l'energia complessivamente erogata dalla batteria e l'energia reimpressa in batteria dal generatore termico o generata dal motore di trazione per effetto del recupero in frenata. Nel caso di percorsi sub-urbani od extra-urbani il veicolo ibrido serie non lavora nelle condizioni ottimali trovandosi ad erogare potenze vicine alla massima con soste molto brevi; in queste situazioni, o per motorizzazioni di piccola taglia, è più indicato l'ibrido parallelo.

La disponibilità di due differenti e coesistenti sistemi di generazione/accumulo di energia porta alla possibilità teorica di avere un gran numero di veicoli ibridi differenti, in dipendenza della relativa prevalenza dell'uno o dell'altro sistema energetico (vedi fig. 6.4). Infatti se l'MCI diventa relativamente piccolo ed il gruppo batteria/motore elettrico grande, il veicolo approssima il concetto 'elettrico puro', mentre nel caso opposto esso si avvicina al concetto più tradizionale; tra questi due punti estremi si sviluppa lo spazio di progettazione per il veicolo ibrido. In posizione intermedia infatti possiamo trovare il veicolo ad estensione di autonomia (range extender), cioè un veicolo elettrico con un piccolo MCI che garantisce un aumento di autonomia; il veicolo senza necessità

di ricarica delle batterie (self-sustaining), che è come già detto quello maggiormente realizzato mediante un'attenta analisi di bilanciamento tra energia spesa nella trazione ed energia complessivamente prodotta a bordo. Infine all'estremità opposta si trova il veicolo ibrido assistito in potenza (power assist), che è praticamente un veicolo tradizionale con una piccola batteria e motore elettrico capace di assistere l'altro sistema negli impieghi più gravosi di potenza (ad esempio negli spunti).

Le potenzialità del veicolo ibrido riguardo alla diminuzione di consumo di carburante derivano dalle seguenti considerazioni:

- l'MCI può essere scelto e fatto funzionare nei range di velocità più economiche (generalmente attorno al 50% della massima velocità nominale);
- può essere implementato il recupero energetico, allorquando il motore elettrico diventa generatore: durante le decelerazioni, le frenate e nel regime di start-stop caratteristico del traffico congestionato;
- una opportuna calibrazione del sistema energetico permette in generale un regime di on-off del motore termico tale da generare risparmi nel rispetto dell'equilibrio energetico.

Le potenzialità del veicolo ibrido riguardo alla diminuzione di emissioni di inquinanti derivano dalle seguenti considerazioni:

- il funzionamento del MCI entro range predefiniti, corrispondenti a situazioni con transitori molto limitati, ha un effetto sicuramente benefico sulle emissioni;
- l'utilizzazione del MCI nel range di velocità di migliore economia corrisponde alla migliore efficienza di combustione e conseguentemente alle minori emissioni. Per esempio, il mantenere il suo range di velocità attorno al 50% della velocità nominale massima, significa mantenere la temperatura di combustione a livelli tali da avere basse emissioni di NOx.

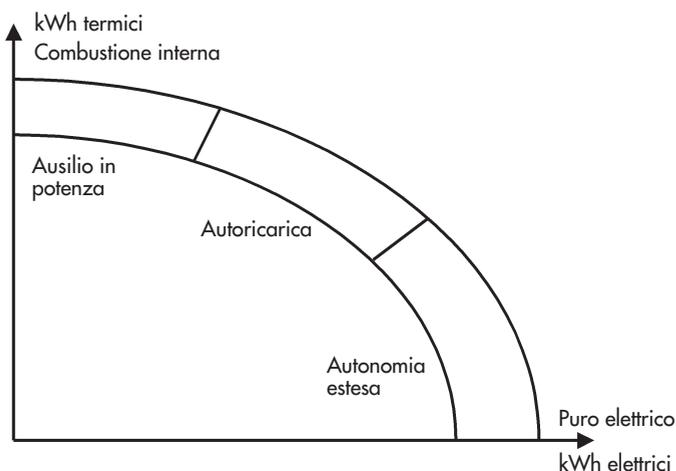


Figura 6.4
Lo spazio progettuale
per il veicolo ibrido

Altri possibili vantaggi sono:

- le prestazioni cinematiche continuano ad essere buone, se non addirittura più brillanti del veicolo tradizionale, specie ai bassi regimi (alte coppie da regimi di velocità bassi a regimi intermedi, basso tenore di rumore e vibrazioni);
- essi possono operare per tratte limitate in modalità di trazione puramente elettrica;
- in genere hanno una autonomia elettrica tale da potersi dirigere verso posti di assistenza se per qualche motivo l'MCI non funziona.

Gli svantaggi sono:

- un peso chiaramente più grande rispetto al veicolo tradizionale;
- un costo di acquisizione più elevato a causa della maggiore complessità tecnologica;
- un costo di manutenzione più elevato per una maggiore presenza di componenti.

6.2.3 Tecnologia veicolare a metano

Le emissioni prodotte dai veicoli dotati di motore a combustione interna sono legate alla complessa dinamica del processo di combustione entro la camera di scoppio ed al tipo di combustibile utilizzato. Questa dipendenza ha provveduto a spingere le aziende del settore a migliorare la tecnologia del motore termico utilizzando sofisticati sistemi di controllo della combustione o progettando innovative geometrie motoristiche. Diminuire le emissioni è anche possibile attraverso l'utilizzo di convertitori catalitici o con filtri per il particolato.

In questo contesto l'utilizzo di combustibili che riducono le negative conseguenze del processo di combustione sono sicuramente apprezzabili. Il metano (presente nel gas naturale in proporzioni variabili tra il 90 ed il 99%) è uno dei combustibili alternativi che appaiono essere maggiormente promettenti da questo punto di vista. Il contenuto in carbonio nella molecola di metano risulta mediamente più basso del 12% in massa rispetto ai combustibili convenzionali mentre il contenuto energetico (potere calorifico, si veda tab. 6.2) è più elevato per unità di peso (circa il 10%). Questo comporta che a parità di energia potenzialmente disponibile il vantaggio in emissione di CO₂ risulta essere intorno al 25% circa (tenendo presente anche le maggiori emissioni derivanti dalla produzione e trasporto).

| Combustibile | % in massa di C | Potere calorifico MJ/kg | kg combustibile a pari energia | CO ₂ prodotto /kg | % variazione |
|--------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------|
| Metano | 75 | 50 | 1 | 2,75 | - |
| Gasolio | 86 | 43,3 | 1,154 | 3,64 | 24,4 |
| Benzina | 86 | 44 | 1,136 | 3,58 | 23,2 |

Questi valori teorici sono soggetti a variazioni in funzione della composizione reale del combustibile, a causa della variabilità nella componente di CH₄ presente nel gas naturale. Nelle condizioni reali la riduzione di CO₂ emesso dipenderà dal ciclo di lavoro, dalla taglia del mezzo, dal carico trasportato e dalla composizione del gas. In condizioni di reale esercizio possono aversi riduzioni oscillanti tra 2 e 10% in relazione al diesel.

Le emissioni di inquinanti sono migliori nel caso del veicolo a gas poiché il metano non genera composti solforati e non produce praticamente particolato e composti organici volatili. Le emissioni degli inquinanti tradizionali dipendono invece dalla tipologia del veicolo a metano e generalmente sono inferiori a quelli diesel. L'utilizzo di dispositivi catalitici a tre vie consente di ridurre ulteriormente le emissioni.

L'efficienza termodinamica dei veicoli diesel è superiore a quella dei motori a metano a causa del loro miglior rapporto di compressione mentre nel caso dei veicoli a benzina è il motore a metano a risultare energeticamente vantaggioso sia per il suo contenuto energetico superiore sia per la sua maggiore comprimibilità che permette di utilizzare rapporti di compressione superiori.

Uno degli aspetti da considerare è quello della esigenza di trasportare a bordo del veicolo un quantitativo di combustibile che sia sufficiente a garantire l'autonomia del mezzo come fosse un veicolo tradizionale. Nel caso del gas metano il serbatoio possiede un suo peso (ed un suo ingombro) che sottrae spazio utile al carico trasportabile. Infatti il gas naturale per essere trasportato in quantitativi sufficienti deve essere compresso a pressioni intorno i 200 bar.

Questo comporta la presenza di un serbatoio capace di sopportare le alte pressioni di stoccaggio. Generalmente questi sono in acciaio e risultano più pesanti dei convenzionali serbatoi per combustibili diesel (fig. 6.5).

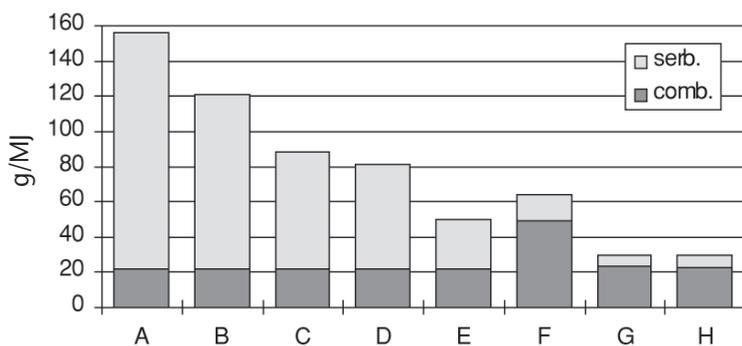


Figura 6.5
Pesi del
combustibile
e del serbatoio

| | | | |
|---|---------------------------|---|-------------------------|
| A | Acciaio Metano | B | Acciaio speciale Metano |
| C | Alluminio speciale Metano | D | Composito Metano |
| E | Acciaio GPL | F | Lamiera Metanolo |
| G | Lamiera Gasolio | H | Lamiera Benzina |

Con le nuove tecnologie in via di sviluppo che consentono l'utilizzo di materiali compositi è possibile ridurre i pesi del serbatoio in pressione al fine di migliorare le prestazioni del veicolo in relazione al combustibile trasportato. Al metano possono essere riconvertiti i veicoli attualmente in circolazione ed alimentati a benzina anche se risulta maggiormente proficuo l'utilizzo di motori specifici per l'utilizzo con il gas naturale. La rete di distribuzione del metano è abbastanza ramificata e la presenza della rete dei distributori risulta ben organizzata ed in via di espansione. Le risorse mondiali del gas naturale sono sufficientemente ampie e presenti in differenti regioni del pianeta per garantire un prezzo stabile del prodotto.

6.2.4 Tecnologia veicolare a celle a combustibile (idrogeno)

L'impiego di sistemi di propulsione veicolare con celle a combustibile (FCEV, Fuel Cells Electric Vehicles) rappresenta una delle alternative più promettenti nel medio-lungo termine: la loro potenzialità riguardo ad una efficienza superiore ed alla capacità di emissioni nulle o quasi-nulle (ZE, Zero Emission o NZE, Near-Zero Emission) al punto di utilizzo ne promuovono la candidatura come elemento fondamentale della propulsione veicolare per il trasporto del prossimo futuro.

Sforzi sistematici per realizzare i benefici intravedibili nell'utilizzo delle fuel cells (FC) nel settore dei trasporti si sono susseguiti negli ultimi 10 anni, frenati all'inizio dalla percezione che le FC fossero incompatibili economicamente e limitati nelle prestazioni per l'utilizzo su larga scala nei sistemi di propulsione veicolare.

Tali sforzi si sono concretizzati in una fitta serie di ricerche condotte nel Nord America, in Europa e Giappone, con lo scopo di dimostrare la fattibilità di un motore elettrico a celle a combustibile con prestazioni comparabili a quelle dei motori a combustione interna, con benefici ambientali comparabili a quelle dei motori elettrici e con efficienza superiore.

Gli sviluppi veramente significativi ottenuti in molte di queste ricerche ed il crescente interessamento da parte delle maggiori compagnie automobilistiche hanno praticamente gettato le basi per configurare tale tecnologia come disponibile commercialmente su larga scala nel prossimo decennio.

La tecnologia FC che ha ricevuto i più vasti consensi nel campo della trazione è quella PEM (Proton Exchange Membrane), a causa delle sue particolari condizioni operative: essa infatti funziona a temperature relativamente basse, può usare aria nella sua combinazione con l'idrogeno, ed ha eccellenti prestazioni con l'idrogeno.

Le direttrici principali di sviluppo per i FCEV sono state principalmente due:

- A) FCEV con combustibile ad idrogeno proveniente da stoccaggio a bordo del veicolo;
- B) FCEV con altri combustibili (metanolo, benzina, metano ecc.) e con sistema a bordo per la loro trasformazione in idrogeno della purezza necessaria.

Queste diverse direttrici di sviluppo lasciano intravedere diversi scenari possibili, con tutte le implicazioni che ne possono derivare; cercheremo di delineare la maggior parte di questi aspetti.

Le implicazioni *puramente tecniche* sono più facili da descrivere e valutare; esse si possono riassumere nei termini che seguono.

Nel caso A) (idrogeno stoccato a bordo del veicolo), siamo in presenza di una configurazione semplificata per quanto riguarda l'alimentazione e la trasformazione energetica, ma si va incontro inevitabilmente al problema della disponibilità dell'idrogeno qualora si prevedano impieghi di massa ed a quello dello stoccaggio a bordo del veicolo, con le sue questioni di contenuto energetico (che si traduce in autonomia) e di sicurezza.

Lo sviluppo della filiera dell'idrogeno come vettore energetico, prodotto a costi competitivi, preferibilmente con energia da fonti rinnovabili, e distribuito in maniera capillare sul territorio, può essere previsto solo nel lungo o lunghissimo termine.

Lo stoccaggio a bordo, a sua volta, ha proposto diverse soluzioni già disponibili ed in via di miglioramento (gas compresso in bombole, liquido a bassa temperatura, idruri metallici, nanofibre di carbonio) che cominciano a dare (specialmente quest'ultimo tipo di accumulo) valori di densità di energia comparabili a quelli di un carburante tradizionale.

Non è raro vedere associato alla scelta di accumulo dell'idrogeno a bordo del veicolo una scelta di ibridazione, cioè l'associazione di un sistema di accumulo elettrico (pacco batterie o supercapacitori) per dare luogo a quello che si chiama generatore a fuel cells assistito (power assisted FC), in quanto:

- consente di utilizzare un generatore a FC di potenza più limitata con considerevoli vantaggi di costo, peso e disponibilità, rispetto ad una soluzione con generatore FC di piena potenza direttamente connesso al motore di trazione. Infatti in questo caso le FC funzionano a regime fisso o limitatamente variabile in maniera tale da fornire *mediamente* la potenza di cui necessita la trazione; l'accumulo si preoccupa di fornire i picchi necessari alle variazioni operative (ad esempio durante le accelerazioni);
- l'accumulo poi può prendere in consegna tutto il recupero in frenata, allorché il motore elettrico funziona da generatore (in una tipica missione in ambito urbano mediamente congestionato, la quota di recupero in frenata può arrivare anche al 20% di quanto complessivamente impiegato), con ciò aumentando l'efficienza generale.

In conclusione, per un veicolo con FC alimentata con idrogeno stoccato a bordo, si può affermare:

- la previsione di utilizzo su larga scala può essere fatta solo sul lungo periodo, a valle di riassetamenti significativi dei sistemi di produzione e distribuzione dell'idrogeno. Questo non esclude il fatto che realtà particolari del trasporto (ad esempio il settore del trasporto pubblico) non possano assumere impegni sostanziali lungo questa linea;

- gli impatti ambientali al punto di utilizzo sono nulli e significativamente più bassi nel ciclo completo di produzione, trasporto ed utilizzo (ad esempio, l'acqua prodotta come residuo nella FC non crea alcun problema; è stato stimato che se l'intera flotta di veicolo passeggeri degli USA fosse costituita da FCEV, la quantità di acqua emessa annualmente ammonterebbe allo 0,005% della quantità naturale dovuta alla evapotraspirazione sul territorio USA).
- le efficienze energetiche sono significativamente più alte rispetto ai veicoli tradizionali (32-38%);
- le prestazioni veicolari sono garantite per tutte le diverse condizioni di funzionamento.

Nel caso B) (idrogeno prodotto a bordo del veicolo), l'attenzione si è concentrata prevalentemente sul metanolo, sulla benzina e, ad esempio, nel caso italiano sul metano come combustibili per ottenere gas ricchi di idrogeno tramite opportune procedure di ossidazione parziale o reforming a vapore, attivate a bordo del veicolo. Questo presuppone una complicazione maggiore nella struttura generale del veicolo, dovendosi tenere conto, per ingombro e costo, delle necessarie dotazioni tecnologiche, e venendosi anche a modificare il quadro generale dei rendimenti energetici e degli impatti ambientali.

Lo sviluppo di *fuel processors* (FP) per la produzione dell'idrogeno compatti, puliti ed economicamente accettabili per i differenti combustibili attualmente reperibili con facilità sul mercato, ed una operatività efficiente di tali FP in combinazione con le FC, sono tra i compiti più impegnativi nello sviluppo *automotive*: infatti le FC, i FP, le dotazioni ausiliarie per la pressurizzazione e l'umidificazione dei gas, i sistemi di controllo e la sensoristica associata, necessitano di una profonda integrazione meccanica, termica, chimica ed elettrica per un prodotto complessivo compatto, efficiente e di costo accettabile.

A dispetto di queste difficoltà accessorie, questa linea tecnologica è affollata di proposte e risultati, perché è in grado di fornire prodotti con prospettive commerciali nel tempo breve, integrabili perfettamente con la rete esistente di distribuzione del combustibile fossile.

Anche tale configurazione si può associare ad una soluzione ibrida, in cui a bordo del veicolo viene messo un accumulo elettrico per dimensionare le FC sugli impegni medi di potenza del veicolo (e non su quelli massimi), per il recupero energetico in frenata e per la gestione delle partenze a freddo.

In conclusione, per un veicolo con FC alimentata da idrogeno prodotto a bordo, si può affermare:

- aumenta la complessità tecnologica nel suo insieme, e quindi costo ed ingombro;
- il profilo emissivo del veicolo cambia, rimanendo sempre basso ma passando alla classe NZE, nel senso che si innesca una produzione locale di gas di emissione dovuta alla trasformazione a bordo, mentre nel caso precedente tale fase è demandata agli

- impianti centrali di produzione dell'idrogeno;
- c'è però la garanzia di un completo ed immediato inserimento scevro da problemi nelle reti di distribuzione dei combustibili, che costituisce un appealing commerciale notevole;
 - l'aspetto di sicurezza in questo caso è meno problematico per l'assenza di stoccaggio a bordo.

I potenziali *vantaggi ambientali* sono stati la principale molla di sviluppo delle celle a combustibile negli ultimi 30 anni e sono la motivazione degli attuali ingenti investimenti dell'industria automobilistica.

Un veicolo a celle a combustibile alimentato ad idrogeno è un veicolo ad emissione zero al punto d'uso ed ha emissioni globali dipendenti dal processo di produzione dell'idrogeno.

Le FC idrogeno-aria hanno emissioni zero, poiché non vi è alcun processo di combustione: il prodotto acqua, come già detto, risulta in quantità tali da non creare problemi neppure nella prospettiva di un impiego di massa.

Teoricamente anche la trasformazione (in caso di produzione di idrogeno a bordo del veicolo) da benzina, metanolo o metano a gas ricco di idrogeno può essere fatta senza emissione di inquinanti, avendo solo CO₂ ed acqua come prodotti di reazione.

In pratica è necessario attivare dei processi ausiliari di combustione da cui derivano presenze di NO_x, CO e gas carboniosi. La quantità di tali sostanze rimane pur sempre bassa, poiché i processi di combustione avvengono a temperature relativamente basse (quindi NO_x basso) e sotto controllo catalitico (quindi CO basso).

6.2.5 Tecnologia veicolare a GPL

I gas di petrolio liquefatti sono in parte raccolti come sottoprodotto presso i pozzi estrattivi ma per la rimanente parte sono il frutto della lavorazione del greggio. Essi sono composti da miscele di propano, butano e gas più pesanti in proporzioni variabili. Essi sono liquefacibili a pressioni relativamente basse e questo li rende interessanti per le operazioni di stoccaggio, trasporto ed uso a bordo del veicolo. L'accresciuta distribuzione del metano per uso domestico ha aumentato la disponibilità di gas liquefatto per usi di autotrazione. La rete di distribuzione è ampiamente diffusa e risulta di facile rifornimento come per i combustibili liquidi.

Alla pressione di circa 10 bar a temperatura ambiente il GPL può essere posto in serbatoi paragonabili a quelli del gasolio o della benzina con un leggero aggravio nel peso del serbatoio. Il numero di ottano e la facile vaporizzazione lo rende ideale per l'utilizzo in motori a scintilla.

L'utilizzo del GPL in motori controllati elettronicamente consente di ridurre le emissioni grazie anche all'adozione delle marmitte catalitiche. Il particolato e le sostanze

aromatiche sono praticamente assenti come per il metano, mentre i valori delle sostanze nocive sottoposte a controllo sono ai livelli del metano.

6.2.6 Tecnologia veicolare a biocombustibile (biodiesel)

Il biodiesel è un combustibile completamente vegetale e rappresenta una fonte di energia rinnovabile, a basso impatto ambientale, alternativo al gasolio di derivazione fossile. Esso possiede le stesse caratteristiche chimico-fisiche del gasolio tradizionale rappresentandone un sostituto ottimale con vantaggi ambientali quali la riduzione delle emissioni inquinanti e la liberazione dalla produzione di sostanze solforate. Inoltre non influisce sulle emissioni di CO₂, maggior responsabile dell'effetto serra.

Il biodiesel viene ricavato dalla trasformazione degli oli vegetali derivanti dalla soia, dal girasole o dalla colza ottenendo una miscela di esteri metilici degli acidi grassi. L'esterificazione è necessaria perché gli oli vegetali non presentano le caratteristiche adatte a sostituire il gasolio, ed anzi la loro combustione è notevolmente problematica.

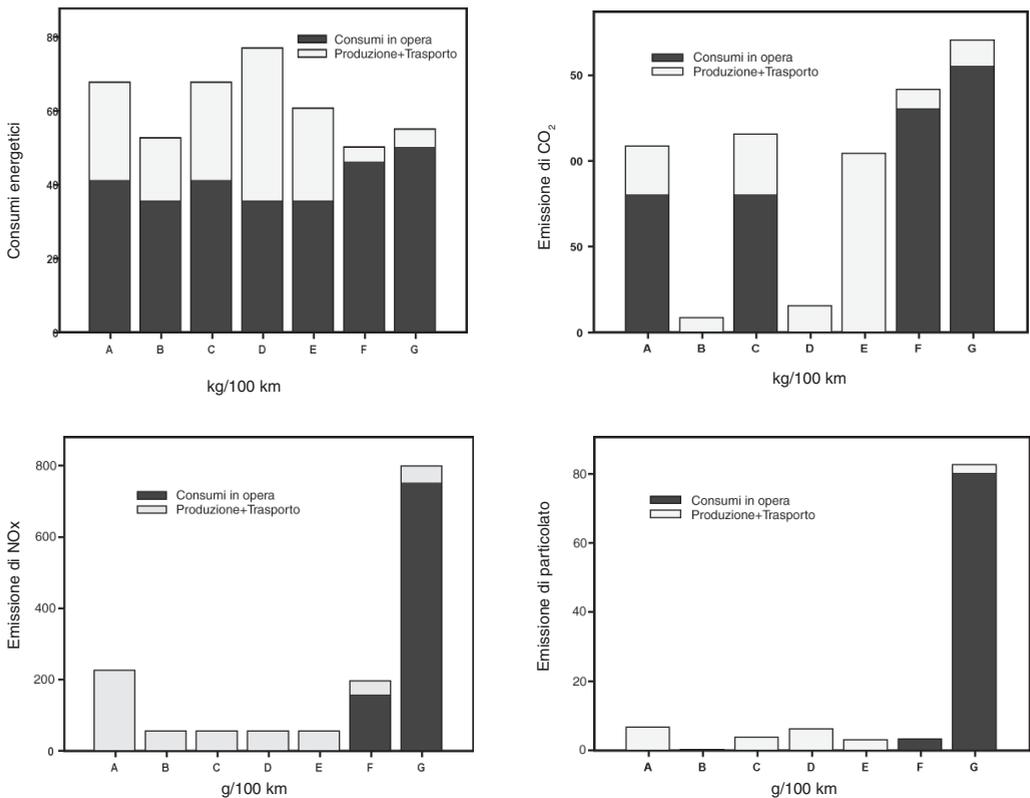
Per fare una tonnellata di biodiesel in media è necessaria una superficie di un ettaro, coltivata a colza o girasole, da cui si ottengono 2,5 tonnellate di semi da spremere per avere infine una tonnellata di olio che fornisce circa una tonnellata di biodiesel.

Il biodiesel è sostituibile al gasolio minerale e trova quindi buona applicazione come carburante nei motori diesel. Caratteristica del biodiesel è quella di essere una fonte di energia rinnovabile e quindi di poter apparire come una risorsa energetica per un uso eco-compatibile. Il biodiesel provenendo dal mondo vegetale non comporta l'immissione aggiuntiva in atmosfera della CO₂ prodotta nella combustione; esso inoltre possiede un potere calorifico confrontabile con quello del gasolio ed una bassissima percentuale di zolfo.

L'utilizzo del biodiesel non comporta aggravii evidenti per la parte motoristica ma richiede leggeri interventi di messa a punto specialmente a causa dell'elevato potere solvente del bio-combustibile.

Questi interventi consistono generalmente in: inserimento di filtri in aspirazione, pulizia dei serbatoi, controllo dell'usura dei tubi di aspirazione e di ritorno, del premistoppa della pompa e dei flessibili e delle guarnizioni. La sostituzione delle parti usurate deve essere eseguita con articoli prodotti in materiale compatibile (Viton, Teflon...).

I grafici presentati in figura 6.6 riportano confronti interessanti di *consumi energetici e di fattori emissivi* tra varie soluzioni tecnologiche per un veicolo di trasporto passeggeri (autobus); nel primo grafico sono presentati tra l'altro i consumi energetici totali stimati con riferimento al momento attuale, che risentono quindi per l'idrogeno dei suoi relativamente più alti costi di produzione e di distribuzione. Si nota in questo grafico una efficienza di consumo maggiore all'utilizzo per qualunque soluzione a FC (parti in scuro), rispetto alle due soluzioni MCI, mentre i costi aggiuntivi sono tali da portare i consumi energetici totali a livelli attualmente più alti.



Legenda per i grafici:

| | |
|--|---|
| A – FC + reformer (metanolo da legno) | E – FC (idrogeno compresso da gas naturale) |
| B – FC (idrogeno compresso da biomasse) | F – MCI a gas naturale compresso |
| C – FC + reformer (metanolo da gas naturale) | G – MCI a gasolio con basso tenore di zolfo |
| D – FC (idrogeno liquido) | |

Figura 6.6 - Confronto tra diverse tecnologie veicolari

6.3 Il mercato attuale

La diffusione del servizio di trasporto flessibile sembra uscire dai canoni sperimentali e muovere i primi passi verso una affermazione capillare in seno alle grandi e piccole città. La disponibilità di veicoli adatti allo scopo è uno degli elementi in grado di sostenere questa scelta modale del trasporto pubblico. Attualmente il servizio, per le dimensioni della domanda e per l'impostazione operativa che lo caratterizza, viene svolto tipicamente con veicoli equipaggiati con motore termico (quasi sempre un diesel) la cui dimensione si aggira sui 6-8 metri di lunghezza nel caso di minibus oppure di circa 4,5-5 metri nel caso di van.

Attualmente i veicoli innovativi occupano una porzione limitata nello scenario globale del mercato veicolare, ma essi si coniugano bene alle esigenze del TF. La loro collocazione in un mercato di nicchia può essere imputabile a diversi fattori tra cui spiccano quello economico e quello della affidabilità delle prestazioni. Il primo aspetto discende da un maggiore onere delle risorse investite in ricerca ed innovazione tecnologica da parte delle aziende produttrici e dai costi di produzione sicuramente più elevati a causa del superiore valore intrinseco delle novità tecnologiche utilizzate. L'insieme di questi elementi, unitamente al fattore di scala, induce un maggior costo unitario dei veicoli per far sì che le aziende produttrici possano bilanciare le spese sostenute. Il secondo punto da evidenziare è la garanzia di una matura tecnologia capace di offrire prestazioni energetiche ed ambientali superiori ai veicoli convenzionali ma con una affidabilità uguale, se non più grande, ai veicoli dotati di motore termico.

Oggi giorno molti dei vincoli imposti dalle esigenze operative delle aziende di trasporto sono ormai superabili e molteplici novità possono essere reperite sul mercato internazionale dei veicoli. Tra questi veicoli dotati di motorizzazione innovativa, sia per il sistema di trazione che per il combustibile utilizzato, presenteremo realizzazioni riguardanti i veicoli elettrici, gli ibridi, i veicoli a metano e a GPL.

I veicoli elettrici sono a questo punto ampiamente utilizzati in moltissime città come veicoli adatti alle esigenze del trasporto in seno ad isole pedonali o a zone a traffico limitato. La capacità di offrire zero emissioni (gassose ed in parte sonore) al punto d'uso ha rafforzato l'acquisizione dei veicoli elettrici e ha rappresentato la carta vincente per la sua diffusione pur con le limitazioni imposte dall'attuale stato dell'accumulo energetico. Esempi della produzione di veicoli elettrici possono essere rappresentati dai veicoli minibus della Tecnobus, della Cacciamalli e della CAM. La presenza di un numero cospicuo di aziende italiane nel settore della motorizzazione elettrica rispecchia il grande interesse mostrato in Italia dalle aziende produttrici ma anche dalle società di trasporto. Questa anzianità di presenza sul mercato ha fatto conseguire alle aziende italiane una notevole fetta delle vendite in Europa, ponendo l'Italia all'avanguardia nella progettazione di detti veicoli. In generale i veicoli elettrici sono progettati per offrire il giusto comfort all'utente rispettando i corretti rapporti tra volume e carico. Spesso sono offerte utili soluzioni per l'eliminazione delle barriere architettoniche e garantire il trasporto dei disabili. Quasi sempre sono caratterizzati da una linea essenziale ma piacevole in grado di accattivarsi l'utente e rendergli gradevole l'utilizzo.

La tabella 6.3 riporta a titolo d'esempio le caratteristiche del Gulliver elettrico della Tecnobus che applica una soluzione differente per la ricarica delle batterie scariche e per la continuità del servizio. Infatti il veicolo è provvisto di un sistema di estrazione rapida del pacco batterie (si veda la fig. 6.7) che può essere sostituito in breve tempo con un altro pacco batterie carico. Questa modalità di azione consente di tenere sotto carica più pacchi batterie e di limitare a poche decine di minuti le soste per ripristinare la carica

| | |
|--|-------------------------------|
| Posti passeggeri | 8 seduti - totali 27 |
| Lunghezza max | m 5,3 |
| Larghezza max | m 2,070 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,33 |
| Tara comprensiva di conducente | kg 3990 |
| Massa complessiva | kg 5826 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | c.c. con eccitazione in serie |
| Potenza max | 24,8 kW |
| Velocità max | 33 km/h |
| Batterie di trazione n.36 | 585 Ah |
| Tensione nominale | 72 V |
| Batteria servizi n.1 | 12 V |
| Autonomia | 6,5 h |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 16% |

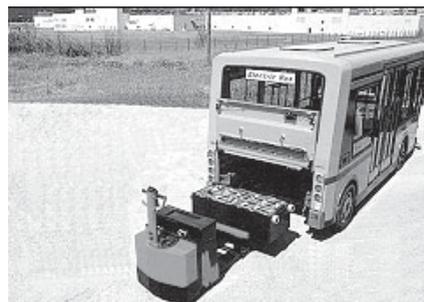


Figura 6.7 - La sostituzione del pacco batteria nel Gulliver Tecnobus

Tabella 6.3 - Caratteristiche del Gulliver elettrico Tecnobus

elettrica. Esperienze in campo hanno dimostrato la fattibilità delle operazioni ed i vantaggi conseguibili.

L'evoluzione del Gulliver ha portato alla produzione di un mezzo di superiore capacità (35 passeggeri in totale) con una autonomia in ciclo urbano di 7 ore circa. In particolare sono state scelte delle batterie di trazione che potessero potenziare la quantità di carica trasportabile nel rispetto dell'ambiente. Questo veicolo, denominato Pantheon (fig. 6.8), è predisposto per alloggiare ed utilizzare batterie agli idruri metallici in grado di fornire l'autonomia indicata. Anche tale versione può essere dotata di scivolo per l'accesso ai portatori di handicap. La tabella 6.4 riporta le caratteristiche generali del Pantheon Tecnobus.

| | |
|--|-------------------------------|
| Carrozzeria | completamente in vetroresina |
| Posti passeggeri | 9 seduti - totali 35 |
| Lunghezza max | m 6,2 |
| Larghezza max | m 2,070 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,33 |
| Tara comprensiva di conducente | kg. 5000 |
| Massa complessiva | kg. 7500 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | c.c. con eccitazione in serie |
| Potenza max | 30 kW |
| Velocità max | 33 km/h |
| Batterie di trazione n.48 | 62 kWh |
| Tensione nominale | 96 V |
| Batteria servizi | 24 V |
| Autonomia | 7 h |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 16% |



Figura 6.8 - Tecnobus Pantheon elettrico

Tabella 6.4 - Caratteristiche del Pantheon elettrico Tecnobus

Differente approccio per la ricarica viene utilizzato dalla EcoPowerTechnology (EPT) che in abbinamento al tradizionale sistema di ricarica di tipo conduttivo (presso colonnina di ricarica) consente di utilizzare un innovativo sistema di tipo induttivo. Il minibus Elfo (fig.6.9) prodotto dalla società EcoPowerTechnology su carrozzeria Cacciamalli, utilizza batterie al piombo gel con una avanzata elettronica per il controllo della trazione. La tabella 6.5 riporta le caratteristiche generali del mezzo. Il sistema di ricarica è a bordo per una potenza di 6,6 kW a 230 V per cui è possibile eseguire la ricarica alla normale rete avendo a disposizione un punto di prelievo della potenza opportuna.

L'elettronica di controllo della trazione utilizza dispositivi IGBT per la riduzione delle perdite di commutazione sfruttando l'avanzato sistema di inverter vettoriale e garantendo un rendimento superiore al 95%. Inoltre è presente una unità di gestione delle batterie che monitorizza le temperature e le tensioni delle batterie per evidenziare scostamenti dalle condizioni ottimali di lavoro delle batterie e garantire un intervento precoce di manutenzione.

| | |
|--|--------------------------|
| Posti passeggeri | 11 seduti - totali 38 |
| Lunghezza max | m 7,48 |
| Larghezza max | m 2,260 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,35 |
| Tara comprensiva di conducente | kg 7500 |
| Massa complessiva | kg 10500 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | asincrono trifase |
| Potenza max | 120 kW |
| Velocità max | 70 km/h |
| Batterie di trazione n.56 da 6 V | 180 Ah |
| Tensione nominale | 336 V |
| Batteria servizi n.2 | 24 V |
| Autonomia | 60 km in ciclo urbano |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 22% |



Figura 6.9 - Minibus Elfo elettrico di EPT/Cacciamalli

Tabella 6.5 - Caratteristiche del minibus Elfo elettrico di EPT/Cacciamalli

Il minibus Elfo ha la connotazione di un veicolo di maggiori dimensioni rispetto al minibus Gulliver e si inserisce in un segmento intermedio di mercato. Le sue maggiori dimensioni (circa 2 m in più di lunghezza) consentono una maggiore capacità di carico disponendo anche di un accesso facilitato grazie al pianale ribassato. Le batterie sono poste in appositi cassoni ventilati e di facile ispezione.

La pressante richiesta di aumentare l'autonomia operativa dei veicoli elettrici ha condotto alla diffusione dei veicoli ibridi anche nel settore del trasporto pubblico. In tal modo si riescono a coniugare gli aspetti ambientali di ridottissima emissione con quelli di una maggiore autonomia di servizio. Sul mercato interno dei veicoli minibus di detta

tipologia la concorrenza si fa ormai serrata tra le diverse aziende produttrici e le differenti soluzioni appaiono allettanti dal punto di vista delle prestazioni.

La CAM (Carrozzeria Autodromo Modena) propone il minibus ibrido Alè (tabella 6.6, fig. 6.10) di tipo seriale caratterizzato dall'impiego delle batterie Zebra al sodio riscaldato, tra le più avanzate presenti sul mercato. Esse sono dotate di un sistema di controllo della temperatura che la mantiene a 290 °C. La lunghezza è di circa 7,5 m con una capacità di 49 posti totali. Il caricabatteria è posto a bordo e permette la ricarica delle batterie da rete qualora scendano sotto il livello minimo operativo.

L'autonomia dovrebbe dipendere esclusivamente dalla capacità del serbatoio di combustibile se il veicolo viene utilizzato correttamente rispettando l'equilibrio energetico.

L'inverter di trazione a tecnologia IGBT è dotato di microprocessore che controlla la trazione mediante una modulazione PWM e tiene sotto osservazione i diversi apparati ed organi del veicolo per adeguare le prestazioni elettriche alle condizioni di lavoro meccaniche. Inoltre è presente anche il recupero in frenata come nella quasi totalità dei

| | |
|--|--|
| Posti passeggeri | 10 seduti - 49 |
| Lunghezza max | m 7,57 |
| Larghezza max | m 2,198 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,35 |
| Tara comprensiva di conducente | kg 6145 |
| Massa complessiva | kg 9.400 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | brushless trifase a magneti permanenti |
| Potenza max | 50 kW |
| Velocità max | 50 km/h |
| Batterie di trazione | Zebra 64 Ah |
| Tensione nominale | 276 V |
| Batteria servizi | 24 V |
| Gruppo generatore potenza nominale | 20 kW |
| Alimentazione | gasolio |
| Cilindrata c.c. | 1896 Turbo |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 16% |



Figura 6.10 - Minibus Alè ibrido CAM

Tabella 6.6 - Caratteristiche del minibus Alè ibrido CAM

veicoli elettrici. Il veicolo è dotato di un cambio elettromeccanico per la commutazione degli avvolgimenti del motore onde garantire un ottimale sfruttamento della coppia motore.

Nella filiera del veicolo ibrido il mercato nazionale offre anche altre interessanti possibilità come quella della EcoPowerTechnology su carrozzeria Mauri. In questo caso la novità essenziale consiste nel motore primario che prevede, in alternativa alla tradizionale versione diesel, l'uso di una turbina a gas naturale (tabella 6.7 e fig. 6.11). Questa soluzione riduce le emissioni rispetto alla versione diesel ma abbatte anche le emissioni acustiche e le vibrazioni sul veicolo.

| | |
|--|--------------------------|
| Posti passeggeri | 11 seduti - 46 |
| Lunghezza max | m 8 |
| Larghezza max | m 2,35 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,35 |
| Tara comprensiva di conducente | kg 9.300 |
| Massa complessiva | kg 12.500 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | asincrono trifase |
| Potenza max | 120 kW |
| Velocità max | 70 km/h |
| Batterie di trazione | Piombo gel 180 Ah |
| Tensione nominale | 336 |
| Batteria servizi | 24 V |
| Gruppo generatore potenza nominale | microturbina 30 kW |
| Alimentazione | gas naturale |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 19% a 13 km/h |

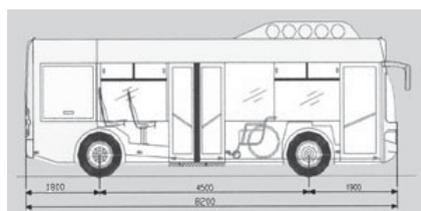


Figura 6.11 - Minibus Horus ibrido di EPT/Mauri

Tabella 6.7 - Caratteristiche del minibus Horus ibrido di EPT/Mauri

Le bombole per il gas sono disposte sulla parte superiore del veicolo e globalmente l'autonomia del veicolo con tale serbatoio dovrebbe attestarsi intorno ai 170 km. È prevista la predisposizione per il trasporto di disabili non deambulanti. Le batterie di trazione non sono estremamente sofisticate essendo le piombo gel ed il controllo della trazione avviene mediante un inverter vettoriale ad IGBT con un rendimento elevatissimo (>95%).

Di dimensioni ridotte, invece, è il minibus ibrido prodotto dalla Tecnobus (fig. 6.12 e tab. 6.8) che si riconduce alle proporzioni offerte dal Gulliver elettrico. L'autonomia di

| | |
|--|-------------------------------|
| Posti passeggeri | 8 seduti - totali 22 |
| Lunghezza max | m 5,3 |
| Larghezza max | m 2,070 |
| Altezza piano carico dal suolo | m 0,33 |
| Tara comprensiva di conducente | kg 4530 |
| Massa complessiva | kg 6045 |
| Sterzo | a sinistra con idroguida |
| Motore | c.c. con eccitazione in serie |
| Potenza max | 24,8 kW |
| Velocità max | 33 km/h |
| Batterie di trazione n.36 | 585 Ah |
| Tensione nominale | 72 V |
| Batteria servizi n.1 | 12 V |
| Gruppo generatore potenza nominale | 5 kW |
| Alimentazione | gasolio |
| Cilindrata c.c. | 451 |
| Autonomia | 11 h |
| Pendenza max superabile a pieno carico | 16% |



Figura 6.12 - Minibus Gulliver ibrido Tecnobus

Tabella 6.8 - Caratteristiche del minibus Gulliver ibrido Tecnobus

questo minibus su percorso urbano è di circa 11 ore. Il generatore primario di bordo è un motore diesel di appena 5 kW in grado di contenere le emissioni gassose entro valori molto bassi. Inoltre la possibilità di escludere il generatore durante la marcia e di viaggiare in solo elettrico consente l'utilizzo in zone di particolare sensibilità storico ambientale. Anche per tale versione esiste la possibilità di una rampa per disabili al fine di consentire il loro accesso a bordo.

Alternativa ai minibus a trazione elettrica/ibrida possono essere i prodotti della CAM dotati di motore termico alimentato da gas naturale o da GPL. Questi veicoli utilizzano la carrozzeria dell'Alè ossia sono dei veicoli corti che si differenziano per una diversa capacità di trasporto. Infatti il mezzo a gas naturale trasporta 3 passeggeri in meno a causa dei maggiori pesi dovuti alle bombole di gas (tabella 6.9 e figg. 6.13 e 6.14).

| | CNG | GPL |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| Lunghezza (mm) | 7570 | |
| Larghezza (mm) | 2198 | |
| Altezza piano di calpestio (mm) | 350 | |
| Posti | 47 | 50 |
| Peso totale (kg) | 9600 | 9600 |
| Cilindrata (cm ³) | 4580 turbo | 4580 turbo |
| Potenza (kW) | 111 kW @ 2400 rpm | 112 kW @ 2400 rpm |
| Coppia | 580 Nm @ 1400 rpm | 580 Nm @ 1400 rpm |
| Velocità max. (km/h) | 70 | 70 |
| Pendenza | 16 | 16 |
| Serbatoi | 3 per 420 litri totali | 2 per 105 litri totali |

Tabella 6.9
Caratteristiche
dei minibus Alè



Figura 6.13 - Alè GPL della CAM

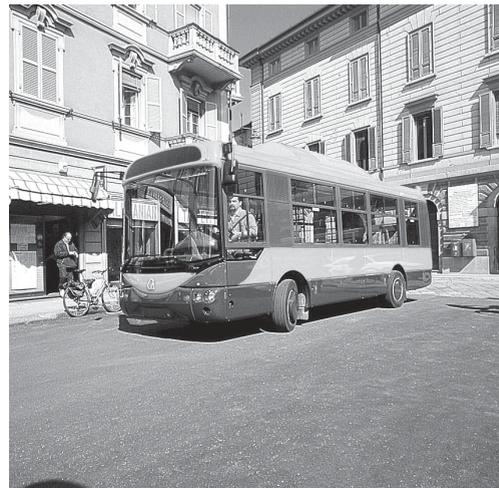


Figura 6.14 - Alè CNG della CAM

L'uso del motore termico, anche se alimentato da combustibili più puliti del gasolio, induce un maggior inquinamento rispetto all'ibrido o all'elettrico. Però questi modelli potrebbero trovare maggior riscontro presso le aziende di trasporto per la loro similarità ai veicoli convenzionali nella meccanica e nelle operazioni di manutenzione. Inoltre la ridotta presenza di elettronica potenzialmente profila una superiore affidabilità. Questo aspetto si propone con maggior evidenza se si considera la presenza delle batterie di trazione a bordo delle altre due tipologie con motore elettrico.

Un altro interessante segmento del mercato dedicato ai veicoli per il trasporto flessibile è quello dei veicoli van che offre diverse soluzioni innovative alla classica motorizzazione diesel. Il numero di posti offerti da questi veicoli risulta essere, in genere, ridotto rispetto ai minibus attestandosi intorno ai 7 posti. Quindi le applicazioni nel trasporto flessibile sono specialmente indirizzate a quelle opzioni a bassa e bassissima domanda di trasporto. Molti di detti veicoli possono essere facilmente trasformati a GPL grazie ai kit ormai presenti sul mercato ma è ormai cospicua la presenza di modelli aventi di serie l'alimentazione a GPL o a metano. In taluni casi si può persino trovare la soluzione bi-fuel.

Un esempio della disponibilità di van innovativi è offerto dalla Mercedes che pone in listino il 308E Sprint ed l'NGT Sprinter. Il primo è un veicolo elettrico che può essere dotato, a scelta, di due diversi sistemi di accumulo: le batterie al piombo gel e le batterie Zebra. A seconda della scelta si ha una autonomia di percorrenza da 70 a 90 km. La velocità di punta è di 90 km/h.

Il mezzo a gas naturale (NGT Sprinter) ha una capacità dei serbatoi di 130 litri per una autonomia stimata in 200 km circa aumentabile a 320 con l'utilizzo di un serbatoio addizionale di 80 litri. Il motore ha una cilindrata di 2295 cm³ con una potenza pari a 95 kW @5400 rpm.

Su questa linea il mercato americano offre una buona varietà di veicoli van e supervan da poter impiegare nel trasporto collettivo flessibile. Tra questi mezzi possiamo indicare il Dodge Ram Wagon della Chrysler nelle versioni ad 8 o 15 passeggeri alimentato a gas naturale avente una autonomia di 200 miglia circa ed un motore di 5200 cc.

Altro mezzo a gas naturale è il Ford Econoline a gas naturale da 18 passeggeri avente una autonomia di 150 miglia con un serbatoio di 15,4 galloni ed un motore da 5400 cc.

Il modello Ford è prodotto anche in configurazione bi-fuel (GPL-benzina) con una autonomia a gas pari a 100 miglia ed un serbatoio pari a 20,5 galloni.

Ringraziamenti

Si ringraziano le diverse case costruttrici menzionate nel presente lavoro per la loro disponibilità al reperimento dei dati e delle figure qui riprodotte.

Esperienze in atto a livello europeo e nazionale

G. Ambrosino, M. Romanazzo

Come già ricordato nei capitoli precedenti, una consistente parte del trasporto locale è complementare al trasporto passeggeri convenzionale basato su grandi autobus, tram e treni regionali con percorsi e tempi predefiniti. Questo tipo di servizio viene invece generalmente fornito da autobus più piccoli, minibus, taxi, auto e risponde alle esigenze di mobilità nelle aree più disperse, sia durante le ore con bassa richiesta, nelle zone scarsamente popolate, sia per utenti potenziali dispersi tra la popolazione. Questi servizi flessibili o intermedi normalmente vengono gestiti a livello locale e sono rivolti sia ad un pubblico generico che a specifici gruppi (ad es. anziani, disabili, persone con momentanee difficoltà motorie ecc.) e garantiscono sia il trasporto locale che la connessione con il trasporto di linee tradizionale e/o con le altre modalità (ad es. rete dei bus, servizio ferroviario ecc.).

I benefici e gli impatti (diretti ed indiretti) che sono stati valutati, attraverso i progetti Europei, comprendono:

- servizi con percorsi flessibili che consentono l'accesso attraverso un'intera area piuttosto che lungo corridoi specifici e fissi e che assicurano in questo modo una copertura del servizio più ampia;
- un migliore accesso ai servizi locali e in alcuni casi ai centri più grandi;
- una migliore mobilità e accessibilità per i disabili e gli anziani;
- una migliore mobilità e un migliore accesso ai servizi può aiutare le persone con limitate possibilità di spostarsi, specialmente i giovani e le famiglie, nelle aree dove la popolazione è in calo o dove più alto è il disagio economico e/o sociale;

- i “costi” complessivi del servizio possono incoraggiare un incremento dei livelli di fornitura del servizio stesso, l’uso di esso e creare così un sostenibile “circolo virtuoso” di miglioramenti (passeggeri, operatività, redditività ecc.);
- per le zone ad alta affluenza di turisti, un trasporto pubblico migliorato e flessibile può incoraggiare un turismo “senza auto” e sostenibile;
- una migliorata mobilità in generale farà crescere il livello delle attività economiche locali.

Di seguito prima di introdurre le singole esperienze maturate sia a livello europeo che nazionale, si vuole fornire una sintesi delle esperienze di alcuni dei progetti pilota per i servizi a chiamata (DRT) sviluppati in Europa durante il Quarto Programma Quadro di Ricerca (1998-2000) della Unione Europea (tra i quali anche alcune delle esperienze presentate in seguito). Si vuole mettere in evidenza come alla base delle differenti soluzioni tecnologiche e gestionali (quali quelle presentate nei capitoli precedenti) deve essere sempre tenuta in conto la necessità di una efficiente collaborazione tra Gestori, Società telematiche e le Autorità locali per sostenere lo sviluppo e diffondere questa innovativa forma di servizi di trasporto collettivo attraverso l’Europa.

Principali progetti e dimostrazioni

Le principali dimostrazioni dei servizi DRT in Europa sono state portate avanti in diverse zone durante i progetti SAMPO e SAMPLUS come anche nel progetto SIPTS. All’interno di SAMPO e SAMPLUS, sono state coinvolte differenti zone territoriali in Belgio, Finlandia, Irlanda, Italia, Germania, Svezia e Regno Unito (tabella 7a). Le aree hanno interessato sia ambienti urbani e peri-urbani che rurali, e i servizi di trasporto erano rivolti sia al grande pubblico che a categorie speciali di utenti.

Come indicato dalle dimostrazioni di SAMPLUS, la natura del territorio da servire, il servizio e le caratteristiche operative di gestione possono influire in modo determinante lo sviluppo dei servizi e sistemi DRT. Uno dei punti di forza dei servizi DRT in generale e del progetto SAMPLUS in particolare, consiste nell’abilità di operare con successo in questi ambienti altamente variabili.

Di seguito vengono evidenziate le principali caratteristiche delle aree geografiche coinvolte SAMPLUS e riassunte le relative differenze, fornendo così uno schema di riferimento per potenziali siti DRT e per sottolineare le possibili somiglianze e differenze tra i siti esistenti. Maggiori dettagli sugli schemi di servizio e le soluzioni operative e gestionali adottate nei diversi siti si possono trovare in bibliografia.

Le principali caratteristiche dei siti DRT SAMPLUS

Le dimensioni delle aree dei servizi DRT SAMPLUS (fig. 7.0.1.a) sono influenzate dal tipo di servizio DRT che vi è stato realizzato. Ad un estremo il sito belga copre tre

| Città/Paese/Regione | Nazione | Applicazioni/Ambiente | | | |
|--------------------------|---------|-----------------------|------------|------------------------|------------------------|
| | | DRT/Rurale | DRT/Urbano | Utenti speciali/rurale | Utenti speciali/urbano |
| Limbourg | BE | • | | | |
| W-Flanders/E-Flanders | BE | • | | | |
| Seinäjoki | FI | • | | • | • |
| Tuusula/Järvenpää/Kerava | FI | • | | • | • |
| Kilkenny (FS) | IRL | • | • | | |
| Cavan-Leitrim (FS) | IRL | • | | - | |
| Florence/Campi Bisenzio | IT | • | • | | • |
| Hägsbo (Gothenburg) | SE | | • | | • |
| Märsta (Stockholm) | SE | | • | | • |
| W-Sussex/Surrey (FS) | UK | • | | • | |

Tabella 7a - Aree geografiche e tipo di applicazioni coinvolte nei progetti SAMPO/SAMPLUS

province che non sono densamente popolate (fig. 7.0.1.c), nonostante la popolazione totale sia abbastanza numerosa (fig. 7.0.1 b): ciò ha portato alla fornitura di molti servizi che coprono le province (fig. 7.0.2). Viceversa i siti italiano e svedese rappresentano aree piccole densamente popolate e vi sono stati realizzati pochi servizi DRT. Dove la densità della popolazione è molto bassa, sono state impiegate soluzioni differenti come in Irlanda dove diversi percorsi sono stati utilizzati per coprire un'ampia area; mentre nella dimostrazione finlandese viene utilizzato soltanto un percorso per un'area piccola, ma la copertura è molto più flessibile (fig. 7.0.2). Il numero di veicoli usati (fig. 7.0.2) è proporzionale al numero dei servizi. L'eccezione si ha con i siti finlandesi dove i taxi costituiscono parte integrale del servizio DRT, fornendo così un modello di riferimento per una possibile cooperazione intermodale.

Il numero degli operatori DRT SAMPLUS (fig. 7.0.2) rispecchia l'ambiente istituzionale ed organizzativo dei siti. Così in Belgio e in Italia è presente un solo gestore degli autobus dovuta alla gestione del trasporto collettivo ancora pubblica ed altamente regolata. In Svezia la gestione del servizio (o dei percorsi) è soggetta ad una competizione tra possibili operatori di flotte di veicoli ma dal momento che sono stati realizzati soltanto percorsi singoli, non c'è stata opportunità di impiego per più di un operatore. Nel Regno Unito e in Finlandia è permessa la competizione. In questi casi il numero degli operatori è limitato dalla naturale attenzione posta nei riguardi di tecnologie relativamente costose in un mercato aperto.

Si possono utilizzare molte variabili per descrivere le caratteristiche operative di un sito, ad esempio il tempo minimo di prenotazione necessaria prima del viaggio mostra un'ampia varietà. Mentre i siti italiano e svedese hanno un breve periodo (15 minuti), gli altri siti richiedono almeno che la chiamata per ottenere il servizio avvenga almeno

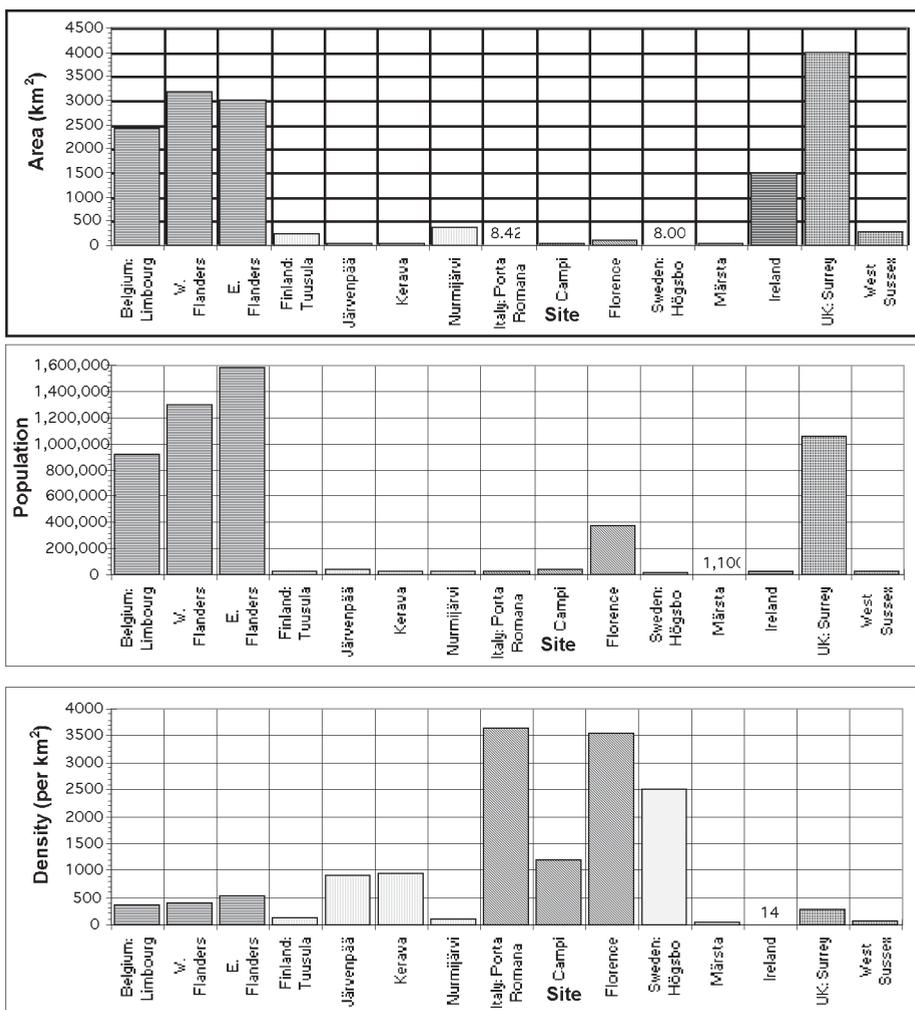


Figura 7.0.1 - (a) Area, (b) Popolazione, (c) Densità in SAMPLUS DRT

un'ora prima della effettuazione del viaggio. Le differenti dimostrazioni hanno dimostrato che periodi più lunghi di prenotazione sono più vantaggiosi per gli operatori del TDC, ma meno flessibili per i passeggeri.

Il modello del servizio DRT viene sviluppato in base a molti criteri, ad es. la distribuzione e la densità della popolazione e la conseguente potenziale domanda, l'ammontare del capitale disponibile per l'investimento nei veicoli, SW e operatori ma è soprattutto l'analisi delle esigenze degli utenti a pilotare i gestori verso le soluzioni più appropriate. Di fatto pochi schemi generici si sono rivelati fondamentali nello sviluppo e gestione dei servizi DRT e sono caratterizzati in termini di crescita del livello di flessibilità, dal

– punti in una zona: il servizio non ha fermate predefinite e può raggiungere qualsiasi punto di partenza/destinazione all'interno della zona scelta.

I percorsi semi fissi sono più facili da programmare: questo approccio viene impiegato in Irlanda e nel West Sussex (GB). Percorsi più flessibili vengono utilizzati in Belgio, in Italia (Porta Romana) e a Gothenburg e Stoccolma (Svezia), mentre un virtuale percorso flessibile è stato trovato nelle altre due aree italiane e in quella finlandese (fig. 7.0.3).

Il processo di prenotazione del viaggio DRT dipende in parte dal tipo di tragitto. Ad esempio, è necessaria la prenotazione in anticipo per fermate non predefinite e predefinite, dal momento che non esiste garanzia che il veicolo passerà da questi luoghi. È sempre disponibile la prenotazione manuale con il TDC. L'IVR ha avuto successi variabili: mentre continua ad essere utilizzato a Stoccolma e in Belgio, in Finlandia alcuni esperimenti hanno dimostrato che non vale la pena di continuare ad usarlo.

Ugualmente la prenotazione tramite Internet è stata impiegata con continuità a Stoccolma e in Belgio. La prenotazione del viaggio di ritorno invece comporta alcune complicazioni che hanno portato a differenti soluzioni innovative: a Gothenburg vengono usate tessere magnetiche, mentre nel West Sussex è pianificato l'utilizzo di un "touch screen".

Di seguito quindi vengono descritte in dettaglio alcune delle esperienze in atto (tra le quali alcune frutto dei progetti SAMPO e SAMPLUS) sia a livello europeo che nazionale nelle quali gli autori tendono a sottolineare gli aspetti operativi, organizzativi gestionali e l'efficacia delle risposte fornite alle tipologie di utenza a cui questi servizi si rivolgono nel quadro di insieme schematizzato precedentemente.

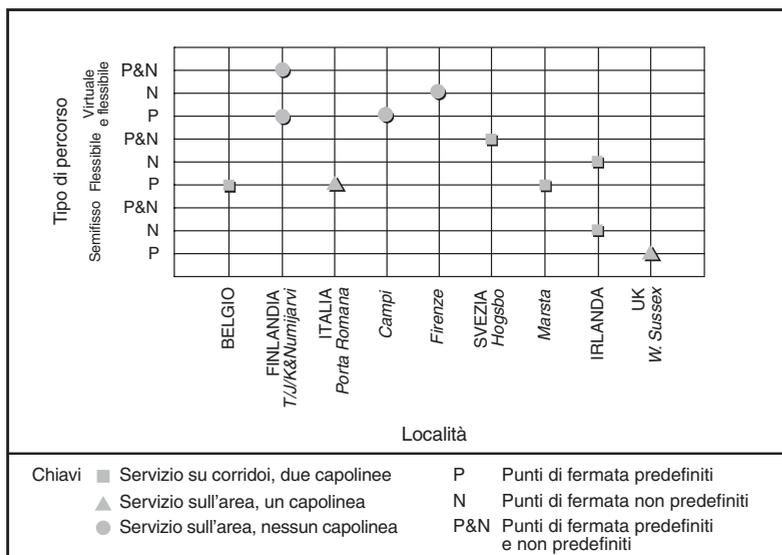


Figura 7.0.3
DRT: esempi di viaggi nei siti SAMPLUS

Questi casi studio rappresentano di fatto le esperienze “storiche” dei servizi flessibili che negli ultimi anni, specialmente in Italia, hanno avuto un rapido sviluppo e una crescente attenzione dalle differenti Autorità locali e regionali. Proprio per convogliare nella direzione “giusta” questa attenzione queste esperienze vengono presentate così come del resto è nello spirito del volume complessivo.

7.1 L’esperienza De Lijn in Belgio

D. Engels, L. Weyns

Nel 1990, De Lijn, l’Azienda di Trasporto Pubblico della Regione Fiandre ha dato avvio ad un progetto pilota teso a valutare un nuovo servizio di trasporto collettivo a domanda. In una piccola area nella zona ovest delle Fiandre un autobus operava tra fermate su richieste avanzate telefonicamente dagli utenti. Si trattava di un primo tentativo di ottenere un adattamento migliore tra le esigenze degli utenti del trasporto pubblico e gli interessi dell’azienda fornitrice del servizio. Oggi, a circa dieci anni da quel primo tentativo, 18 servizi DRT sono in funzione nelle aree rurali più periferiche delle Fiandre ed altri verranno introdotti a breve. Il concetto di trasporto pubblico a domanda è maturo ed acquisito, e costituisce un elemento fondamentale nell’organizzazione del trasporto pubblico regionale.

7.1.1 Il contesto operativo

De Lijn gestisce il trasporto pubblico urbano, interurbano e regionale nella parte fiamminga del Belgio. L’azienda conta circa 4800 addetti ed una flotta di 2000 autobus e 270 tram. A questi si aggiungono circa 850 autobus gestiti da aziende private minori che operano per conto di De Lijn. In collaborazione con le Ferrovie Belghe, la missione di De Lijn è garantire un’offerta di servizi in grado di rispondere alle necessità di trasporto essenziali dell’utenza.

Il trasporto pubblico fiammingo si trova di fronte ad alcune importanti sfide. Da un lato, emerge un’esigenza di razionalizzazione dell’organizzazione complessiva del sistema, storicamente incentrato su un modello che prevede un numero elevato di linee finalizzate a servire il maggior numero possibile di origini e di destinazioni nella regione. Tuttavia, i costi del servizio sono sempre meno coperti dai ricavi generati dalla vendita dei titoli di viaggio, mentre il numero di origini e destinazioni servite è aumentato a dismisura nel tempo. La risposta a questo problema tradizionalmente sviluppata dalle aziende di trasporto è stata la riduzione della frequenza del servizio, ma ciò ha avuto come principale effetto un’ulteriore riduzione dell’utenza e, quindi, dei ricavi.

D’altra parte, gli utenti hanno crescenti esigenze di mobilità e il trasporto pubblico deve essere in grado di svolgere due ruoli fondamentali: garantire la mobilità essenziale a tutti ed offrire un’alternativa forte all’uso dell’auto privata, riducendo gli impatti

negativi della mobilità personalizzata. In particolar modo nelle aree rurali della regione fiamminga garantire il diritto alla mobilità essenziale è un fattore primario per mantenere in vita piccoli centri e villaggi. Generalmente, infatti, in questi centri più del 60% della popolazione, per la maggior parte bambini, studenti, anziani, casalinghe ecc., non possiede un'auto o non ne può usufruire in modo permanente. La carenza di servizi di trasporto pubblico di adeguato livello qualitativo si traduce in limitazioni alle attività e alle iniziative di queste fasce di popolazione. Ciò è inoltre una delle cause primarie della mancanza di servizi adeguati in questi centri (amministrazione pubblica, servizi commerciali ecc.) e, in ultimo, della scarsa vivibilità dell'ambiente stesso.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, fornire una valida alternativa all'uso dell'auto, importanti requisiti che possono spingere i cittadini a preferire il trasporto pubblico all'auto privata sono una più ampia distribuzione dei tempi di viaggio, una maggiore valorizzazione del tempo ed elevati livelli di affidabilità del servizio.



Figura 7.1.1
Tipico veicolo DRT
della società De Lijn

In questo contesto generale, i servizi DRT possono essere introdotti in diverso modo per ridurre i costi operativi e proporre agli utenti una più ampia offerta di trasporto, capace di soddisfare in modo più flessibile le loro esigenze di mobilità.

I servizi DRT diventano quindi un livello fondamentale della nuova rete di trasporto pubblico. Questa nuova concezione del trasporto pubblico comprende quattro livelli gerarchici di servizi. I primi due livelli offrono collegamenti diretti e veloci tra le città maggiori e i maggiori centri regionali; il terzo livello riguarda il trasporto all'interno dell'area urbana; l'ultimo livello comprende i servizi locali e rurali, eventualmente gestiti a domanda, con funzione di servizi di raccordo con i livelli superiori del trasporto pubblico.

7.1.2 *Aspetti organizzativi*

150 I servizi a domanda sono organizzati e gestiti da De Lijn in modi differenti e in accordo a diversi schemi. Alcuni servizi sostituiscono servizi di linea normali, altri sono stati

introdotti come servizi aggiuntivi alla rete di trasporto esistente. Tutti i servizi seguono alcuni principi generali.

I clienti devono prenotare il viaggio al minimo un'ora prima. Ciò avviene al telefono: un operatore della centrale che gestisce il servizio DRT discute con il cliente il servizio possibile ed effettua la prenotazione. L'impiego di un operatore e di una negoziazione diretta del servizio con l'utente lasciano in ogni caso larghi margini di flessibilità allo schema generale della prenotazione. Nella pratica diversi operatori sono in grado di gestire le prenotazioni accettando richieste anche poco prima della partenza del viaggio.

I servizi DRT sono gestiti tra fermate. Le fermate servite a domanda sono pubblicizzate tramite opuscoli informativi distribuiti agli utenti e sono chiaramente indicate sulla strada da apposite paline.

Un tipico servizio DRT è in funzione attorno alla cittadina di Veurne. Circa 80 fermate vengono servite a domanda in un'area di 140 km². Vengono servite dal bus solo le fermate a richiesta, che vengono raggiunte secondo il percorso più breve. La stazione ferroviaria della città di Veurne è l'origine e la destinazione di ogni viaggio. Qui l'auto-bus sosta anche in corrispondenza delle coincidenze con i principali treni e può sostare anche per il tempo necessario a raggruppare i passeggeri di diversi viaggi. Prima dell'introduzione del servizio a domanda erano in funzione due linee normali che collegavano, a intervalli di due ore, diversi piccoli centri con il centro di Veurne. Con il servizio DRT un solo bus è in grado di realizzare lo stesso tipo di collegamento con una frequenza di un'ora. Il beneficio per l'azienda di trasporto e per i clienti è evidente.

Un altro modello tipico è rappresentato dal servizio di trasporto pubblico tra alcune città nella provincia di Limburg (fig. 7.1.2). L'intero sistema è costituito da linee di forza, ad elevata capacità e frequenza, che fungono da asse primario di collegamento tra città. A queste si aggiungono servizi DRT che operano come sistema di raccolta all'interno di bacini di utenza limitati e trasportano i passeggeri verso alcune fermate delle

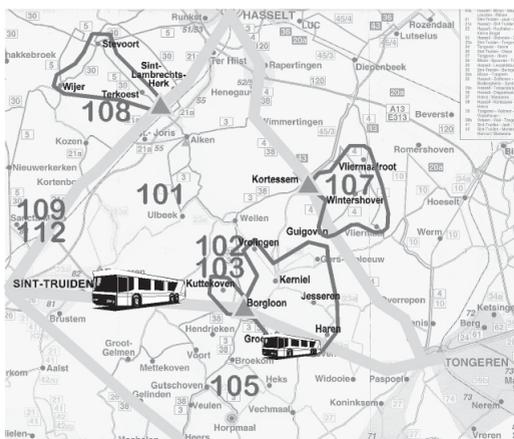


Figura 7.1.2
Nuovo modello organizzativo nel Limburg:
DRT come servizi di adduzione alle linee di forza 151

linee primarie. Questa modalità sostituisce diverse linee convenzionali che in precedenza collegavano direttamente i centri minori con le città principali. Le fermate di interscambio tra i due livelli del sistema costituiscono un elemento chiave dell'intero modello di servizio e per la sua accettazione da parte degli utenti. A compensazione di una maggiore complessità del viaggio, dovuta al cambio tra le due tratte, il passeggero ottiene diversi altri vantaggi: frequenze maggiori, la sicurezza del servizio e un maggior numero di destinazioni raggiungibili in tempi più brevi. Per l'azienda di trasporto, questo tipo di organizzazione significa, in primo luogo, l'impiego di un minor numero di veicoli per garantire il servizio agli utenti.

Nel breve termine, De Lijn attiverà un nuovo servizio DRT nella città di Hasselt in determinate fasce orarie. Il servizio giornaliero viene normalmente effettuato da 7 linee normali che coprono l'intera area urbana. Tuttavia nelle fasce serali e notturne la domanda è troppo debole e non giustifica un sistema di trasporto con queste caratteristiche. Con il nuovo servizio 3 linee DRT potranno coprire l'intera area cittadina operando unicamente tra fermate a domanda, con frequenze simili al servizio precedente.

Tutte queste esperienze mostrano come l'introduzione del servizio DRT abbia in effetti interrotto il circolo vizioso tipico del trasporto pubblico: meno passeggeri – minore offerta – meno passeggeri. Con il modello DRT il servizio può essere organizzato e gestito a minori costi per quanto riguarda sia gli autisti che i mezzi, migliorando contemporaneamente la risposta alla domanda di viaggio espressa dagli utenti.

7.1.3 Sistema di gestione del servizio DRT

Operativamente il servizio è organizzato secondo le seguenti procedure. Le aree e le fermate servite dal sistema sono note ai residenti. I clienti del sistema DRT formulano le loro richieste di viaggio agli operatori del servizio e ciò avviene, attualmente, tramite il telefono. Accolta dall'operatore, la richiesta viene elaborata dal sistema di gestione in tempo reale, specificando all'utente in modo preciso i tempi di prelievo all'origine e di arrivo a destinazione. Tali tempi sono determinati sulla base delle prenotazioni precedenti e delle condizioni di flessibilità (o non flessibilità) dei percorsi effettuati dal veicolo. Dal momento che i percorsi dell'intero servizio vengono determinati completamente dalle richieste effettive dei passeggeri, l'utilizzo di algoritmi e modelli sofisticati per la pianificazione (in tempo reale) del servizio è essenziale per ottenere il sistema di percorsi più efficiente, offrendo contemporaneamente elevati livelli di qualità del servizio per i clienti e una gestione delle risorse economicamente efficace per l'azienda di trasporto.

Quando il sistema DRT è realizzato su vasta scala, ciò è possibile unicamente tramite l'utilizzo di opportuni strumenti di ausilio *on-line* per gli operatori che devono effettuare la pianificazione e la gestione del servizio. Tali strumenti devono essere dotati di elevate capacità grafiche e di interazione con l'operatore, devono gestire i processi di

trasferimento dei dati e di comunicazione con i veicoli DRT e controllare, in generale, lo svolgimento del servizio in tempo reale.

De Lijn si è dotata di un tale sistema di gestione del servizio (fig. 7.1.3), realizzato gradualmente nell'ambito di due progetti Europei di ricerca e sviluppo, PHOEBUS e SAMPO, svolti nel corso del programma della DGXIII Transport Telematics. Il sistema è costruito attorno ad un modulo centrale chiamato RING, che integra diverse applica-

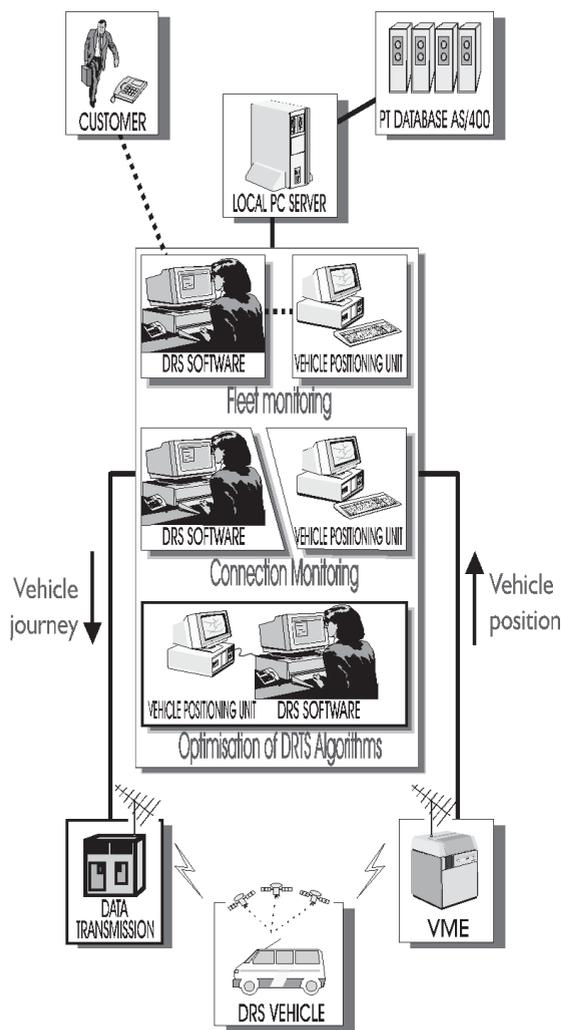


Figura 7.1.3
Architettura tecnologica per la gestione del servizio DRT

zioni necessarie ad un'efficiente gestione del servizio DRT come elemento base della rete di servizi di trasporto pubblico. Tali applicazioni comprendono: la gestione delle richieste degli utenti, la cancellazione o modifica delle richieste, la generazione e gestione di informazione sul servizio, la gestione *on-line* dei viaggi, l'archiviazione e gestione di informazione relativa al servizio, la gestione dei dati per la comunicazione con i veicoli e per il monitoraggio della flotta. Il software RING si integra con altre tecnologie per la gestione del trasporto pubblico, come la rete di comunicazione radio del sistema AVL, il database gestionale generale ospitato su AS/400 e il sistema di bigliettazione. Ciò consente un'estensione delle funzionalità del sistema DRT verso l'integrazione in tempo reale con altre modalità del trasporto pubblico, la possibilità di gestire variazioni all'ultimo istante dello *scheduling* del servizio, la gestione delle prenotazioni a bordo dei veicoli, l'integrazione con un sistema informativo geografico. Il sistema opera in ambiente standard MS Windows ed è realizzato secondo un'architettura *client-server* che consente l'utilizzo contemporaneo da parte di più operatori.

L'esperienza sviluppata fino ad oggi nella gestione di servizi DRT su aree di ampie dimensioni dimostra chiaramente il valore di questo sistema e l'utilità delle tecnologie telematiche più avanzate nella gestione e nel monitoraggio di questo modello innovativo di gestione del trasporto pubblico.

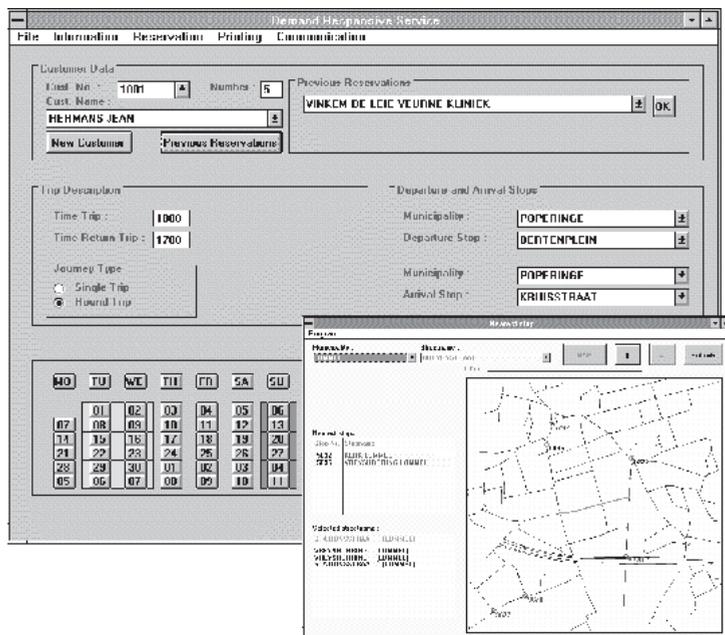


Figura 7.1.4
Interfaccia dell'operatore per la gestione delle prenotazioni nel sistema RING

7.2 L'esperienza finlandese in Keski-Uusimaa

P. Eloranta, A. Kalliomaki

L'introduzione sperimentale di servizi DRT in Finlandia, iniziata nell'ambito dei progetti SAMPO e SAMPLUS, ha riguardato due diversi siti pilota: la città di Seinäjoki, situata nella parte occidentale del paese, e la regione di Keski-Uusimaa, nel sud della Finlandia. Dopo la fase esplorativa avviata con il progetto SAMPO, il sito pilota di Seinäjoki ha proseguito l'esperienza nel quadro di un progetto locale. Il sito di Keski-Uusimaa, al contrario, ha sviluppato a livello Europeo sia la fase di introduzione delle tecnologie e di allestimento della struttura organizzativa necessarie all'attuazione del servizio a domanda (progetto SAMPO, 1996-1997) sia la fase di sperimentazione e dimostrazione vera e propria (progetto SAMPLUS, 1998-1999). Fra i due progetti, il DRT pilota di Keski-Uusimaa rappresenta certamente l'esperienza più estesa ed approfondita e verrà descritta nel seguito.

7.2.1 Caratteristiche del sito

La regione di Keski-Uusimaa comprende tre municipalità indipendenti: Tuusula, Järvenpää e Kerava. Complessivamente, il territorio regionale si estende su una superficie di 296 km², ha una popolazione di 99.000 abitanti e una densità abitativa media di 334 abitanti/km². Come si può vedere dalla tabella seguente, le tre municipalità che lo compongono differiscono fra loro significativamente quanto a estensione e densità abitativa.

La figura 7.2.1 mostra la posizione geografica dell'area, situata a circa 25 km a nord dell'area Metropolitana di Helsinki.

L'offerta di trasporto nella regione comprende tutte le modalità tradizionali: taxi, autobus, treno e servizi speciali per disabili e utenti a ridotta mobilità effettuati per mezzo di minibus attrezzati, chiamati in Finlandia "invataksi". La principale autostrada nazionale attraversa la regione lungo l'asse nord-sud e svolge un ruolo importante soprattutto per quanto riguarda gli spostamenti pendolari da e per Helsinki.

| Municipalità | Superficie (km ²) | Abitanti | Densità (ab./km ²) |
|--------------|-------------------------------|----------|--------------------------------|
| Tuusula | 225 | 32.000 | 142 |
| Järvenpää | 40 | 36.000 | 900 |
| Kerava | 31 | 31.000 | 1000 |

Aree metropolitane nella regione di Keski-Uusimaa

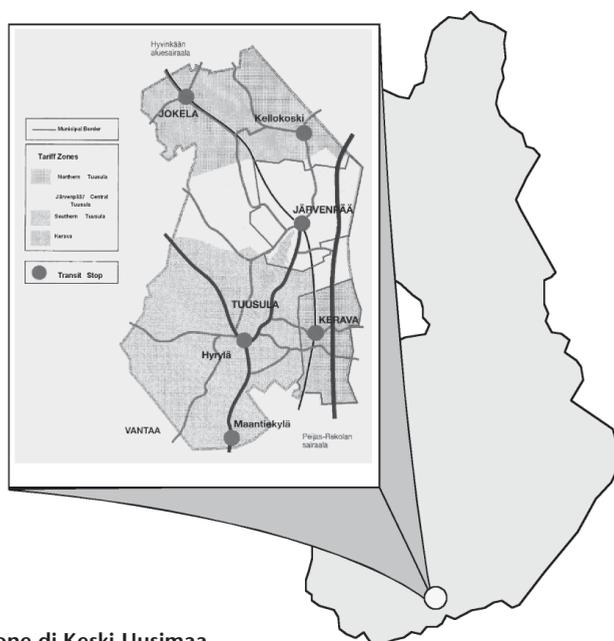
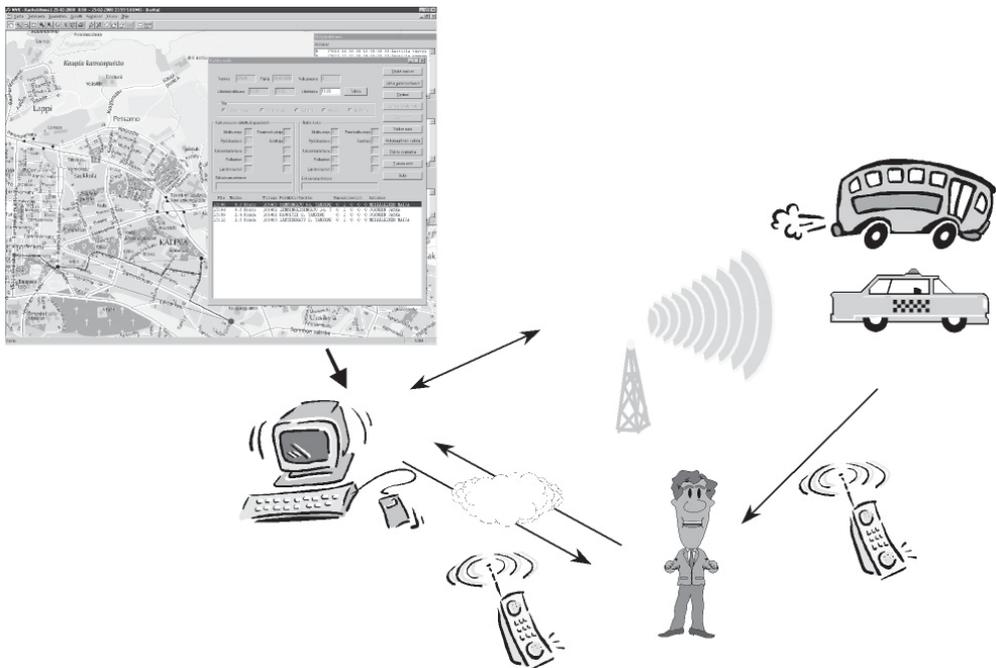


Figura 7.2.1 - La Regione di Keski-Uusimaa

Complessivamente, nella regione di Keski-Uusimaa operano otto aziende private di trasporto con un totale di più di cento autobus. La maggior parte dei servizi sono finanziariamente autosufficienti; le aziende non ricevono cioè alcun sussidio dall'amministrazione e i costi operativi risultano totalmente coperti dai ricavi dei biglietti. I servizi tradizionali sono in grado di soddisfare in misura adeguata la domanda di trasporto dei tre centri urbani e di alcuni corridoi di trasporto principali all'interno della regione. Infine, nella regione sono attivi anche circa cento taxi privati per la cui gestione viene utilizzata, in condivisione con un'altra area più ampia in cui operano circa ottocento taxi, una centrale dotata di computer e operatori che ricevono le richieste degli utenti e, assistiti dai programmi di gestione del servizio, assegnano le corse ai taxi.

7.2.2 Infrastrutture e sistemi

A seguito dei brillanti risultati ottenuti con la fase introduttiva nell'ambito del progetto SAMPO, il Ministero dei Trasporti e delle Comunicazioni finlandese ha deciso di estendere la sperimentazione del sistema DRT di Keski-Uusimaa fino alla primavera del 1998. Dal primo giugno 1998 le tre municipalità hanno assunto direttamente la responsabilità del sistema sull'intera area ed hanno iniziato la graduale integrazione del servizio a domanda con gli altri servizi tradizionali.



Già a partire dalla dimostrazione effettuata in SAMPO, il sistema DRT pilota era dotato di una propria centrale di gestione (TDC). Dal 1997 alla primavera del 1998 la centrale era situata nella città di Jyväskylä, a circa 200 km a nord di Keski-Uusimaa, e veniva usata anche per l'altro sito pilota di Seinäjoki. Il sistema software utilizzato nel TDC di Jyväskylä per la programmazione del servizio e la gestione delle flotte è stato realizzato dalla società finlandese Mobisoft Ltd.

Successivamente, a partire dall'inizio di giugno 1998, il TDC di Keski-Uusimaa è stato spostato da Jyväskylä alla città di Hyrylä, al centro della regione, e, nella primavera 2000, è stata infine inaugurata la sede definitiva. Nel TDC di Hyrylä lavoravano (e lavorano tutt'oggi) diversi operatori, aiutati nelle loro attività quotidiane di gestione del servizio dal sistema software per la programmazione e gestione dei viaggi e dal sistema di comunicazione per lo scambio di informazioni e dati con i veicoli. La nuova centrale serve anche la municipalità confinante di Nurmijärvi (33 000 ab., superficie 362 km², densità 91 ab./km²) nella quale il primo gennaio 2000 è stato avviato un nuovo servizio DRT. I veicoli adibiti al servizio sono dotati di diversi tipi di unità di bordo e altri dispositivi telematici. Il nuovo TDC è gestito da un'azienda di trasporto privata che utilizza una propria flotta di autobus ed è responsabile per i servizi DRT e per i servizi di taxi gestiti in subfornitura da un altro operatore.

7.2.3 Modello di servizio e organizzativo

Il sistema DRT, offerto all'utenza con il nome commerciale SAMPO Transport, è assicurato da una flotta composta da 5-6 minibus a pianale di carico ribassato, circa 100 taxi ed alcuni invataxi dedicati al trasporto di utenti disabili. Il servizio DRT è aggiuntivo e si integra con gli altri servizi tradizionali; di fatto, nessun servizio preesistente nell'area di Keski-Uusimaa è stato sostituito dal nuovo modello di servizio. Al contrario, il sistema DRT realizzato nella città di Nurmijärvi sostituisce diverse linee di autobus tradizionali che sono state progressivamente eliminate e rimpiazzate dal servizio a domanda. Gli orari del servizio di trasporto pubblico a linee sono memorizzati nel sistema di gestione del servizio DRT e i passeggeri ricevono in primo luogo l'indicazione di servirsi del trasporto pubblico tradizionale se questo soddisfa le loro esigenze di spostamento. In altri termini, se tra l'origine e la destinazione richieste dall'utente esiste una linea gestita dall'azienda di trasporto pubblico, questa deve essere indicata all'utente dagli operatori del TDC che non sono autorizzati ad effettuare alcuna corsa a domanda tra i due punti sostituendosi all'operatore pubblico. Questo modello operativo del servizio è imposto dalla normativa vigente che disciplina la fornitura di servizi di trasporto pubblico in Finlandia

In generale, il servizio DRT opera tra fermate all'interno di un'area: per gli utenti comuni, il viaggio avviene sempre tra due fermate predefinite. Per particolari categorie di utenti (ad es. disabili e anziani) esiste anche un servizio porta-a-porta. Gli operatori

del servizio DRT gestiscono sia il TDC (congiuntamente) che le rispettive flotte. Gli operatori del servizio taxi operano in subcontraenza alle aziende che gestiscono il servizio DRT, utilizzando il proprio TDC locale.

L'organizzazione che gestisce l'attuale sistema DRT è piuttosto semplice. Esiste un comitato esecutivo che comprende rappresentanti di ciascuna municipalità, autorità regionale e operatore di servizio. Il comitato ha potere decisionale per quanto riguarda i rapporti tra municipalità e operatori, che vengono pagati direttamente dalle municipalità. I contratti si basano su una tariffa di riferimento che tiene conto dei costi operativi del TDC e di un numero di passeggeri annui stimati. Il consuntivo dei passeggeri effettivamente trasportati dà luogo a successivi aggiustamenti del costo per passeggero pagato agli operatori. Il costo per ciascuna municipalità è proporzionale al numero di origini e destinazioni all'interno della municipalità rapportato al numero totale di viaggi effettuati dal sistema DRT. Il contratto di servizio è piuttosto dettagliato ma lascia al comitato esecutivo margini di interpretazione e sufficiente flessibilità garantendo una gestione efficiente dell'intero sistema.

7.2.4 Risultati

Il servizio DRT nell'area di Keski-Uusimaa ha ottenuto un sicuro successo. Il numero di utenti che usufruiscono del servizio a domanda è in continua crescita, come è evidenziato dalla figura 7.2.3, e il servizio DRT ha definitivamente trovato posto come componente essenziale dell'intero sistema del trasporto pubblico a Keski-Uusimaa.

Dalla fine di novembre 1999, la città di Järvenpää ha gradualmente sostituito quasi per intero le linee di trasporto pubblico tradizionale all'interno del territorio comunale, utilizzando per la gestione del sistema DRT una variante del TDC SAMPO utilizzato a

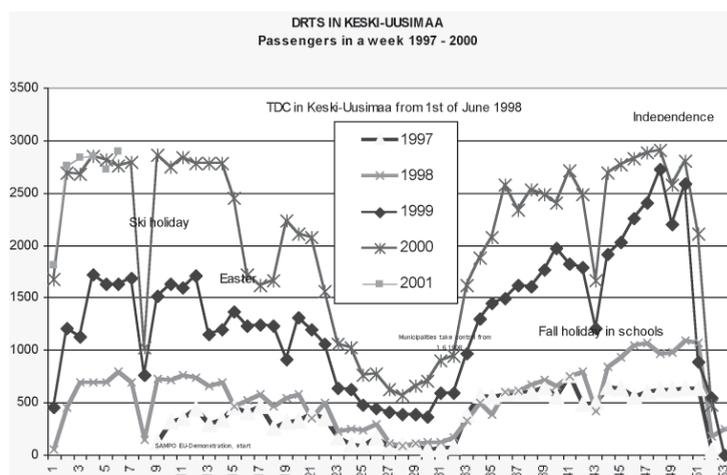


Figura 7.2.3
Utenti del servizio DRT
a Keski-Uusimaa tra il
1997 e il 2000

Keski-Uusimaa chiamata URBANA. All'inizio del 2000, le municipalità di Nurmijärvi, ad est di Tuusula, Kerava e Järvenpää hanno avviato nuovi servizi DRT utilizzando lo stesso TDC. Inoltre, l'Istituto di Previdenza Sociale finlandese (KELA) ha firmato un contratto di prova con gli operatori del servizio DRT per la fornitura di un servizio per i propri associati.

Inizialmente il prezzo di un biglietto per il servizio DRT di Keski-Uusimaa era circa il 30% più elevato del prezzo di un biglietto normale (2,2 Euro) e pari a solo il 20-25% del costo di una equivalente corsa in taxi. Successivamente le municipalità hanno deciso di utilizzare l'aumento tariffario come strumento per regolare una domanda in crescita troppo rapida. Sono stati quindi applicati diversi aumenti fino al nuovo prezzo, in vigore dal primo gennaio 2001, pari a circa il doppio del prezzo di un servizio di trasporto pubblico tradizionale (6,2 Euro). Per le municipalità il costo medio di un viaggio nel sistema SAMPO, inclusi i costi relativi ai servizi del TDC, è pari a 8,8 Euro.

La lunghezza media del viaggio varia da 3 a 4 km nell'ambito delle diverse municipalità comprese nell'area di Keski-Uusimaa, mentre la lunghezza media fra tutti i viaggi è pari a circa 7,5 km. Il numero complessivo di viaggi all'anno è stato pari a 66.000 viaggi nel 1999 e 106.000 nel 2000. La ragione principale del forte aumento è rappresentata dall'estensione del servizio fino ad un centro ospedaliero al di fuori del territorio amministrativo della regione di Keski-Uusimaa. La variazione mensile dei viaggi effettuati nel sistema SAMPO è analoga, di fatto, alla variazione mensile riscontrata nel trasporto pubblico tradizionale. Al contrario, la riduzione dei passeggeri all'inizio dell'estate risulta normalmente più pronunciata che nel servizio tradizionale.

Il sistema DRT è diventato gradualmente la modalità di trasporto preferita dagli abitanti che non possiedono un'auto privata. La figura 7.2.4 mostra le percentuali di utilizzo del sistema DRT tra i possessori di auto, raffrontando i dati relativi agli anni 1997, 1998 e 1999.

Come si è visto, il sistema SAMPO opera prevalentemente tra fermate. Gli utenti disabili possono usufruire di un servizio porta-a-porta, che rappresenta circa il 20% dei viaggi complessivamente effettuati. Ciò spiega il fatto che solamente il 60% delle salite e discese dei passeggeri avvengono a normali fermate, il 15% a casa, il 10% in località concordate e il resto in ospedali, centri di cura ecc.

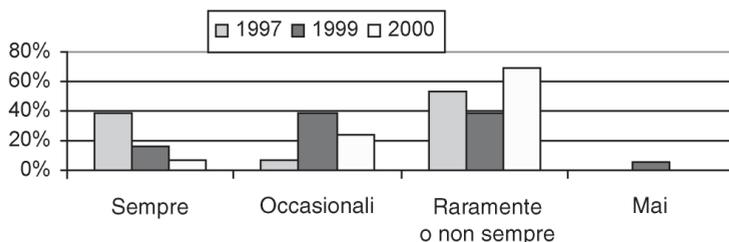


Figura 7.2.4
Utilizzo del sistema
DRT di Keski-Uusimaa
tra i possessori di auto

Le modalità di trasporto alternative al sistema SAMPO sono costituite principalmente da: spostamenti a piedi o in bicicletta (25%), trasporto pubblico tradizionale (22%), taxi (20%, di cui circa il 50% a spese dell'amministrazione), auto privata (15%), altre modalità (3%). Come tutti i servizi di trasporto pubblico, il sistema SAMPO rappresenta una modalità di trasporto preferita dalle donne: circa il 60-70% dei passeggeri è infatti di sesso femminile. L'età dei passeggeri è variabile; le fasce di età 15-30 anni, 46-60 anni e oltre 60 anni sono in pratica equivalenti e rappresentano ciascuna circa il 25% dei viaggiatori, la fascia 0-15 il 10% dei passeggeri.

Il servizio DRT rappresenta un mezzo molto efficace per garantire eguali opportunità di utilizzo del trasporto pubblico a tutti i cittadini nella regione di Keski-Uusimaa. In questo senso lo sviluppo di questo sistema si riallaccia sia agli obiettivi posti alla base della Politica Comune Europea dei Trasporti sia ai suggerimenti e le linee guida tracciate dalla Commissione Europea nel Libro Verde *'The Citizen's Network'*. Nella regione di Keski-Uusimaa è oggi possibile viaggiare con il servizio DRT raggiungendo qualsiasi destinazione, obiettivo irrealizzabile con il servizio pubblico tradizionale per ragioni di costo. Nel contempo, i costi dei servizi di trasporto sociali, obbligatori per legge in Finlandia e a carico di amministrazioni ed enti pubblici, sono andati diminuendo. I modelli e i sistemi storicamente adottati per i servizi speciali di trasporto si sono sempre rivelati estemporanei, poco efficaci e costosi. La spesa per il trasporto personale nel settore dei servizi sociali e della salute pubblica è elevata sia a livello locale che a livello nazionale, tuttavia non come altre voci di spesa nello stesso settore. La "dimensione logistica" del problema non rappresenta certamente un'attitudine ed un modo di pensare diffuso nell'amministrazione di questo ambito del servizio pubblico.

7.2.5 Conclusioni

L'esperienza condotta con il sistema SAMPO a Keski-Uusimaa ha mostrato alcune cose importanti e ha permesso di evidenziare alcuni fattori critici nella realizzazione del sistema DRT.

Nel processo di preparazione della gara d'appalto e di acquisizione della fornitura del sistema e del servizio DRT si pone una prima questione fondamentale: se la centrale di gestione e controllo, il TDC, debba essere o meno considerato un sistema separato.

Se il TDC viene trattato come sistema separato, la gara per la fornitura del servizio è in generale più semplice. La gara si limita infatti alla sola descrizione del servizio desiderato, con l'aggiunta di una serie di requisiti di compatibilità (tecnologica ed operativa) rispetto al TDC.

Per contro, la gara per la fornitura del TDC può essere più complessa. La descrizione del sistema deve essere sufficientemente dettagliata e specificare i necessari requisiti tecnologici e funzionali di completezza, apertura e scalabilità rispetto alla fornitura di un servizio (e delle relative componenti tecnologiche, legate ai veicoli) messo in gara

separatamente. È evidente l'importanza della completezza e chiarezza della definizione dei requisiti di interfacciamento tra i due sistemi.

Se invece la fornitura del TDC e del servizio sono oggetto di una gara unica, le specifiche del capitolato di gara possono risultare più semplici, avendo come obiettivo principale una chiara definizione del servizio che si desidera ottenere e potendo prescindere, in maggior misura, da specifiche scelte tecnologiche. Tuttavia può essere difficile trovare un numero adeguato di fornitori in grado di rispondere con un'offerta completa. Ciò può rendere difficile la trattativa economica per l'acquisto della fornitura e, in ultima analisi, può portare a prezzi complessivamente più alti per l'amministrazione che acquisirà il DRT.

Il grado di complessità dei sistemi tecnologici rappresenta un altro aspetto fondamentale. Se il numero di viaggi giornalieri è limitato a poche centinaia o meno, la necessità di sistemi telematici particolarmente sofisticati è limitata. Disponendo di personale esperto in centrale, è possibile gestire fino ad oltre duecento passeggeri al giorno con strumenti relativamente semplici. Al di sopra di questo limite, emergono necessità reali di sistemi software di pianificazione automatica del servizio e di gestione automatica della comunicazione tra il TDC e i mezzi. Il software di pianificazione deve guidare l'operatore della centrale nell'individuazione delle fermate di origine e destinazione del viaggio richiesto dal cliente, nella pianificazione del percorso e dei tempi di passaggio alle fermate, nel conteggio dei passeggeri nel viaggio che viene progressivamente pianificato sulla base delle richieste. La comunicazione automatica con i mezzi diventa indispensabile per la gestione delle operazioni. Un sistema automatico per la gestione delle prenotazioni può essere utile e Internet può rappresentare una soluzione adeguata e a basso costo. La gestione delle prenotazioni direttamente a bordo dei mezzi richiede dispositivi complessi e costosi. Infine, l'aspetto più complesso è la reale integrazione e coordinamento del servizio DRT con il trasporto pubblico tradizionale.

Per quanto riguarda gli aspetti contrattuali, l'esperienza fatta dimostra come non esista un modello di contratto generale per il servizio DRT (almeno per il tipo di servizio sperimentato e studiato in Finlandia). Gli aspetti istituzionali e di rapporti tra le parti sono i più importanti ed hanno la massima priorità. Una comprensione profonda del sistema DRT, dei suoi contenuti e delle dimensioni del servizio, rappresentano la condizione essenziale per un buon contratto. Tutte le parti devono essere pronte ad eventuali aggiustamenti e raffinamenti a servizio avviato.

Nella comunicazione e nella gestione della clientela, la via più efficace è la personalizzazione del rapporto con l'utente. L'informazione generale rappresenta solo un punto di partenza. Un'informazione mirata ai singoli gruppi di utenti diventa indispensabile per molte categorie, in particolar modo per autorità, anziani, disabili.

Un aspetto particolare è costituito dalle problematiche legate al quadro legale di produzione del servizio. Problemi giuridici di non facile gestione possono insorgere a

causa della particolare natura e novità del modello di servizio rispetto ai tradizionali modelli del trasporto pubblico. In molti casi i problemi risultano difficili da inquadrare sul piano normativo e possono essere generati da altri operatori del trasporto pubblico, dalle associazioni sindacali, dalla legislazione in materia di previdenza sociale e sanità pubblica ecc.

In conclusione, il modello DRT porta ad un tipo di servizio nel quale il costo del viaggio per singolo passeggero è certamente più alto che nel trasporto pubblico tradizionale. Per la necessità di realizzare ed operare una centrale di gestione del servizio, il TDC, e per l'utilizzo di veicoli a minor capienza il servizio DRT non raggiungerà mai i livelli di costo del viaggio per passeggero che mediamente si possono ottenere con il trasporto pubblico tradizionale in aree densamente abitate, con alti livelli di utenza, direttrici di trasporto principali ed elevati livelli dei flussi. D'altra parte, il servizio DRT offre una modalità di trasporto pubblico "per tutti" e garantisce un'opportunità di accesso al servizio a tutte le categorie di utenza, incluso categorie svantaggiate come anziani e disabili, a costi complessivamente sostenibili.

7.3 Il servizio Rural-Lift in Irlanda

M. Kennedy Grimes

L'introduzione di servizi DRT in Irlanda è stata preceduta da una serie di studi di fattibilità condotti allo scopo di valutare gli impatti potenziali, i possibili benefici e i problemi da risolvere per un'efficace implementazione di questo tipo di servizio.

Questo capitolo descrive lo studio di fattibilità condotto per le aree di North Leitrim e West Cavan. Si tratta di due siti prossimi al confine con l'Irlanda del Nord, caratterizzati da un'insufficiente infrastruttura viaria e servizi di trasporto pubblico molto limitati. Lo studio di fattibilità aveva come obiettivo valutare l'introduzione di servizi DRT per migliorare la mobilità dei residenti in queste due aree, superando l'isolamento sociale e gli svantaggi propri di zone rurali scarsamente collegate al resto del territorio.

Lo studio ha comportato lo svolgimento di indagini e inchieste presso le categorie interessate e l'istituzione di tavoli di discussione con gruppi di comunità, utenti e operatori, completati da analisi quantitative e valutazioni dei costi-benefici derivanti dall'introduzione di questo nuovo tipo di servizio di trasporto.

Successivamente allo studio di fattibilità, il progetto ha iniziato la fase di realizzazione secondo i piani stabiliti.

7.3.1 Il progetto Rural LIFT

162 Per valutare la fattibilità di un sistema DRT e della relativa tecnologia in riferimento alla realtà irlandese è stato avviato il progetto Rural LIFT, un progetto sul trasporto rurale

finanziato da Community Connections nelle aree di North Leitrim e West Cavan. Community Connections è un'iniziativa finalizzata allo sviluppo delle comunità transfrontaliere che opera nelle zone di West Cavan, West Fermanagh e North Leitrim. Il progetto è iniziato nel 1991 con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo delle comunità rurali attraverso la partecipazione diretta dei residenti nelle aree interessate. Nell'ottobre del 1995 Community Connections ha istituito un Gruppo di Lavoro sui Trasporti in considerazione del fatto che la mancanza di un sistema di trasporto pubblico adeguatamente accessibile costituisce un ostacolo primario a qualsiasi sviluppo sociale, economico e personale.

Come risultato di questa iniziativa, è stata effettuata un'accurata analisi delle particolari necessità dell'area e, in risposta alle esigenze identificate, è stato sviluppato un progetto mirato sui trasporti. Denominato Rural LIFT, il progetto è stato concepito per sfruttare al meglio le risorse e i servizi di trasporto esistenti, analizzando le potenzialità di nuove forme di servizio e modifiche all'offerta attuale in grado di soddisfare le esigenze dei residenti e delle comunità nell'area.

Nel periodo compreso tra novembre 1998 e marzo 1999, Brendan Finn (ETTS Ltd.) ed alcuni membri del Gruppo di Lavoro sui Trasporti hanno condotto un'analisi dettagliata delle necessità degli utenti, effettuando incontri con 32 gruppi appartenenti a diverse comunità e 18 operatori privati di trasporto. Questo studio ha mostrato chiaramente la necessità di sviluppare nuove forme e servizi di trasporto e ha portato all'identificazione di un certo numero di percorsi. Incluso con altri tre progetti come studio di fattibilità all'interno del progetto SAMPLUS, Rural LIFT ha successivamente sviluppato soluzioni e realizzato piani basati su questa ricerca.

7.3.2 Il territorio e l'utenza servita

L'area interessata dal servizio copre una superficie di 1.500 km² con una popolazione di 21.000 abitanti. La densità abitativa è pari a 14 pers./km² contro una media nazionale di 52 pers./km². Il 20% degli abitanti ha un'età superiore a 65 anni e il 33,7% dei residenti, circa il 10% in più rispetto alle aree limitrofe, non possiede un'auto propria (dati statistici basati sull'ultimo censimento, forniti da Co-operation and Working Together, CAWT).

Questa realtà territoriale evidenzia un elevato tasso di emigrazione della popolazione residente, specialmente nei gruppi di età compresi tra 15 e 24 anni, chiaro indice della necessità di spostarsi in altre parti della regione in cerca di impiego. Per effetto di ciò, si è avuta una progressiva marginalizzazione della popolazione che ha continuato ad abitare l'area, la riduzione delle attività, lo scadimento dei servizi, l'aumento della dipendenza dei residenti da interventi centrali, l'innalzamento dell'età media e, complessivamente, una perdita di fiducia e di identità della stessa comunità (Community Connections, Proposal for local Transport Co-ordination Project, 1998).

L'area è caratterizzata da un suolo povero ed un terreno difficile. Tradizionalmente poco incline all'allevamento, è sempre stata fortemente dipendente dalle attività agricole. Manorhamilton è la città più grande, con una popolazione di circa 1000 abitanti (Programme for Peach & Reconciliation, Case Study, 2000).

Il progressivo spopolamento del territorio ha sempre rappresentato un fattore primario avverso allo sviluppo della zona, specialmente negli anni 70 e 80. Per le persone che vivono al di fuori delle città, l'inclusione sociale è problematica, fortemente dispersa nel territorio, individualizzata, spesso invisibile. Il tessuto sociale rimane così nascosto e costantemente minacciato dall'emigrazione, dal sottoimpiego, dalla disoccupazione, da infrastrutture insufficienti, specialmente per quanto riguarda i trasporti, da accessi ai servizi inadeguati e in continuo deterioramento (The National Economic and Social Forum, 1997).

La caratteristica fortemente rurale del territorio ha amplificato diversi problemi esistenti nell'area, compresi la presenza della frontiera e il fatto che la zona si estende su tre diverse Contee e due giurisdizioni distinte. La frontiera corre attraverso la regione e, specialmente negli ultimi quarant'anni, ha avuto un impatto negativo sulla comunità dei residenti per effetto della progressiva chiusura del sistema viario e per le minacce alla sicurezza.

I seguenti gruppi *target* sono stati definiti dal Gruppo di Lavoro sui Trasporti:

- anziani
- genitori soli
- giovani marginalizzati
- persone non dotate di auto privata
- disoccupati da lungo tempo.

Il comitato di gestione del Gruppo di Lavoro Rural LIFT include rappresentanti di tutte le categorie interessate: gruppi per la promozione dello sviluppo locale, le Associazioni delle Contee di Leitrim e Cavan, il County Development Board di entrambe le contee, le associazioni femminili, Bus Eireann (Azienda Nazionale Irlandese di Trasporto Pubblico), Translink (Azienda Nazionale di Trasporto Pubblico dell'Irlanda del Nord), il Servizio Sanitario Pubblico del Nord Ovest, gruppi di comunità e operatori di trasporto collettivo privati rappresentati dalla Federation of Transport Operators (FOTO) e dalla Private Association of Motor Bus Operators (PAMBO).

7.3.3 Operatività del servizio

Identificare e definire i nuovi itinerari per il servizio ha rappresentato l'attività più complessa e lunga dello studio. L'obiettivo principale della progettazione era disegnare percorsi in grado di migliorare l'accesso al sistema di trasporto e garantire un efficace raccordo con i servizi esistenti. Progettati secondo questi criteri, i nuovi percorsi sono

stati successivamente oggetto di gara e tutti gli operatori locali sono stati invitati all'offerta. Come risultato della gara, sono stati stipulati contratti con quattro operatori di trasporto ai quali è stato assegnato l'esercizio dei nuovi itinerari del sistema DRT. Il processo di assegnazione è stato gestito e controllato da Rural LIFT tramite il Dipartimento per l'Impresa Pubblica. Rural LIFT ha inoltre fornito assistenza agli operatori presso il Dipartimento degli Affari Sociali, della Comunità e della Famiglia per l'ottenimento delle licenze necessarie per fornire un servizio a percorsi liberi come richiesto dal modello DRT.

Ad oggi il progetto ha ottenuto le licenze per sei percorsi a domanda che vengono gestiti dai quattro operatori selezionati. I percorsi sono costituiti da due elementi principali: una linea fissa con fermate predefinite ed una parte variabile servita a domanda, consistente in possibili deviazioni per raggiungere passeggeri che hanno richiesto fermate aggiuntive poste a breve distanza dal percorso principale. Basati sui risultati di un sondaggio effettuato presso il bacino di utenza potenziale, i diversi percorsi sono stati definiti come itinerari giornalieri per trasportare i passeggeri dalle aree esterne della regione verso i paesi e i piccoli centri interni all'area servita, allo scopo di facilitare l'accesso ai servizi disponibili in tali centri o alla rete di trasporto regionale. I sei itinerari vengono offerti ciascuno in un particolare giorno della settimana (ad eccezione di un percorso, offerto per due giorni alla settimana). Oltre a questi sei itinerari, altri quattro nuovi percorsi hanno ottenuto l'approvazione e le licenze necessarie.

La prenotazione del servizio, per ciascun itinerario, viene effettuata contattando una Centrale Viaggi o direttamente l'operatore che gestisce la linea. Per cinque dei sei percorsi i passeggeri devono effettuare le prenotazioni entro le 16.30 del giorno precedente, per il sesto percorso vengono accettate prenotazioni fino ad un'ora prima della partenza. In determinati casi vengono accettate prenotazioni anche oltre i limiti esposti, anche se in generale questo tipo di comportamento dell'utenza non viene incoraggiato dal gestore in quanto può avere effetti negativi sulle pianificazioni del servizio stabilite dagli operatori.

7.3.4 Risorse impiegate

Una decisione fondamentale del progetto Rural LIFT è stata quella di utilizzare, per il processo di gestione degli itinerari a domanda, le infrastrutture esistenti e le competenze disponibili in loco. All'interno dell'area del servizio DRT sono stati interpellati diciotto operatori privati verificando il loro interesse e la loro disponibilità a cooperare nell'ambito di un progetto di sviluppo della comunità e nella realizzazione di un sistema di trasporto rurale innovativo. La maggior parte dei soggetti operavano nel settore dei trasporti solo *part time*, essendo per parte della giornata impegnati in attività agricole e per la restante parte dediti a qualche servizio di trasporto collettivo.

Anche con queste limitazioni, si è deciso di procedere col progetto sperimentale facendo affidamento sulle risorse esistenti. Una difficoltà che si è resa necessario superare sono state le perplessità espresse da diversi operatori circa la redditività del servizio sugli itinerari definiti. Quattro operatori hanno accettato di stipulare contratti di servizio con Rural LIFT solo a condizione che venisse loro garantito un ricavo minimo per gli itinerari di loro competenza. Le loro richieste sono state accettate definendo in dettaglio le soglie di ricavo minimo garantito per il servizio.

Le prenotazioni effettuate tramite il TDC possono essere fatte durante la normale fascia oraria lavorativa, tra le 9.30 del mattino e le 5.30 del pomeriggio. Il progetto ha avuto inizio nel febbraio 1999 con un operatore dedicato a tempo pieno alla gestione delle prenotazioni ed un impiegato part-time adibito a mansioni amministrative. Successivamente, a partire da giugno 2000, si è passato ad un solo operatore per problemi generali di finanziamento del progetto. Il comportamento dell'utenza sui nuovi percorsi è andato lentamente stabilizzandosi nel tempo. Ciò ha consentito di semplificare le procedure di prenotazione passando ad un modello nel quale gli utenti effettuano, una volta sola, prenotazioni in blocco per interi periodi (all'interno dei quali le loro esigenze di spostamento rimangono sistematiche) e devono richiamare il TDC solo se non intendono utilizzare il servizio in un particolare giorno. I membri del progetto Rural LIFT hanno avuto un ruolo determinante nel mantenere il progetto in una posizione di primo piano tra i molti progetti per la comunità attivi nella regione.

7.3.5 Operatori e ruolo delle autorità locali

Utilizzando operatori privati il progetto ha potuto evitare spese aggiuntive per nuovi veicoli e per i relativi costi tecnici di gestione e amministrativi. Le conoscenze e le competenze degli operatori locali hanno rappresentato un patrimonio prezioso per la riuscita del progetto. Molti degli operatori conoscono personalmente i passeggeri e le aree in cui essi vivono. Queste conoscenze sono state un fattore determinante per l'accettazione e il buon andamento del servizio.

Diversi manager degli uffici regionali e delle aziende di trasporto pubblico nazionale irlandesi e nord irlandesi sono membri del comitato direttivo del progetto. Membri delle locali Associazioni della Contea, dei Comitati per lo Sviluppo Regionale e del Consiglio della Contea sono anche membri del comitato di gestione del progetto Rural LIFT. Le Associazioni Locali hanno anche garantito un certo livello di finanziamento al progetto, in grado di coprire almeno parzialmente i costi degli itinerari e i costi generali del servizio.

7.3.6 Tecnologie

La relativa semplicità del sistema DRT e le dimensioni ridotte del progetto hanno richiesto l'adozione di soluzioni semplici e di tecnologie commisurate al livello degli

investimenti. Per la gestione delle prenotazioni si è optato per una semplice applicazione basata su foglio elettronico Microsoft Excel[®]. Data la natura rurale dell'area, si è reso necessario l'acquisto di mappe e carte del territorio relativo ai percorsi coperti dal servizio, in modo che gli operatori del TDC potessero identificare facilmente i punti di origine e di destinazione dei viaggi richiesti dagli utenti. All'inizio del progetto, non erano disponibili mappe digitali dell'area perciò sono state realizzate ed utilizzate procedure molto semplici.

Il progetto ha analizzato diversi programmi e pacchetti software valutandone il potenziale utilizzo a supporto delle operazioni di prenotazione, gestione di mappe, preparazione di report e gestione della contabilità. Tuttavia i costi di tali prodotti sono risultati incompatibili con il budget stanziato per la sperimentazione.

La centrale di gestione del servizio è stata dotata anche di un sistema di risposta automatica alle chiamate telefoniche degli utenti. Tuttavia, l'esercizio quotidiano del servizio ha evidenziato la marginalità di questa modalità di prenotazione. Gli utenti preferiscono il colloquio diretto con un operatore e molti casi, soprattutto per le persone anziane, un sistema a messaggi automatici si traduce in una limitazione dell'accesso al servizio.

Sono stati effettuati anche alcuni test con telefoni mobili sugli autobus per determinare il livello di copertura della rete cellulare nell'area interessata dal servizio, allo scopo di consentire eventualmente modelli di prenotazione delle corse in tempo reale. Tuttavia, la conformazione del terreno ha evidenziato limitazioni e carenze nella connessione che hanno scoraggiato ulteriori sviluppi del sistema in questa direzione.

7.3.7 Risultati

Complessivamente il progetto ha consentito, nell'anno 2000, la gestione di sei nuovi percorsi a domanda. Di questi, quattro sono entrati in funzione dall'inizio, per dodici mesi, mentre i rimanenti due sono stati avviati successivamente nel corso dell'anno. Le sei linee Rural LIFT hanno totalizzato, nell'anno, complessivamente 4.236 viaggi, dei quali 2.546 effettuati da titolari di carte gratuite Free Travel Pass.

Attualmente Rural LIFT accetta utenti della carta Free Travel Pass emessa dal Dipartimento degli Affari Sociali, della Comunità e della Famiglia a favore di pensionati e disabili. La procedura amministrativa per ottenere il rimborso del 70% dei costi relativi a questi passeggeri ha avuto luogo per nove mesi e Rural LIFT ha fornito assistenza agli operatori di trasporto nell'ottenimento dei rimborsi presso gli enti deputati. Tuttavia le lentezze burocratiche nell'ottenere le approvazioni per i rimborsi ha portato, in pratica, ad un sussidio dell'intero costo di questi 2.546 viaggi da parte di Rural LIFT.

La tabella 7.3.1 mostra un riepilogo per l'anno 2000 dei viaggi del progetto Rural LIFT e dei relativi ricavi (espressi in £, Sterlina Irlandese).

| Percorso | Viaggi | Ricavi (£) | Sussidio concesso agli operatori (£) | Parte del sussidio legata alla carta FTP (£) |
|--|--------|------------|--------------------------------------|--|
| Da Glangevlin a Blacklion | 680 | 544 | 3,723 | 1,124 |
| Da Drumkeeran a Sligo | 922 | 666 | 1455 | 1028 |
| Da Rossinver a Manorhamilton | 628 | 122 | 1,153 | 514 |
| Da Dromahair a Sligo | 1270 | 1,336 | 1,222 | 788 |
| Da Glangevlin a Carrick-on-Shannon (Aprile-Dicembre) | 282 | 152 | 2,504 | 888 |
| Da Drumkeeran a Carrick-on-Shannon (Luglio-Dicembre) | 454 | 160 | 844 | 712 |
| | 4,236 | 2,980 | 10,901 | 5,054 |

Tabella 7.3.1

In aggiunta al finanziamento ottenuto dall'iniziativa Programme for Peace & Reconciliation, per il periodo 1999-2000 le Associazioni della Contea di Leitrim hanno fornito un contributo al progetto di 7500 £ e le Associazioni della Contea di Cavan un contributo di 2000 £.

7.4 L'esperienza di Gothenburg in Svezia

Y. Westerlund

Il trasporto a domanda rappresenta una modalità di gestione del servizio pubblico già utilizzata in Svezia prima dell'avvio del progetto SAMPO, principalmente finalizzata all'offerta di servizi sociali per gruppi d'utenza specifici (anziani e disabili). La partecipazione svedese a SAMPO e SAMPLUS è stata motivata principalmente dalla necessità di apportare alcune estensioni funzionali ed operative ad un sistema esistente e dall'interesse a sperimentare e valutare in quale misura le nuove tecnologie, nel frattempo comparse sul mercato, consentissero di dare risposta ad alcune esigenze del gestore e degli utenti emerse nel corso degli anni di esercizio del servizio.

168 Complessivamente, la realizzazione di un nuovo progetto pilota con queste motivazioni di fondo ha consentito, da un lato, un'estensione dell'esperienza locale e, dall'altro,

l'apporto dell'esperienza già disponibile a vantaggio degli altri siti che, al contrario, si apprestavano all'introduzione di questo sistema per la prima volta. La sperimentazione condotta in SAMPO e SAMPLUS ha avuto luogo nella città di Göteborg e ha interessato, in termini di studio di fattibilità, un quartiere periferico della città di Stoccolma. Nel seguito verrà descritta la più estesa di queste esperienze, relativa al sistema DRT di Göteborg.

7.4.1 Caratteristiche del sito

Con una popolazione di circa 500.000 abitanti, Göteborg è la seconda città della Svezia. Situata sulla costa occidentale tra Oslo e Copenhagen, è un importante centro industriale e sede del più grande porto della Scandinavia. La città ha una lunga tradizione per quanto riguarda l'innovazione dei servizi e sistemi di trasporto pubblico. L'intera flotta di mezzi, più di 200 autobus e 200 tram, viene gestita da un sistema automatico (KOMFRAM) che fornisce informazione in tempo reale sullo stato del servizio e, recentemente, rende disponibile tale informazione anche tramite internet.

Nel 1992, l'Amministrazione cittadina ha investito nell'acquisto e nell'installazione del sistema PLANET (fornito dalla società Ericsson) per la gestione di un servizio DRT dedicato ad utenti anziani o affetti da limitazioni motorie. Il servizio, denominato STS (Special Transport Service) viene effettuato con taxi collettivi e minibus appositamente attrezzati. PLANET gestisce giornalmente più di 5000 viaggi a richiesta, la maggior parte dei quali effettuati da anziani o disabili che non sono in grado di utilizzare i servizi di trasporto collettivo tradizionali.

Questo quadro ha fatto da sfondo alla sperimentazione effettuata nel corso dei progetti SAMPO e SAMPLUS. In particolare, come sito per la sperimentazione è stato scelto il quartiere urbano di Högsbo, con circa 16.000 abitanti e la più alta proporzione di anziani dell'intera area metropolitana (il 33% degli abitanti supera i 65 anni di età). L'area sede del progetto pilota, denominato FlexRoute, è mostrata in figura 7.4.1. Si estende su una superficie di circa 6 km² e comprende, agli estremi, due tra i principali poli attrattori della domanda nell'area interessata dal servizio a domanda: FrölundaTorg, il più importante centro commerciale della città, e l'Ospedale Sahlgrenska, una delle principali cliniche universitarie della regione.

I partner del progetto pilota a Göteborg comprendevano:

- La Municipalità di Göteborg (servizio STS e Azienda di Trasporto Pubblico)
- Logistik Centrum Väst AB (ideazione e progettazione del nuovo servizio, coordinamento della sperimentazione in sito)
- Università di Lund (metodologie di valutazione)
- PLANit Sweden AB (società creata da Ericsson per la produzione e commercializzazione di sistemi telematici di gestione dei servizi DRT).

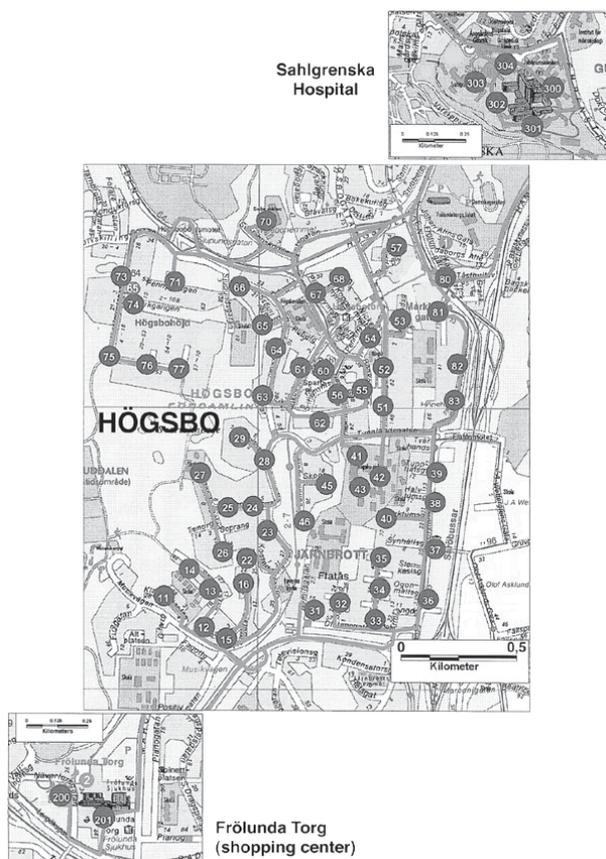


Figura 7.4.1
 Area di sperimentazione
 SAMPO/SAMPLUS a
 Göteborg (Högsbo)
 (©Logistic Centrum Väst AB)

7.4.2 Obiettivi

All'inizio del progetto SAMPO, il servizio STS esistente impegnava annualmente finanziamenti piuttosto elevati da parte dell'Amministrazione cittadina – circa 15 milioni di Euro all'anno. La possibilità di utilizzare il servizio in modalità porta-a-porta, e con un tempo di prenotazione di soli 15 minuti, comportava alti costi di esercizio e la necessità di ricercare soluzioni alternative.

Inoltre, nonostante almeno il 5% della popolazione residente avesse diritto al servizio STS, rimaneva comunque un numero elevato di anziani e persone a mobilità ridotta non ammesse, secondo il regolamento, al servizio di trasporto sociale. Una barriera fondamentale per l'accesso al trasporto tradizionale da parte di questa fascia di utenza era costituita, in particolare, dalle lunghe distanze e dalla pendenza del terreno in molte parti della città.

Problemi di costi e limitata accessibilità al servizio erano dunque alla base delle esigenze di sperimentare soluzioni innovative. In particolare, gli obiettivi assunti per i

progetti SAMPO e SAMPLUS comprendevano (fig. 7.4.2):

- ottenere per l'Amministrazione una riduzione dei costi per il servizio STS, senza ridurre drasticamente il servizio offerto agli utenti
- migliorare la mobilità per i cittadini anziani che non avevano diritto al servizio STS e che tuttavia avevano obiettive difficoltà di accesso al servizio pubblico tradizionale
- sperimentare e valutare tecnologie e funzioni telematiche avanzate per la prenotazione, la pianificazione, la gestione dei viaggi ecc., che consentissero di ridurre i costi operativi e amministrativi di un servizio DRT.

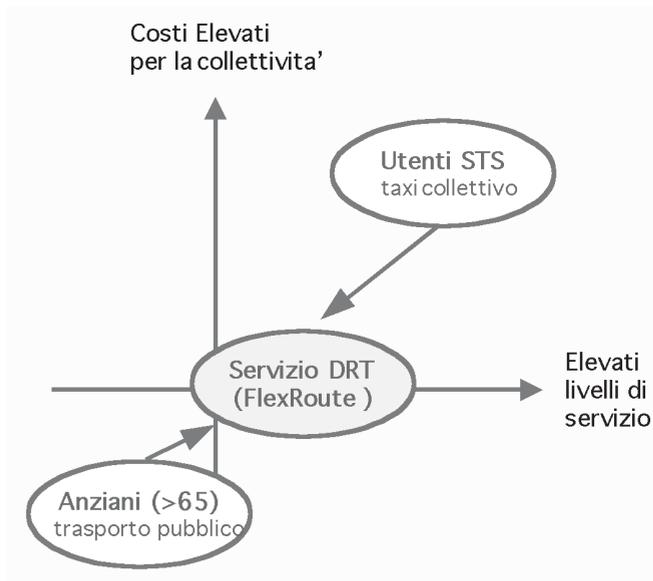


Figura 7.4.2
Obiettivi generali della
sperimentazione SAMPO/
SAMPLUS a Göteborg
(©Logistic Centrum Väst AB)

Due erano i principali impatti attesi dalla sperimentazione. In primo luogo, la conferma degli effetti positivi sulla mobilità di un gruppo di utenza già oggetto di servizi di trasporto mirati; in secondo luogo, un miglioramento della sostenibilità economica nella gestione del servizio in conseguenza dell'adozione di una tecnologia migliore e più efficiente. Ulteriori benefici economici erano inoltre ipotizzabili, più in generale, per il fatto che il servizio STS basato su taxi collettivo aveva introdotto un aumento del 30% dei costi (sostenuti dall'Amministrazione).

Infine, per quanto riguarda l'introduzione e la sperimentazione di nuove tecnologie per la prenotazione e la gestione del servizio, l'Amministrazione era consapevole delle possibili difficoltà e resistenze dovute alla particolare categoria di utenza cui il servizio era rivolto. L'adozione di metodi estremamente semplici e di agevole utilizzo, come ad esempio le carte magnetiche per la prenotazione del viaggio di ritorno, e una promozio-

ne mirata (e personalizzata) dei nuovi metodi di accesso al servizio sono stati quindi presi in considerazione fin dall'inizio come fattore essenziale per facilitare l'introduzione del nuovo sistema e garantirne un'accettazione a lungo termine presso gli utenti.

La tabella 7.4.1 riassume in dettaglio gli obiettivi della sperimentazione SAMPO e SAMPLUS a Göteborg.

| Ente | Livello di Priorità (1 - 5) | Obiettivi del sistema SAMPO/SAMPLUS | Tipo di valutazione |
|--|-----------------------------|---|--|
| Municipalità – Servizi di Trasporto Speciali (STS) | 1 | Sviluppare e validare una nuova forma di trasporto pubblico flessibile e di accessibilità migliorata, allo scopo di ridurre necessità e costi del servizio STS per disabili e anziani | <ul style="list-style-type: none"> • Sostenibilità economica • Efficienza operativa • Valutazione dell' impatto |
| | 2 | Ridurre i costi amministrativi attraverso lo sviluppo e la validazione di strumenti efficienti per la prenotazione, pianificazione e gestione dei viaggi | <ul style="list-style-type: none"> • Valutazione tecnica • Accettazione dell'utenza • Sostenibilità economica |
| Azienda di Trasporto Pubblico | 1 | Garantire servizi di trasporto di alto livello per gli utenti anziani non ammessi al servizio STS e affetti da limitazioni di accesso al trasporto pubblico tradizionale | <ul style="list-style-type: none"> • Servizio offerto • Valutazione dell'impatto • Accettazione dell' utenza |
| Municipalità – Dipartimento per la Mobilità | 2 | Mantenere un alto livello di mobilità per i residenti, aumentare la partecipazione nella società e rendere disponibile agli anziani la permanenza nell'area di residenza dei parenti | <ul style="list-style-type: none"> • Servizio offerto • Valutazione dell'impatto |

Legenda: Livelli di Priorità: 1 molto importante
 ▼
 5 poco importante

Tabella 7.4.1 - Dettaglio degli obiettivi SAMPO/SAMPLUS a Göteborg (da [SAMPLUS 99])

7.4.3 Infrastrutture e sistemi

La sperimentazione del nuovo sistema è basata sulle infrastrutture tecnologiche esistenti e già utilizzate per il servizio STS (la centrale di gestione dei viaggi e il sistema di gestione Planet). La risposta alle necessità illustrate nei precedenti paragrafi ha richiesto un'estensione di queste infrastrutture e l'introduzione di alcune nuove tecnologie e funzionalità. Ciò ha consentito di realizzare diverse e più efficienti modalità di gestione del servizio e differenti modalità di accesso alla prenotazione per gli utenti.

Durante il progetto SAMPO, due sono state le principali estensioni tecnologiche introdotte e sperimentate:

- Prenotazione automatica del viaggio. Può avvenire sia da telefoni della rete fissa (es. telefono casalingo a toni) sia da telefono cellulare. Il tutto è realizzato tramite una semplice procedura di prenotazione che utilizza un risponditore automatico (Interactive Voice Response, IVR). Ciò fornisce agli utenti una modalità di prenotazione rapida ed efficace, utile per prenotare, in particolare, il viaggio di andata (ad es. partenza da casa, il più presto possibile).
- Notifica automatica del viaggio. L'utente riceve un preavviso 15 minuti prima del tempo di partenza precedentemente concordato. Ciò assicura al sistema di gestione una finestra di pianificazione più ampia e, quindi, una maggiore produttività complessiva del servizio. Inoltre, contribuisce al miglioramento della qualità del servizio per gli utenti che percepiscono una ancor maggiore personalizzazione del trasporto offerto.

Durante il progetto SAMPLUS, sono state aggiunte e sperimentate due ulteriori funzionalità:

- Prenotazione automatica del viaggio di ritorno mediante smart-card. Lettori di carte magnetiche sono stati installati in quattro tra le principali destinazioni coperte dal servizio FlexRoute. Per prenotare il viaggio di ritorno direttamente sul posto, gli utenti del servizio devono semplicemente passare la carta (STS o Flexcard) attraverso il lettore che provvede ad inoltrare al sistema di gestione l'implicita richiesta di ritorno ad una destinazione associata all'utente (solitamente, il domicilio dell'utente).
- Prenotazione del viaggio di ritorno a bordo del veicolo. In questo caso, l'utente può richiedere il viaggio di ritorno direttamente all'autista ad una fermata terminale del viaggio. L'autista utilizza un terminale di bordo (basato su un comune PC portatile) e la rete radio Mobitex per trasmettere la chiamata alla centrale di programmazione del servizio.

7.4.4 Modello di servizio

La prima sperimentazione del servizio FlexRoute, effettuata con due soli autobus, ha avuto inizio nel marzo 1996 nell'area ristretta di Biskopsgarden, come progetto pre-SAMPO finalizzato a verificare nuovi modelli di servizio inizialmente senza l'ausilio di strumenti telematici di supporto. La dimostrazione SAMPO vera e propria ha avuto successivamente inizio nell'ottobre 1996, utilizzando quattro autobus e coprendo l'intera area del quartiere Högsbo.

Il nuovo servizio operava tutti i giorni feriali dalle 9 alle 17. Un autobus partiva con una cadenza fissa di mezz'ora dalle fermate terminali poste agli estremi dell'area del servizio (il centro commerciale FrölundaTorg e l'Ospedale Sahlgrenska) percorrendo in ciascuna delle due direzioni principali un itinerario fra le fermate costruito in precedenza sulla base delle richieste ricevute dagli utenti. Particolare cura è stata posta nella

predisposizione delle aree di fermata del bus per la salita/discesa dei passeggeri. Il concetto classico di fermata è stato esteso ottenendo dei veri e propri *meeting points* dotati di area di sosta per l'autobus e di attrezzature per l'utente (ricovero con posti a sedere) consentendo in tal modo una gestione operativamente efficiente dell'“appuntamento” tra il mezzo e l'utente. Inoltre la scelta della localizzazione geografica dei *meeting points* all'interno dell'area servita è stata fatta sulla base di indagini sistematiche sulle esigenze di spostamento dei residenti nell'area, in modo da ottenere, tenendo conto della particolare categoria di utenti cui era rivolto il servizio FlexRoute, una distribuzione ottima e la minimizzazione del percorso a piedi per raggiungere la fermata. Il risultato ha portato ad identificare ed attrezzare circa 60 *meeting points* che hanno costituito la base per la sperimentazione del servizio FlexRoute.

I veicoli adibiti al servizio (figura 7.4.3) erano minibus con una capacità di 12-13 posti a sedere, dotati di pianale di carico ribassato e accesso facilitato per gli utenti disabili.



Figura 7.4.3 - Veicolo adibito al servizio FlexRoute (©Logistic Centrum Väst AB)

La durata massima del viaggio tra i due *meeting points* terminali era limitata a 55 minuti. Questa scelta, attuata dal gestore per assicurare comunque un limite massimo al tempo di permanenza a bordo degli utenti, ha costituito una limitazione operativa al numero di utenti trasportati in ogni viaggio, spesso significativamente inferiore alla massima capacità del veicolo.

Dopo la sperimentazione condotta in SAMPO e SAMPLUS, FlexRoute è stato trasformato in un servizio permanente. Mantenendo le modalità di base introdotte con i due progetti pilota, il servizio ha oggi le seguenti caratteristiche:

- 174 – Orario di operatività dalle 8 alle 17, dal lunedì al venerdì.

- Prezzo del biglietto per l'utente equivalente al prezzo dei servizi di trasporto pubblico tradizionali.
- Area coperta dal servizio > 6 km², circa 75 *meeting points* serviti.
- Distribuzione dei *meeting points* nell'area in modo da garantire percorsi a piedi inferiori a 150 m.
- Due *meeting points* terminali fissi, con partenze cadenzate ogni 30 o 60 minuti in entrambe le direzioni.
- Itinerari flessibili tra i due terminal, determinati unicamente dalla domanda.
- Servizio porta-a-porta per gli utenti titolari della carta sociale STS.
- Impiego di autisti specificatamente formati e fortemente motivati ad operare con la categoria di utenti cui il servizio è rivolto, nel contesto di un servizio sociale.

7.4.5 Risultati

La valutazione più che positiva del nuovo concetto e della realizzazione del servizio ottenuta con il progetto SAMPO è stata confermata in modo evidente dalla sperimentazione estesa effettuata nell'ambito di SAMPLUS. Complessivamente, i risultati ottenuti si basano su più di tre anni di sperimentazione e valutazione delle modalità di gestione del servizio e delle tecnologie a supporto.

Le principali conclusioni possono essere così sintetizzate:

- Il livello di gradimento del nuovo trasporto presso gli utenti è stato estremamente elevato (9,7 su una scala di 10 punti). Gli autisti si sono rivelati il fattore di successo più importante nella realizzazione del nuovo servizio, contribuendo in modo fondamentale all'ottenimento di quel clima di "centro sociale mobile" che ha determinato il gradimento dell'utenza.
- Le corse effettuate sono in continuo aumento e il volume totale si avvicina (estate 2000) a 5000 passeggeri/mese nel quartiere di Högsbo, con una media di 7 passeggeri/veicolo trasportati in un'ora.
- Due utenti su tre tra gli aventi diritto al servizio STS preferiscono il servizio FlexRoute al taxi collettivo offerto da STS. La figura 7.4.4 evidenzia la percentuale di utenza acquisita dal servizio FlexRoute a vantaggio del servizio STS. In conseguenza di questo spostamento modale, i costi complessivi per il servizio STS nel quartiere di Högsbo si sono ridotti del 70%.
- Questo risparmio è in grado di coprire, da solo, circa la metà dei costi operativi del servizio FlexRoute. I ricavi dei biglietti coprono approssimativamente un quarto dei costi, e la rimanente parte rappresenta il costo marginale pagato dall'amministrazione cittadina per migliorare la mobilità degli anziani e promuoverne la partecipazione sociale. Tali vantaggi sono probabilmente superati da altri benefici (difficili da misurare) relativi ad esempio alle migliorate possibilità di ripartizione delle spese per

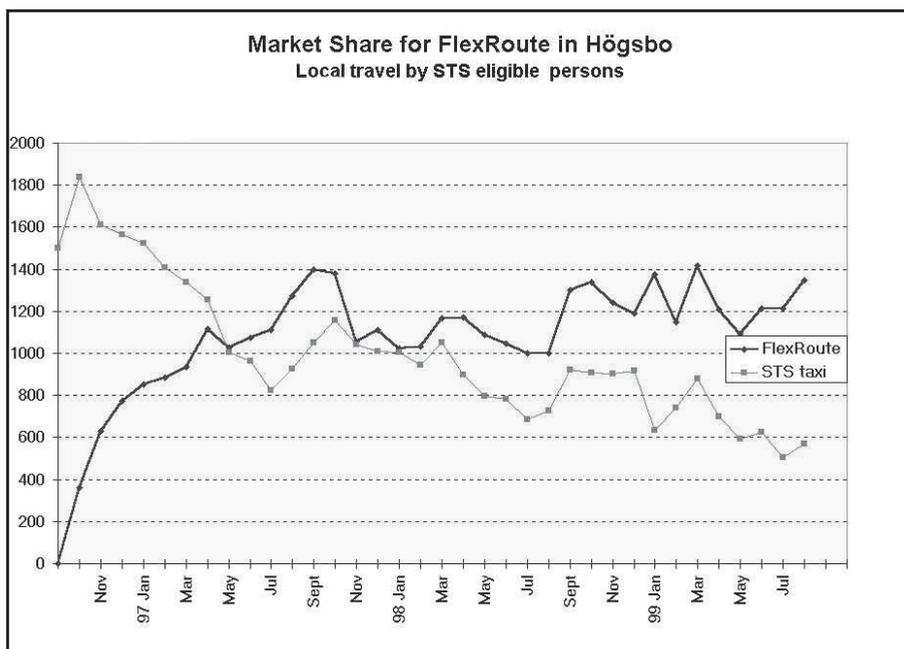


Figura 7.4.4
Scelta modale negli spostamenti locali tra gli utenti aventi diritto al servizio STS
 (©Logistic Centrum Väst AB)

l'assistenza medica ospedaliera e a domicilio, conseguenti all'introduzione di servizi di trasporto più flessibili e a misura del paziente.

- Il livello di gradimento degli utenti relativamente alle nuove funzionalità telematiche con un impatto diretto sull'utente finale è stato significativamente alto, considerando che l'età media degli utenti era 77 anni. Da un'indagine condotta presso circa 180 utenti, l'attitudine complessiva nei confronti dei nuovi strumenti di accesso e interazione con il servizio è risultata pari a 8,8 su una scala di 10 punti. La tabella 7.4.2 mostra il dettaglio dei giudizi espressi su ciascuna delle funzionalità e dispositivi.

| Funzione / Dispositivo | Giudizio concetto / idea | Giudizio funzionamento effettivo |
|---|--------------------------|----------------------------------|
| Notifica del viaggio | 9,1 | 8,4 |
| Prenotazione automatica tramite IVR (viaggio di andata) | 8,4 | 8,7 |
| Prenotazione automatica tramite lettore di carta (viaggio di ritorno) | 7,5 | 5,9 |

- Dopo l'introduzione di incentivi finanziari nel maggio 1999, le due modalità di prenotazione automatica hanno raggiunto una diffusione presso gli utenti pari a circa 25%. Questo deve essere considerato un risultato molto positivo, anche in presenza di alcuni possibili miglioramenti evidenziati come necessari durante il progetto pilota (ad esempio, utilizzo di una smart-card dotata di chip elettronico per la memorizzazione di dati e informazioni, al posto della carta dotata di banda magnetica utilizzata nella sperimentazione).

7.4.6 Evoluzioni future

A seguito della positiva sperimentazione del servizio FlexRoute, e della successiva adozione come esercizio permanente nell'area di Högsbo, l'amministrazione cittadina ha deciso di continuare ed estendere l'esperienza acquisita allargando questo servizio ad una parte rilevante dell'intera area urbana. È stato in conseguenza redatto un Master Plan per l'introduzione su larga scala del servizio a chiamata che dovrebbe portare, a regime, a 10 nuovi "percorsi"¹ serviti da un totale di 30-40 minibus. Il ritmo di espansione previsto fino al raggiungimento del sistema finale si basa sull'introduzione di due nuovi percorsi all'anno.

Sulla base dell'esperienza svolta con i progetti SAMPO e SAMPLUS, diverse altre città in Svezia hanno incominciato ad introdurre servizi simili, o hanno piani a breve termine in tal senso. Alla base di queste decisioni, la cui fattibilità è stata dimostrata in modo convincente dal progetto pilota descritto più sopra, è la convinzione generale circa le potenzialità dei servizi DRT e delle tecnologie a supporto nel fornire efficaci soluzioni per il trasporto di utenti anziani o comunque a limitata autonomia di spostamento, in una società in cui le aspettative di vita e la percentuale della popolazione anziana sono in aumento.

Lo scenario svedese mostra come si possano attendere, in questa direzione generale, ulteriori estensioni del concetto di servizio a domanda, basate ad esempio su nuove generazioni di taxi collettivi, minibus, auto per gruppi di utenza mirati (ad esempio, nel segmento "affari"). Questa tendenza è in atto già oggi. A seguito di SAMPO e SAMPLUS, ha avuto inizio lo sviluppo di una nuova generazione di veicoli dedicati a questo tipo di servizio e dotati delle caratteristiche di accessibilità, comfort per l'utenza e efficienza di gestione messe in luce, durante il progetto pilota, come fattori critici di successo per l'introduzione di sistemi DRT.

¹ Per "percorsi" si intendono, qui, quelli in aree distribuite secondo un asse principale, dotate di fermate terminali agli estremi e di fermate distribuite all'interno dell'area. Le diverse fermate sono servite, secondo il modello di FlexRoute, con sequenze di arrivo/partenza ai punti di origine/destinazione ed itinerari tra i due estremi dell'area, determinati in modo flessibile dalla domanda effettivamente espressa dagli utenti.

7.5 Il PERSONALBUS™ di ATAF in Campi Bisenzio

C. Binazzi, N. Di Volo, F. Pettinelli, M. Talluri

PERSONALBUS™ è il sistema a chiamata (DRT) realizzato da ATAF S.p.A. (Azienda di trasporto pubblico dell'area fiorentina) per la gestione e l'organizzazione dei servizi flessibili sia su aree deboli (caratterizzate da bassa densità abitativa, nettamente circoscrivibili, domanda debole, alta variabilità di itinerari ecc.) sia per gruppi speciali di utenti (disabili, anziani, malati ecc.).

Il sistema è stato sviluppato da ATAF (Firenze), MEMEX S.r.l. (Livorno) e SOFTECO SISMAT S.p.A. (Genova) grazie all'apporto dei finanziamenti derivanti da progetti sia europei (SAMPO/SAMPLUS afferente alla Direzione Generale Telematica - DGXIII) in partnership con altre realtà europee (Ministero dei Trasporti Finlandese, l'Azienda di Trasporto Fiamminga De Lijn, Città di Gothenburg) che italiani (progetto CNR-Finalizzato Trasporti-2 ecc.), oltre all'impiego di specifiche risorse da parte di ATAF e del partner sistemistico (SOFTECO SISMAT S.p.A.) ed alla stretta collaborazione con il Comune di Campi Bisenzio, che ha ricoperto il ruolo di sito per la sperimentazione del servizio, in virtù delle sue caratteristiche territoriali e della particolare tipologia della domanda di trasporto.

Attualmente PERSONALBUS™ ha raggiunto un livello di funzionamento a pieno regime ed un elevato livello di affidabilità, e gestisce il servizio nelle seguenti zone:

- servizio disabili sull'intera area fiorentina
- Porta Romana (quartiere urbano di Firenze)
- i Comuni della Piana Fiorentina (Campi Bisenzio, Calenzano, Sesto Fiorentino)
- Scandicci.

Per una migliore comprensione del contesto in cui il servizio è stato inserito nella tabella 7.5.1 e nella figura 7.5.1 si illustra il dettaglio delle caratteristiche principali del servizio a chiamata gestito nel comune di Campi Bisenzio.

7.5.1 Storia del PERSONALBUS™

L'esperienza di ATAF S.p.A. con i servizi flessibili è iniziata con la creazione di un "servizio per disabili", effettuato con 5 bus sull'intera rete del comune di Firenze nell'arco orario 7.00-20.00, e con il sistema a chiamata introdotto in sostituzione del tradizionale servizio di linea nella zona di Porta Romana a Firenze (1995), entrambi gestiti in maniera manuale.

Il Servizio gestito da PERSONALBUS™ è stato introdotto nel Comune di Campi nel giugno 1997, dopo di che è stato progressivamente esteso, arrivando a coprire l'intera area di Campi nel settembre 1998, con un numero totale di 175 fermate sparse nel territorio; in questo modo Campi è divenuto una delle prime realtà europee in cui tutto il territorio comunale è servito da un servizio di trasporto pubblico organizzato intera-

| PERSONALBUS™ in Campi Bisenzio | |
|---------------------------------------|--|
| Area servita | Comune di Campi Bisenzio |
| Superficie | 28,62 km ² |
| Abitanti di Campi | 35.757 (63% dei passeggeri vive a Campi) |
| Abitanti di Firenze | 380.070 (31% dei passeggeri vivono a Firenze) |
| Densità | 1262 ab./km ² |
| Caratteristiche del territorio | <p>Il Comune di Campi Bisenzio, situato a nord-ovest di Firenze, si estende su una superficie di 28,62 km², con una popolazione di oltre 36.000 abitanti ed una densità di 1262 abitanti/km. È collocato in una posizione centrale all'interno della piana che si estende fra Firenze e Prato, costituendo una vera e propria cerniera dell'area metropolitana. Campi Bisenzio è caratterizzata da un centro storico densamente popolato e da numerosi agglomerati urbani decentrati, che si sviluppano su due direttrici principali: quella a sud, lungo la Via Pistoiese, nella quale si trovano le frazioni di S. Donnino, San Piero a Ponti e S. Angelo a Lecore, e quella a nord - al confine con i comuni di Prato e Calenzano - dove è concentrata anche la zona commerciale e industriale.</p> <p>Nella fascia sud si trova una fitta rete di attività artigianali e piccola impresa: la zona ha una fiorente tradizione nel campo della lavorazione della paglia e della pelle, ultimamente caratterizzata dall'insediamento di una numerosa comunità cinese. Nella zona nord, invece, negli ultimi dieci anni si sono trasferite le principali industrie che in precedenza avevano i propri stabilimenti (ognuno dei quali occupa tra i 300 e i 1000 addetti) nell'area urbana di Firenze (GKN, Galileo, Società Autostrade, Manetti & Roberts ecc.). Nel 1997, poi, è stato aperto il centro commerciale I Gigli (oltre 130 negozi), che costituisce la struttura più grande di questo genere attualmente esistente in Italia.</p> <p>Per quanto riguarda i servizi di trasporto, Campi Bisenzio è collegata con Firenze (stazione ferroviaria di S. Maria Novella) da due linee gestite con bus a grande capacità: la linea 30 che percorre la via Lucchese servendo il centro storico e il principale nucleo abitato e la linea 35 che percorre la statale pistoiese servendo le frazioni più importanti (S. Donnino, S. Piero a Ponti, Indicatore). La stazione di Sesto Fiorentino assicura a Campi il collegamento con la rete ferroviaria.</p> |
| Operatore | ATAF |
| Tipi di servizio | A domanda (richieste off-line e on-line) dalle 6.30 alle 20.00. |
| Passeggeri trasportati nel 1999 | 95.000 |
| Numero e tipo di veicoli | 5 minibus (Cacciamaiali del tipo 7-8 m, minibus Bredamenarini, Pollicino) |

Tabella 7.5.1

mente con il sistema a chiamata. A partire dall'anno 2000, visti i risultati ottenuti, il servizio a chiamata è stato introdotto anche in altri comuni dell'area metropolitana fiorentina (Scandicci nel maggio 2000, Calenzano e Sesto Fiorentino nel dicembre 2000).

Di seguito viene presentata una breve sintesi dell'esperienza di Campi Bisenzio, che in pratica sintetizza il percorso seguito per l'evoluzione del PERSONALBUS™, dalla prima sperimentazione fino al funzionamento a pieno regime.

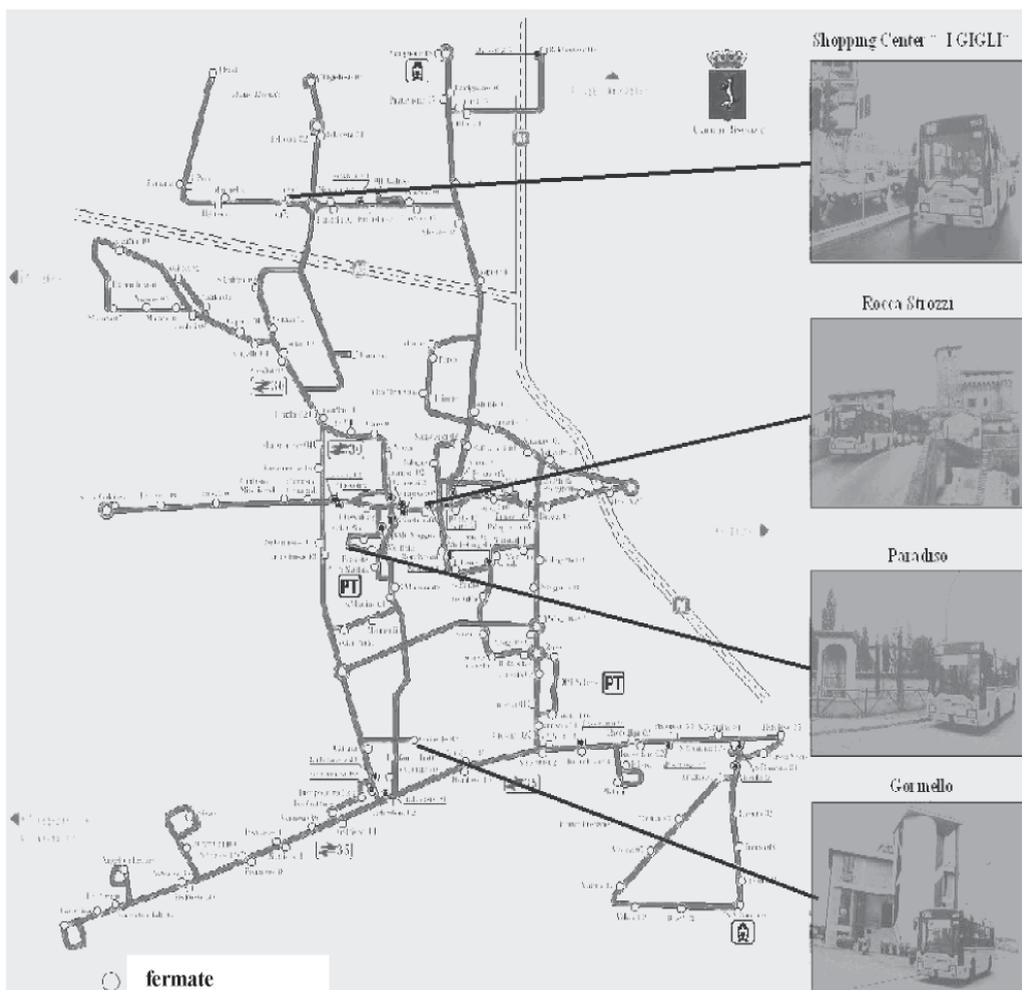


Figura 7.5.1 - Il servizio a chiamata nel comune di Campi Bisenzio

7.5.1.1 Il Servizio a Campi Bisenzio

Il sistema del trasporto pubblico locale, prima dell'istituzione di PERSONALBUS™, era composto da una serie di servizi di linea tradizionali:

- linee 30 e 35 che servivano il centro storico e il principale nucleo abitato, insieme alle frazioni più importanti (S. Donnino, S. Piero a Ponti, Indicatore);
- servizi per collegare direttamente Firenze con la zona industriale situata nella periferia nord-ovest di Campi;
- le linee 50 e 51, trasversali alle linee forti e interessanti la “piana” di Campi e Sesto;

- una circolare interna al territorio comunale di Campi (la linea 60) con frequenza di 60 minuti;
- il collegamento con la rete ferroviaria attraverso la stazione di Sesto Fiorentino.

L'introduzione del servizio a chiamata è stata l'occasione per una ristrutturazione generale dei servizi di Trasporto Pubblico a Campi:

- sostituzione delle linee della zona industriale con un sistema di navette in coincidenza con le linee 30 e 35 e con il servizio ferroviario;
- riorganizzazione dei collegamenti trasversali alla “piana”, che ha coinvolto anche l'Azienda di Trasporto di Prato (CAP);
- soppressione della linea 60 (sostituita integralmente dal servizio a chiamata).

Nelle varie fasi di attuazione del progetto, è stata realizzata una analisi continuativa nel tempo dell'andamento del servizio, i cui risultati positivi hanno incoraggiato e stimolato lo sviluppo del sistema: in particolare si è provveduto, da un lato, ad effettuare una valutazione dei km percorsi e dei passeggeri trasportati, mentre dall'altro sono state effettuate delle interviste sia ai passeggeri del PERSONALBUS™ che ai cittadini del comune di Campi Bisenzio per valutare l'apprezzamento dell'utenza (reale e potenziale) per un servizio di questo tipo, registrando sia un costante incremento dei viaggiatori che una generale soddisfazione degli utenti.

Lo sviluppo ed il successo di questa tipologia di servizio, fino all'attuale assetto, sono stati favoriti dal fatto che Campi Bisenzio presentava delle caratteristiche ideali per la sperimentazione, essendo stata interessata, nell'ultimo decennio, da una rapida espansione residenziale e industriale, conseguenza di una corretta pianificazione urbanistica e di rilevanti investimenti infrastrutturali, fattori che hanno creato un sistema della mobilità particolarmente adatto ad un servizio a chiamata:

- gli spostamenti predominanti appartengono ad una fascia chilometrica di entità ridotta;
- è presente una componente interessante di mobilità erratica;
- alcune realtà territoriali sono difficilmente raggiungibili a causa di sedi stradali ristrette (frazione di Fornello), o sono collegabili con la viabilità principale solo tramite un sistema di “ingresso-regresso” (frazioni del Rosi e delle Miccine);
- nell'area di Campi erano già presenti da tempo dei servizi a chiamata per disabili.

Il corretto approccio alla progettazione del servizio è stato reso possibile anche grazie al rapporto fortemente collaborativo tra l'amministrazione comunale di Campi e ATAF. Va sottolineata in particolare la coerente determinazione del Comune nella rinuncia alla linea 60 (che era stata istituita solo un anno prima), le cui motivazioni sono state condivise con la Comunità attraverso una vasta opera di coinvolgimento delle associazioni di base e dei cittadini, che ha consentito un'accettazione informata e partecipata della novità costituita dal servizio a chiamata.

Un ruolo decisivo nello sviluppo del sistema è stato infatti giocato dall'attività di comunicazione e informazione che è stata intensa e articolata. PERSONALBUS™ è un modo nettamente diverso di gestire/usufruire il trasporto pubblico rispetto alle forme tradizionali: non è possibile andare alla fermata ed aspettare che l'autobus passi, ma è indispensabile aver prenotato la corsa. L'informazione agli utenti sulle nuove caratteristiche del servizio riveste perciò una funzione essenziale.

Tutta l'attività di comunicazione realizzata è stata effettuata con il pieno accordo e collaborazione del Comune di Campi Bisenzio. In particolare, oltre ad esporre, ad ogni palina di fermata, la cartina con l'indicazione di tutte le fermate servite da PERSONALBUS™, è stato a più riprese (in occasione di ogni ampliamento) distribuito a tutte le famiglie un pieghevole con l'illustrazione delle caratteristiche del servizio. Al contempo sono stati usati i tradizionali mezzi di comunicazione: i giornali, l'affissione, il periodico dell'Amministrazione (Disegno Comune) inviato a tutti i residenti.

Dal punto di vista progettuale, si è proceduto ad una attenta attività di analisi preliminare rispetto al progetto vero e proprio, che è proseguita durante tutta la fase di sviluppo.

Una volta individuata l'area di intervento, la prima fase della progettazione è consistita nell'analisi sia della domanda (attuale e potenziale) che dell'offerta di trasporto nell'area individuata. Per quanto riguarda il primo aspetto, si sono indagate le relazioni origine-destinazione servite e/o da servire tramite l'analisi dei dati di servizio e sull'utenza raccolti con i servizi esistenti, in modo da costruire il quadro della domanda attuale; per costruire il quadro della domanda potenziale, invece, è stata effettuata in stretta collaborazione con l'Amministrazione Comunale di Campi Bisenzio un'indagine specifica sulla domanda di trasporto, tesa ad individuare i potenziali utenti di PERSONALBUS™, ottenendo un numero inaspettatamente alto di risposte, che da un lato ha evidenziato un grande interesse per il servizio, e dall'altro ha consentito di scoprire richieste di relazioni origine-destinazione, anche significative, non emerse in prima battuta; sono state inoltre svolte delle analisi sulla configurazione urbanistica della zona, individuando le zone a maggior potenziale in termini di attrazione/generazione di spostamenti (zone a caratterizzazione residenziale, commerciale, industriale ecc.), e sono state effettuate elaborazioni sugli altri dati esistenti relativi alla mobilità dell'area di studio, quali ad esempio quelli risultanti dall'ultima indagine ISTAT (1991). Sono stati considerati poli di attrazione/generazione anche i nodi di interconnessione con gli altri principali modi di trasporto, tra cui le fermate/terminal delle linee di connessione con i principali centri urbani contigui (soprattutto Firenze e Prato) e le principali aree di parcheggio.

Per quanto riguarda l'offerta, invece, si è svolta un'analisi puntuale della viabilità, in modo da avere un quadro completo della percorribilità degli archi stradali e di conseguenza della fattibilità dei possibili percorsi per collegare due qualsiasi fermate a seconda della tipologia (soprattutto delle dimensioni) dei veicoli da impiegare per il servizio. Il

territorio di Campi Bisenzio, infatti, è caratterizzato da strade di tipologie molto variabili, poiché alcune di esse sono state realizzate di recente e sono perciò perfettamente transitabili per qualunque veicolo, mentre altre, specialmente quelle del centro storico, hanno una trasversale sezione molto ridotta, e possono essere transitate solamente da veicoli caratterizzati da bassi raggi di curvatura minimi e ridotti ingombri trasversali: tramite sopralluoghi specifici è stata definita la percorribilità dei diversi percorsi, avendo associato ad ogni arco preso in considerazione le tipologie di bus più idonee.

La conoscenza dell'offerta, in termini di rete viaria, e della domanda, in termini di richiesta di trasporto, ha favorito la corretta pianificazione del servizio PERSONALBUS™, permettendo di scegliere una specifica tipologia di veicoli da impiegare in funzione del percorso pianificato.

In questo contesto, è stato fatto anche uno sforzo per migliorare l'accessibilità al servizio per tutti gli utenti, impiegando autobus dell'ultima generazione a pianale super ribassato e posto per ospitare una carrozzella.

La gradualità dello sviluppo di PERSONALBUS™ a Campi ha favorito la crescita delle capacità gestionali e l'ottimizzo delle risorse. Come accennato in precedenza, il servizio PERSONALBUS™ è iniziato interessando solo una parte del territorio comunale, la più facile dal punto di vista del trasporto: si trattava, nella quasi totalità, di itinerari già percorsi dal trasporto pubblico tradizionale di linea e la vera novità, oltre ovviamente alla prenotazione del viaggio, era costituita dalla mancanza di itinerari fissi.

Al suo esordio il PERSONALBUS™ estendeva la sua area di influenza a frazioni in precedenza non servite dal TPL ordinario (San Giorgio a Colonica), per arrivare, dopo nemmeno un anno di vita, a toccare zone come Il Rosi, che registravano, addirittura, insoddisfatte richieste decennali di collegamento con il capoluogo.

Dal 14 settembre 1998 il PERSONALBUS™ è stato esteso a tutto il territorio comunale di Campi Bisenzio, offrendo una risposta razionale ed equilibrata a richieste, a volte velleitarie, comunque insistenti, di un collegamento di trasporto pubblico in zone a domanda di trasporto assolutamente debole.

7.5.1.2 Aspetti amministrativi

Fin dall'inizio dell'esperienza del PERSONALBUS™ si è presentato, sia pure allora in forma embrionale, il problema della definizione degli itinerari a fini concessionali e amministrativi.

Per quanto riguarda la concessione del servizio, ci si è riferiti alla concessione che la Provincia aveva a suo tempo rilasciato per il servizio disabili che era non legata a singoli e specifici itinerari ma era genericamente riferita a "itinerari compresi all'interno della normale rete ATAF".

Più complesso appariva invece l'ottenimento del nulla-osta ai fini della sicurezza d'esercizio: in questo senso è doveroso ricordare l'impegno dell'Ispettorato Provinciale

della Motorizzazione Civile che, pur nel rigoroso rispetto delle condizioni di sicurezza di competenza, per quanto riguarda il PERSONALBUS™ ha rilasciato nulla-osta di sicurezza non riferiti a itinerari completi ma alla transitabilità di singole strade e alla possibilità di effettuare svolte e/o manovre specifiche, in accordo con l'approccio progettuale adottato da ATAF per il servizio.

È altresì ovvio che ulteriori estensioni del PERSONALBUS™ e/o allargamenti ad aree territoriali diverse da quella di studio comporteranno ulteriori problematiche, che sarà necessario approfondire di volta in volta.

L'esperienza di PERSONALBUS™ si è realizzata comunque in un sostanziale vuoto normativo, in quanto le disposizioni esistenti regolano l'esercizio di linee su percorsi fissi e ad orari prestabiliti: lo sviluppo in modo diffuso di questa tipologia di servizio richiederà necessariamente che le Amministrazioni Regionali, ora competenti in materia di trasporto pubblico a seguito del Decreto Legislativo 422/97, introducano una specifica normativa nella quale inquadrare tali attività.

In ogni caso, lo stesso Decreto sottolinea come si debba fare "ricorso alle modalità e tecniche di trasporto più idonee a soddisfare le esigenze di trasporto considerate, con particolare attenzione a quelle delle persone con ridotta capacità motoria". Inoltre la legge della Regione Toscana 42/98, attuativa della succitata riforma, afferma chiaramente che "Nella definizione dei servizi minimi la Regione e gli Enti Locali (...) garantiscono il trasporto pubblico in aree economicamente e territorialmente svantaggiate" ed ancora "(La Regione n.d.r.) definisce criteri ed indirizzi per l'organizzazione dei servizi nelle aree a domanda debole". Gli strumenti della pianificazione provinciale e comunale devono poi definire le politiche dei trasporti con riferimento anche "alla eliminazione delle barriere e allo sviluppo della mobilità dei soggetti disabili".

Si apre quindi una fase "costituente" nella quale sarà possibile individuare le forme e le modalità più adeguate per garantire la mobilità di tutti.

Per quanto riguarda i Contratti di Servizio, allo stato attuale il numero di km previsti per una linea a chiamata viene stabilito in base alla serie storica dei dati di servizio a consuntivo degli anni precedenti, se disponibile, tenendo in considerazione eventuali richieste di ampliamento del servizio, e/o su una previsione più o meno verosimile basata su esperienze analoghe e sulla sensibilità dei progettisti del servizio. Al momento attuale, infatti, non esistono differenziazioni nei Contratti di Servizio tra le linee ordinarie e quelle a chiamata, per cui queste ultime vengono rappresentate attraverso fittizie linee ordinarie, equivalenti per quanto riguarda la percorrenza e gli orari. Al consuntivo di fine anno, basato sulla consuntivazione derivante dalle corse realmente effettuate e dal relativo chilometraggio (dato fornito in automatico dal sistema di gestione del servizio), se i chilometri percorsi risultano minori del previsto in misura maggiore di una soglia stabilita nei Contratti suddetti (la soglia viene stabilita sul totale del Contratto di Servizio per il totale delle linee oggetto del Contratto stesso), vengono decurtati i

finanziamenti regionali di una percentuale pari alla differenza; se invece l'effettivo chilometraggio risulta superiore al massimo ammesso, il finanziamento erogato sarà comunque pari al massimo previsto. Questo aspetto, derivante da lacune normative evidenti, costituisce un possibile freno allo sviluppo dei sistemi a chiamata, dove una misura del successo è anche data dal numero di chilometri percorsi, indice di un numero elevato di richieste.

Un possibile superamento di queste problematiche può essere costituito da soluzioni alternative che sono attualmente in fase di studio, come quella che prevede di valutare il servizio in base al numero di ore in cui esso rimane attivo.

7.5.2 Schema operativo del servizio

PERSONALBUS™ è un pacchetto per la gestione di servizi di Trasporto Pubblico Locale a domanda, concepito e sviluppato per operare nella Centrale Operativa di un'azienda di trasporto.

Per la gestione del servizio ATAF ha istituito una apposita centrale operativa (TDC, Travel Dispatch Centre), alla quale fanno riferimento tutti i suoi servizi flessibili. Chi ha necessità di usufruire del servizio, chiama la Centrale Operativa tramite numero verde telefonico, formulando la sua richiesta di viaggio e specificando le fermate di origine e destinazione del proprio viaggio insieme agli orari di partenza desiderati.

In risposta alla richiesta l'operatore del Centro, assistito dalla strumentazione informatica messa a disposizione del sistema PERSONALBUS™, identifica e/o eventualmente crea e quindi propone i viaggi che più si adattano alla richiesta ricevuta, secondo la disponibilità giornaliera dei mezzi impiegati.

Per le corse da effettuare il giorno stesso, basta comporre il numero verde con almeno mezz'ora di anticipo sulla corsa, e l'operatore sarà in grado di comunicare l'orario preciso di partenza e di arrivo che si avvicinerà il più possibile alla richiesta. La telefonata è gratuita e sui bus possono essere utilizzati tutti i normali biglietti ed abbonamenti ATAF. Il numero verde è inoltre in grado di fornire tutte le informazioni necessarie sul servizio PERSONALBUS™.

Utilizzando PERSONALBUS™ per una coincidenza con altre linee ATAF, si può continuare a viaggiare con lo stesso biglietto anche sull'autobus successivo, ovviamente entro il termine di validità.

PERSONALBUS™ è attivo tutti i giorni feriali dalle 6.30 alle 19.30, mentre il numero verde è attivo negli stessi giorni dalle 6.00 alle 20.00. PERSONALBUS™ consente anche la prenotazione per il giorno o per la settimana successiva. Le richieste per la settimana successiva devono essere effettuate entro le 17.00 del giovedì precedente. Per la conferma occorrerà chiamare il numero verde dal venerdì successivo. La prenotazione per il giorno successivo deve pervenire entro le 17.00, con l'obbligo per l'utente di richiamare fra le 19.00 e le 20.00 per la conferma.

Il Sistema è in grado di operare su più aree geografiche ognuna con una propria rete di Trasporto Pubblico, con la possibilità, per l'operatore, di selezionare direttamente a video l'area interessata.

Il sistema si compone di una serie di strumenti software che supportano l'operatore del Centro durante:

- la fase di inizializzazione e configurazione;
- l'attività di pianificazione e gestione del servizio.

7.5.2.1 L'organizzazione interna del servizio

ATAF, rispetto alla sua struttura organizzativa, agisce su due precisi livelli per gestire il progetto e le operazioni del PERSONALBUS™:

- coinvolgimento del settore del movimento quale soggetto ultimo della catena di produzione del servizio e quindi diretto interlocutore del gruppo di utenti servito;
- gestione e assistenza alle tecnologie coinvolte, tramite l'apposito ufficio delle tecnologie (MTT) quale supporto indispensabile al raggiungimento degli obiettivi fissati nei piani di azione.

Le risorse umane impiegate giornalmente nel servizio per il PERSONALBUS™ di Campi sono:

- 2 operatori di centrale (1 per il turno mattinabile e 1 per il pomeridiano) dal lunedì al sabato esclusi festivi;

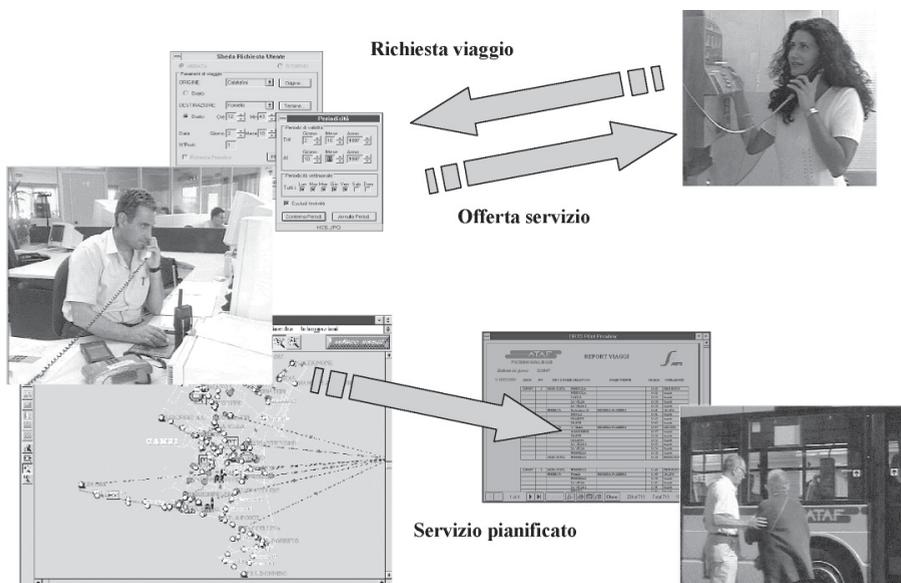


Figura 7.5.2 - Schema operativo del sistema PERSONALBUS™

- 9 autisti al giorno dal lunedì al venerdì (il servizio è effettuato con 4 vetture dalle 6.30 alle 19.30 e 1 dalle 12.30 alle 15.00);
- 6 autisti il sabato (il servizio è effettuato con due vetture dalle 6.30 alle 19.30 e una dalle 6.30 alle 9.00 e dalle 12.30 alle 15.00).

I costi di esercizio di un servizio di questo tipo sono rappresentati da:

- personale addetto alla centrale
- personale di guida
- costi di manutenzione della rete (paline, tabelle di informazione alla fermata)
- numero verde per la prenotazione delle corse.

I costi aggiuntivi, rispetto a quelli di un normale servizio di linea, sono rappresentati dal personale di centrale e dal numero verde per le informazioni e per le prenotazioni del servizio. In particolare, il costo degli operatori è la voce più significativa, anche se la sua rilevanza è parzialmente mitigata dalla possibilità che il sistema offre di poter agire sia con modalità multi-zona che multi-operatore.

7.5.2.2 Caratteristiche funzionali del sistema

L'offerta - L'offerta tiene conto delle differenti esigenze aziendali:

- il Calendario dei Servizi che stabilisce a priori la disponibilità numerica delle vetture in riferimento ai giorni dell'anno
- la programmazione dei conducenti di linea che stabilisce la disponibilità nel giorno del personale addetto alla guida di tali mezzi
- la disponibilità delle vetture, che può essere imposta come vincolo nella definizione del numero e della struttura dei viaggi risultanti dal Modello di Assegnazione Corse.
- altrimenti, utilizzando il Modello in modalità "a capacità infinita", è possibile dedurre quale "disponibilità vetture" risponde meglio alle caratteristiche della domanda.

Il territorio - Il territorio è rappresentato da un insieme di elementi caratterizzanti l'area geografica servita:

- il grafo della rete di servizio, con l'insieme di tratti stradali elementari (archi), nodi di intersezione, svolte...
- i punti di fermata: salita/discesa utente, aree di sosta dei mezzi, depositi
- i punti di interesse pubblico: Centri Commerciali, Enti Pubblici, interscambi con servizi di linea, Stazione Ferroviaria, o altro.

Ogni elemento del grafo è opportunamente parametrizzato: velocità/tempi di percorrenza, sensi di marcia, vincoli di percorrenza (per dimensioni del mezzo), limitazioni sulle svolte ecc.

La domanda - La richiesta utente è caratterizzata da:

- la tipologia: può essere corsa di A/R, singola o periodica, può essere prenotazione per più persone...;

- il momento per il quale è richiesto il servizio: per la giornata in corso, per giorni successivi, per un periodo definito... ;
- la modalità di accesso al servizio: su chiamata telefonica o per richiesta diretta al conducente;
- la categoria di appartenenza dell'utente: studente, lavoratore, utente generico.

Identificazione dell'utente - L'utente che accede al servizio:

- non ha mai usufruito del servizio: in questo caso l'operatore inserisce le informazioni relative al cliente (dati anagrafici, recapito telefonico...);
- ha già usufruito del servizio: ha un suo codice di ingresso ed è presente in archivio.

Identificazione delle fermate (aree di sosta) O/D della corsa - Sia per l'origine che per la destinazione desiderata, l'utente può specificare:

- l'indicazione univoca della fermata, o dell'area di sosta (ad es. nome della fermata);
- informazioni tali che consentano all'operatore di localizzare univocamente la fermata (assegnazione grafica).

Indicazione della fascia oraria di partenza/arrivo - La fascia oraria desiderata di partenza/arrivo dell'utente può essere specificata nei seguenti modi:

- solo orario desiderato di prelevamento alla fermata origine;
- solo orario desiderato di arrivo alla fermata destinazione.

Il servizio - PERSONALBUS™ offre la possibilità di gestire il servizio secondo due modalità:

- fuori linea, per pianificazione del servizio: la proposta di viaggio viene comunicata al cliente in tempi successivi. Il sistema elabora secondo vincoli predefiniti una lista di richieste acquisite nel tempo (prenotazioni). Il risultato dell'elaborazione è una pianificazione globale del servizio per un arco di tempo definibile;
- in linea, per una gestione dinamica: l'operatore fornisce immediatamente all'utente al telefono le proposte di viaggio.

Sono previsti tre livelli di proposta:

1. Il sistema ricerca tra i viaggi programmati per la giornata, quello che maggiormente si avvicina in termini spazio-tempo (fermata vicina/primo viaggio disponibile) alla corsa richiesta; se la proposta è accettata, non si apporta alcuna modifica al percorso.
2. Se la corsa richiesta non può essere soddisfatta con il programma preesistente, il sistema individua una deviazione di percorso del viaggio "più vicino".
3. In alternativa viene proposta la creazione di un nuovo viaggio, se nel periodo è disponibile una vettura.

Pianificazione del servizio in automatico -Viene definita una finestra temporale all'interno della quale tutte le richieste presenti vengono elaborate nel tentativo di essere soddisfatte

con appositi viaggi costruiti dal Modello di Assegnazione Corse. Ad ogni richiesta, si assegna una determinata priorità di analisi.

Il sistema prevede più livelli di priorità (da High a Low): la priorità H impegna il Modello a tentare di inserire la corsa sul viaggio in costruzione prima di altre (di priorità L) o di preservarla durante il tentativo di inserire una o più corse acquisite in seguito sul viaggio che gli era stato assegnato (utente abbonato o appartenente a categoria importante o altro).

Le tecnologie - PERSONALBUS™ è implementato utilizzando lo stato dell'arte delle attuali tecnologie informatiche e i più diffusi standard industriali: Sistemi Informativi Geografici (GIS) e mappe digitali, Data Base Relazionali e connettività ODBC, ambiente grafico multifinestre.

L'accesso alle informazioni è agevolato dall'utilizzo di rappresentazioni grafiche interattive che consentono il reperimento di informazioni in modo rapido e intuitivo (ricerca della fermata, del percorso...). La pianificazione e la gestione del servizio sono assicurate da avanzati algoritmi di ricerca e ottimizzazione.

Il software PERSONALBUS™ è disponibile su piattaforma PC e richiede:

Ambiente software:

- sistema operativo Microsoft Windows NT
- DBMS Oracle, per l'Archivio Centrale
- GIS MapInfo, per la rappresentazione grafica della rete, la gestione dei dati territoriali e l'interfaccia operatore.

Piattaforma hardware (minimo consigliabile):

- PC Pentium III, 128 Mb Ram, 9.1 Gb Hd, monitor a colori 19" (ris. Min. 1024*768).

7.5.3 I risultati ottenuti

Sono state condotte alcune significative analisi sui primi anni di operatività del sistema DRT a Campi, per identificare e quantificare gli impatti dovuti alla sua introduzione, sia in termini positivi che eventualmente negativi.

In generale le analisi svolte mostrano che l'introduzione di PERSONALBUS™ ha portato sostanziali benefici, sia dal punto di vista operativo (lato ATAF) che della qualità del servizio offerta agli utenti.

Confrontato con il precedente servizio di trasporto basato su tre linee a percorso fisso, che data la loro struttura potevano servire solamente una porzione limitata di territorio e di utenti, il servizio DRT offre il vantaggio di espandere il servizio di TPL in tutta l'area di Campi, aumentando di conseguenza il numero di utenti potenziali grazie alla sua capacità di collegare tutte le principali origini/destinazioni all'interno dell'area coperta con schemi flessibili che si adattano ai bisogni di mobilità degli utenti. L'introdu-

zione di un servizio innovativo di questo tipo ha anche degli impatti positivi sulla percezione generale della qualità e dell'efficienza del servizio pubblico sulla totalità della popolazione, migliorando i rapporti tra fornitore e clientela. A questo proposito sono stati svolte due indagini riguardanti la percezione e la soddisfazione da parte degli utenti sul servizio, una nel 1998 e una nel 2000, nelle quali si sono riscontrati sostanzialmente gli stessi giudizi positivi. Come mostrato nella figura 7.5.3, il 74% degli utenti del PERSONALBUS™ sono soddisfatti del servizio, contro una percentuale solamente del 7% di utenti insoddisfatti.

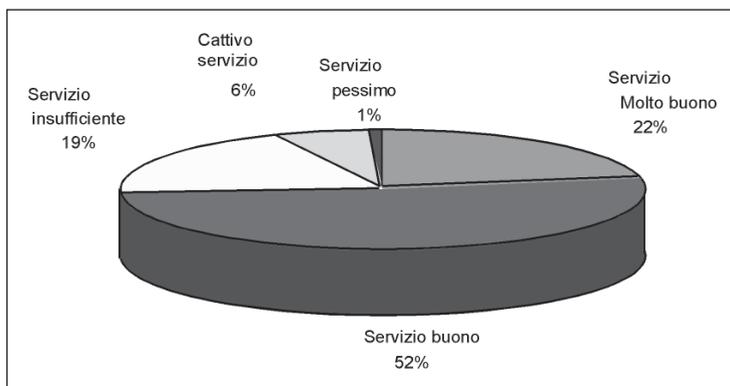


Figura 7.5.3 - Opinione dei passeggeri sul servizio PERSONALBUS™ a Campi Bisenzio

Per quanto riguarda le origini/destinazioni degli spostamenti, la maggior parte degli utenti utilizza PERSONALBUS™ principalmente per spostarsi all'interno dell'area di Campi Bisenzio; tra le motivazioni degli spostamenti, quella prevalente è recarsi al lavoro (51,8%), seguono lo shopping (31,2%) e la scuola (15,2%). Il 50,9 degli utenti utilizza il servizio 5 volte alla settimana, il 25,9% lo utilizza 1 volta alla settimana e il 15,2% lo usa da 2 a 4 volte alla settimana. Per quanto riguarda il profilo degli utenti, il 47,8% ha età compresa tra 15 e 30 anni, e il 26,5% tra 31 e 45. Il 56% sono donne; il 55,4% degli utenti sono lavoratori, il 29,1% studenti.

Un ulteriore importante risultato emerso dalle indagini svolte è che il 42,2% degli utenti del PERSONALBUS™ non possiede un'auto propria: questo significa che l'introduzione del servizio DRT contribuisce significativamente a soddisfare un requisito di equità sociale, garantendo un adeguato mezzo di trasporto anche a coloro che non possono permettersi un'auto propria per differenti motivi, con un servizio economicamente efficiente anche dal punto di vista dell'Azienda di trasporto, grazie anche all'aumento di apporto economico che le amministrazioni locali sono disposte a garantire avendo in cambio un servizio più efficiente e capillare.

Nella figura 7.5.4 il successo del servizio è mostrato dall'andamento dei passeggeri trasportati, dalla sua introduzione nel 1997 fino al 2001, se confrontato con le precedenti tre linee fisse.

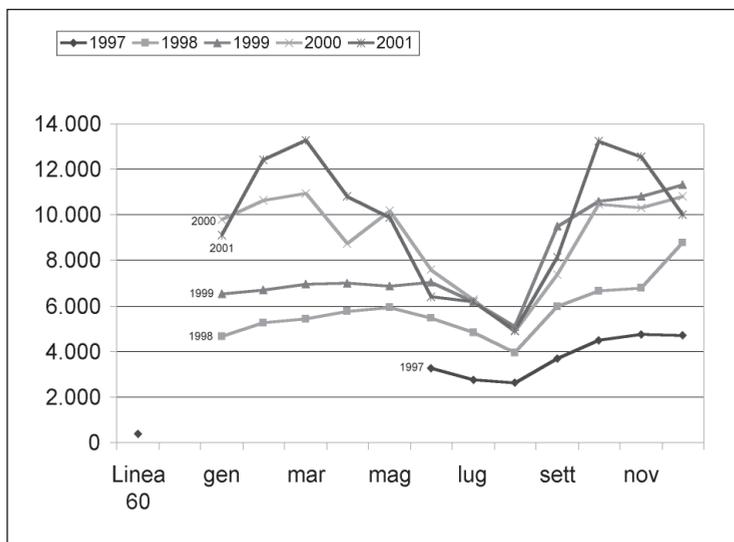


Figura 7.5.4 - Andamento dei passeggeri trasportati dal servizio PERSONALBUS™ a Campi Bisenzio (1997-2001)

7.5.4 Sviluppi futuri possibili

Possibili opportunità di sviluppo dell'esperienza fiorentina con i sistemi DRT possono essere date dalla continua evoluzione tecnologica che sempre più mette a disposizione sistemi più sofisticati ma al contempo più semplici ed economici. In particolare si ritiene che si possano fare ulteriori passi avanti su tre livelli:

1. a bordo del veicolo, dove sarà possibile inserire un terminale con la rappresentazione dei percorsi e/o una stampante per la loro riproduzione;
2. sulla rete di comunicazione, per la localizzazione e la verifica dello stato del veicolo e la trasmissione in automatico delle informazioni sui viaggi accertati e la modifica degli itinerari da effettuare;
3. sulle infrastrutture fisse, con l'installazione di totem informativi sullo stato del servizio in posizioni particolari (ad esempio centri commerciali ed altri luoghi di vasta aggregazione).

Per quanto riguarda il primo punto, attualmente ATAF è impegnata nel progetto europeo INVETE, facente parte del Programma IST (Information Society Technologies), all'interno del V Programma Quadro.

INVETE, iniziato nell'anno 2000, ha come scopo la progettazione, lo sviluppo e la validazione di un terminale di bordo intelligente (IVT, In Vehicle Terminal) di tipo modulare, multi-applicazione, in grado di supportare le varie applicazioni dei servizi di TPL sia di tipo flessibile che regolari, che risponda alle specifiche esigenze degli autisti ed ai requisiti operativi delle Aziende che gestiscono i vari servizi di trasporto, all'interno di differenti sistemi di comunicazione (GSM, rete radio privata) e configurazioni tecnologiche.

7.6 L'esperienza My Bus in Fano

M. Benedetti

7.6.1 Introduzione

Il My Bus è il servizio DRT messo a punto dall'Aset Trasporti di Fano.

Il servizio si svolge interamente all'interno del territorio comunale ed è attivo dal 2 maggio 2001 nelle seguenti zone: Centro Storico, Quartiere Vallato, Fraz. di Tombaccia, Fraz. di Caminate, Fraz. di Tre Ponti, Zona Ind. Bellocchi, Zona Artigianale Fano, quartiere Le Breccie e (dal 18 giugno 2001) anche la zona mare del Lido e Sassonia.

Nella figura 7.6.1 viene riportata la schematizzazione del territorio di riferimento e le principali caratteristiche operative del servizio fornito.

Come nasce l'esigenza di una nuova tipologia di servizio di trasporto - Le risorse sempre più limitate, con la conseguente necessità di fare tagli ad un'offerta di servizio sempre più ridotta, hanno innescato una pericolosa spirale negativa che ha fatto disaffezionare sempre più l'utenza del trasporto pubblico, provocando dovunque un calo dei passeggeri.

Se si considera, inoltre, il continuo aumento dell'uso della vettura privata, con il conseguente aumento della congestione delle città e l'inevitabile diminuzione della velocità commerciale, siamo di fronte ad un quadro complessivamente negativo.

7.6.2 Il servizio tradizionale

Appare necessario, a questo punto, a completamento dello scenario, illustrare brevemente la situazione precedente l'intervento e quindi l'istituzione del servizio My Bus.

Il sistema del trasporto pubblico locale, nelle zone interessate all'intervento, prima dell'introduzione del My Bus era composto da 3 servizi di linea tradizionali:

- Linea 3 - Tale collegamento, istituito per le frazioni di Tombaccia e Caminate, veniva realizzato con frequenza oraria di 60' nella fascia 7.00 - 14.00 e frequenza 120' nelle rimanenti fasce fino alle ore 20.00. Nei giorni festivi il servizio veniva effettuato solo al pomeriggio (lunghezza della linea 14,4 km).

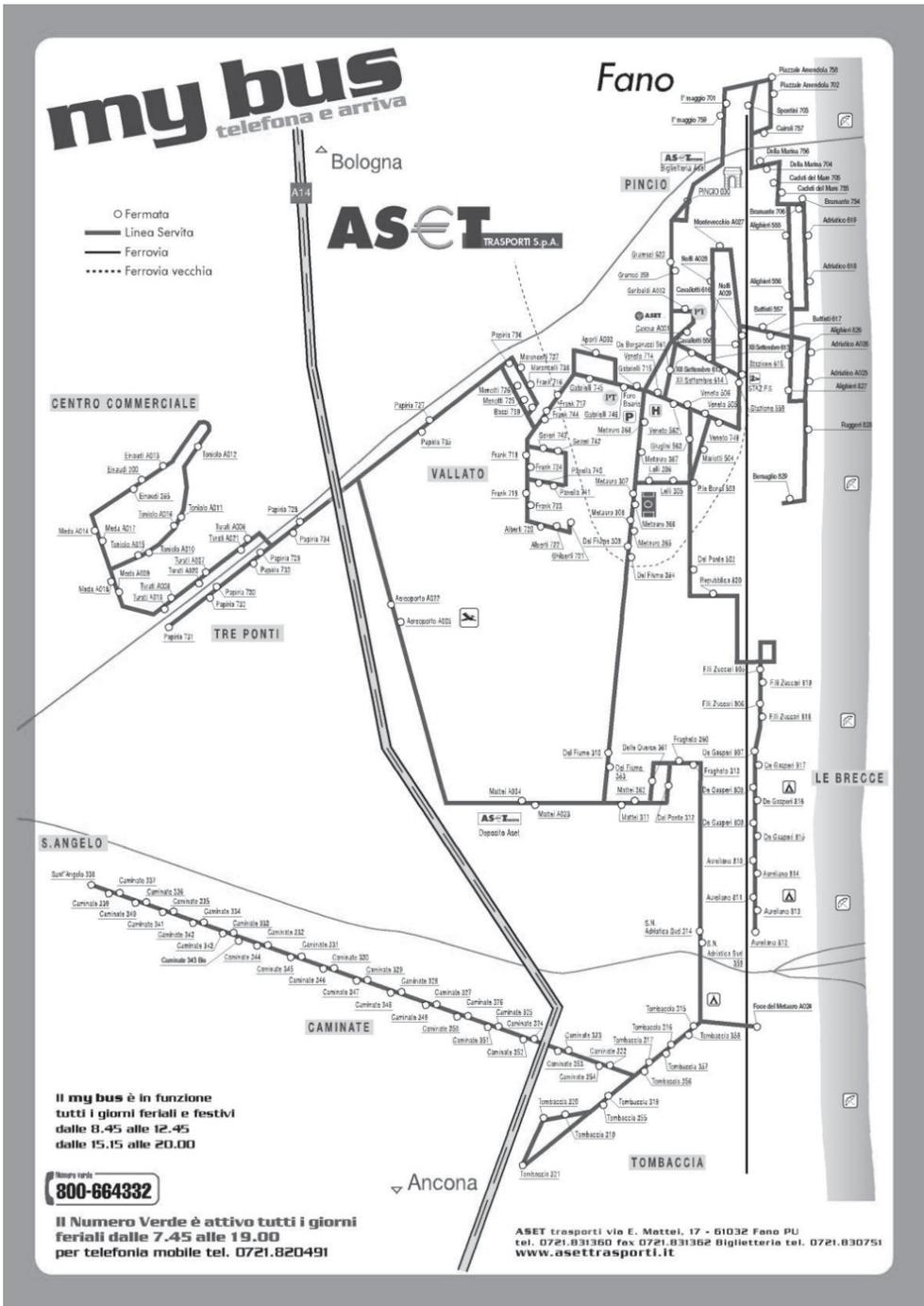


Figura 7.6.1

- Linea 7 - Il collegamento, istituito per i quartieri Vallato e le frazione di Tre Ponti, veniva realizzato con frequenza oraria di 60' nella fascia 7.00 - 14.00 e frequenza 120' nelle rimanenti fasce fino alle ore 20.00. Nei giorni festivi il servizio non veniva effettuato (lunghezza della linea 8,5 km).
- Linea 8 - Il collegamento, istituito nel 1997 per la zona Le Breccie, zona caratterizzata da un'elevata presenza di appartamenti ad uso temporaneo/turistico, veniva realizzato solamente nella fascia mattutina tra le 9.00 e le 12.15 e comunque non nei giorni festivi (lunghezza della linea 10 km).

La necessità del mantenimento dei costi è stata determinante nella scelta del modo di istituzione del servizio a chiamata. Infatti, è stato necessario mantenere, con l'introduzione del nuovo servizio, l'utilizzo delle stesse risorse che prima del 2 maggio garantivano comunque l'espletamento del servizio.

Si è optato quindi di rendere funzionante il nuovo sistema nelle ore di morbida e cioè dalle 8.45 alle 12.45 e dalle 15.15 alle 20.00 compreso i giorni festivi, cosa che è stata molto gradita vista la mancanza quasi totale del servizio.

La scelta di mantenere comunque le corse con percorso fisso nelle ore di punta è derivata dal fatto che comunque in tali ore il servizio è molto utilizzato e risponde alle esigenze di mobilità, riuscendo a garantire, oltre che il collegamento con i principali poli attrattori della città, anche le coincidenze con i collegamenti per i comuni limitrofi a Fano ed in particolare per Pesaro.

7.6.3 La centrale operativa

Il software, in grado di ottimizzare le risorse a disposizione in funzione della domanda di trasporto, è quello prodotto dalla Softeco Sismat S.p.A. di Genova.

Tale software, di estrema semplicità e completa affidabilità, non ha presentato particolari difficoltà nella fase di costruzione della rete viaria e comunque della rete di servizio del My Bus.

In considerazione della fascia oraria di operatività del servizio si è deciso di rendere operativa la centrale dalle ore 7,30 alle ore 19,00 istituendo in pratica una rotazione degli operatori su due turni. La modalità per la prenotazione si spinge fino ai 60' prima della richiesta di effettuazione del trasporto. La comunicazione tra la centrale operativa ed i conducenti in questa prima fase avviene tramite la rete GSM.

7.6.4 La comunicazione

Se la comunicazione gioca un ruolo fondamentale per un sistema di trasporto tradizionale, non viene difficile intuire il ruolo giocato dalla comunicazione in una promozione di un servizio totalmente innovativo e per di più un servizio che ha sostituito un servizio tradizionale e quindi di facile utilizzo.

In concreto, l'attività di comunicazione ha interessato tutti i canali possibili: quotidiani locali, manifesti 100x140 cm, manifesti 3x6 m, emittenti locali, locandine, invio a tutte le famiglie di Fano di un pieghevole contenente la piantina della zona interessata al servizio con le spiegazioni del modo di utilizzo del servizio stesso.

La campagna è stata concepita in modo da avere il culmine dell'intensità di azione a pochi giorni dell'avvio del servizio stesso. Oltre alle forme tradizionali, si sono attivati incontri serali con le circoscrizioni comunali dei quartieri interessati al My Bus.

Gli utenti tradizionali sono, invece, stati informati direttamente a bordo dei mezzi nei giorni antecedenti il termine del servizio tradizionale. Sulle paline interessate all'innovazione sono state aggiunte tabelle contenenti le modalità di fruizione del servizio, nonché la piantina della rete servita.

7.6.5 I mezzi utilizzati

Le peculiarità del servizio e la disponibilità di mezzi idonei hanno permesso l'utilizzo di veicoli di ridottissime dimensioni, dotati tra l'altro di pedane per l'accesso a persone con mobilità limitata, conciliando così la facilità di spostamento lungo la rete stradale nonché riducendo al minimo consumi ed emissioni.

Attualmente vengono quindi utilizzati 2 pollicini e 2 Fiat 316.

7.6.6 La normativa di riferimento

Per quanto riguarda il regime autorizzativo, particolarmente utile è stata la legge regionale di recepimento della legge 422/97 di cui per semplicità si riporta uno stralcio:

Legge Regionale 24 dicembre 1998, n. 45

Norme per il riordino del trasporto pubblico regionale e locale nelle Marche

(...)

Art. 5 - Trasporti pubblici

I servizi automobilistici di linea di trasporto pubblico, effettuati su gomma e con sistemi a guida vincolata, si distinguono in: (...)

- e) a domanda debole, che sono effettuati con modalità particolari ed idonee tecnologie, nei territori a bassa densità abitativa o a domanda debole, in alternativa ai servizi di linea ordinari.

Sul piano dell'esercizio, invece, tutto è stato abbastanza semplice compreso l'istituzione di nuove fermate. Per quanto riguarda il rapporto contrattuale con l'Ente affidante, lo stesso, dopo aver valutato il progetto, ha autorizzato la sperimentazione mantenendo comunque inalterato il corrispettivo storico relativo alle percorrenze delle corse sostituite.

7.6.7 I risultati ottenuti

I risultati ottenuti in circa due mesi di sperimentazione sono di tutto rilievo.

Infatti, sono circa 4.000 i passeggeri trasportati con il My Bus a fronte di circa 1500 che sarebbero stati trasportati con le linee sostituite dal nuovo servizio. Ma a proposito di passeggeri trasportati si è assistito ad un fenomeno molto interessante. Infatti, la curiosità suscitata dall'avvento del nuovo servizio ha spinto numerosi gruppi di studenti, scolari, gruppi organizzati, ad utilizzare il My Bus all'interno della rete servita.

Nei programmi dell'immediato futuro è prevista un'indagine di customer satisfaction fra i clienti, ma dalle interviste fatte sporadicamente dalla stampa locale e dalle impressioni riportate dai conducenti del servizio stesso, si ha la netta sensazione che il livello di apprezzamento sia senza dubbio notevole.

Si riportano nella figura 7.6.2 i dati dei passeggeri trasportati rilevati al 31 dicembre 2001.

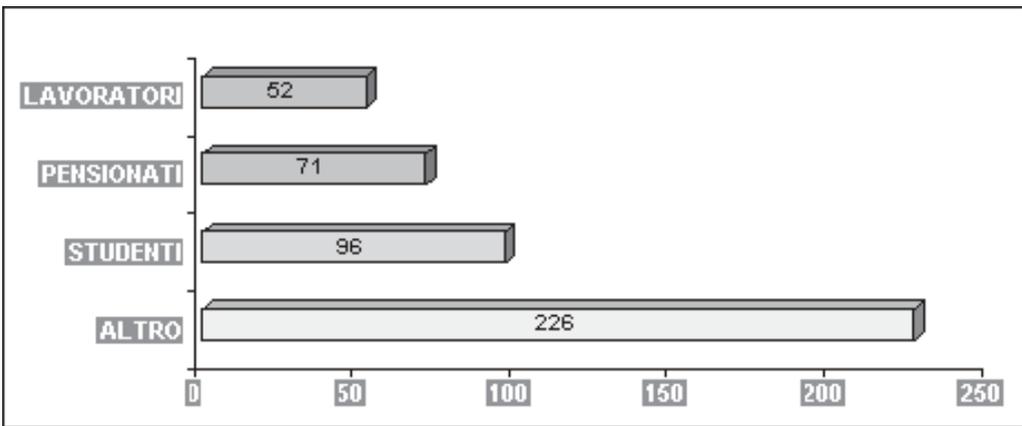


Figura 7.6.2

Nell'immediato futuro è prevedibile un aumento della rete servita e quindi l'estensione ad altre zone della città. Ma altri passi potrebbero essere fatti senza dubbio verso un incremento dell'uso del supporto tecnologico specie nei sistemi di bordo.

Aspetti istituzionali, normativi ed organizzativi

A. Kalliomaki, P. Eloranta, P. Sassoli

Come emerso dai capitoli precedenti, i sistemi DRT sono servizi innovativi e presentano aspetti sostanzialmente differenti rispetto alla gestione del trasporto pubblico convenzionale. Per tale motivo nello studio di fattibilità e nell'impostazione del nuovo servizio dovrebbero essere risolte con chiarezza alcune problematiche rilevanti quali, tra le altre:

- identificazione dei potenziali operatori/gestori del trasporto collettivo da coinvolgere nei servizi DRT
- identificazione dei responsabili dei servizi e della gestione del trasporto pubblico (autorità locale, regionale, nazionale, operatori privati, oppure nessuna parte responsabile)
- definizione del contesto normativo e dei fattori vincolanti e di qualità interessanti il traffico ed il trasporto pubblico
- identificazione degli strumenti di finanziamento dei servizi DRT (chi acquista i servizi e chi li finanzia) e del livello di contribuzione degli enti al servizio stesso (totalmente o parzialmente sovvenzionato, commercialmente profittevole, deregolamentazione ecc.), definizione delle dinamiche di gestione delle stesse sovvenzioni (queste possono essere utilizzate dall'operatore per coprire i costi o per offrire biglietti e tariffe più economici, possono essere utilizzate tramite operatori selezionati oppure tramite l'autorità a vantaggio di tutti gli aventi diritto ecc.)
- definizione delle tipologie di contratto per gli operatori
- analisi e definizione dello status giuridico del sistema/servizio DRT

- studio dell'integrazione/incompatibilità con altre modalità e servizi di trasporto
- definizione delle politiche tariffarie e identificazione dei relativi sistemi di pagamento
- analisi degli aspetti relativi alla difesa della privacy degli utenti
- risoluzione degli aspetti operativi e tecnologici (pianificazione, gestione del servizio e comunicazione con l'utenza, situazione del centro di gestione TDC, sistemi di comunicazione tra centrale operativa ed autisti ecc.)
- definizione dell'area territoriale di intervento
- identificazione della cooperazione tra i diversi operatori /gestori dei servizi di trasporto pubblico
- definizione delle strategie di promozione del servizio e coinvolgimento dell'utenza.

In questo contesto, la soluzione dei precedenti aspetti istituzionali, organizzativi ed operativi è il primo passo essenziale e decisivo da affrontare al momento dell'introduzione di un servizio DRT in una qualsiasi realtà territoriale. Mentre gli aspetti tecnologici possono essere considerati relativamente semplici da affrontare (anche perché, come descritto nel capitolo delle architetture dei servizi DRT e in quelli delle esperienze in atto, ad un primo livello questi sistemi possono essere realizzati con tecnologie di supporto abbastanza povere), le problematiche normative, istituzionali ed organizzative sono spesso molto difficili da affrontate in quanto coinvolgono direttamente e a vario titolo i differenti attori attivi nel TPL (Aziende di Trasporto, Autorità Regionale, Provinciale ecc.). Tali problematiche, se non correttamente risolte, impediscono di fatto il completo sfruttamento delle possibilità offerte da questa tipologia di servizi.

Quindi, nello sviluppo dei sistemi di trasporto a chiamata (DRT) devono essere presi in considerazione differenti elementi e soprattutto le condizioni normative/amministrative di supporto, quali, tra gli altri:

1. gli aspetti fondamentali del contesto di riferimento
2. le esigenze delle differenti categorie di utenza
3. gli obiettivi strategici e i vincoli delle politiche europee e nazionali nel settore dei trasporti
4. il quadro giuridico e legislativo d'insieme
5. le opportunità offerte dal mercato
6. il contesto economico
7. gli aspetti operativi e le problematiche relative all'implementazione
8. gli aspetti contrattuali.

Nella figura 8.1 vengono descritti i criteri e i passi necessari allo sviluppo di un servizio DRT che richiede un periodo di realizzazione piuttosto lungo, generalmente non meno di due anni.

È evidente che sulla base delle esperienze passate e dei prodotti sviluppati lo scenario tecnologico e gli strumenti telematici di supporto possono essere realizzati in un periodo

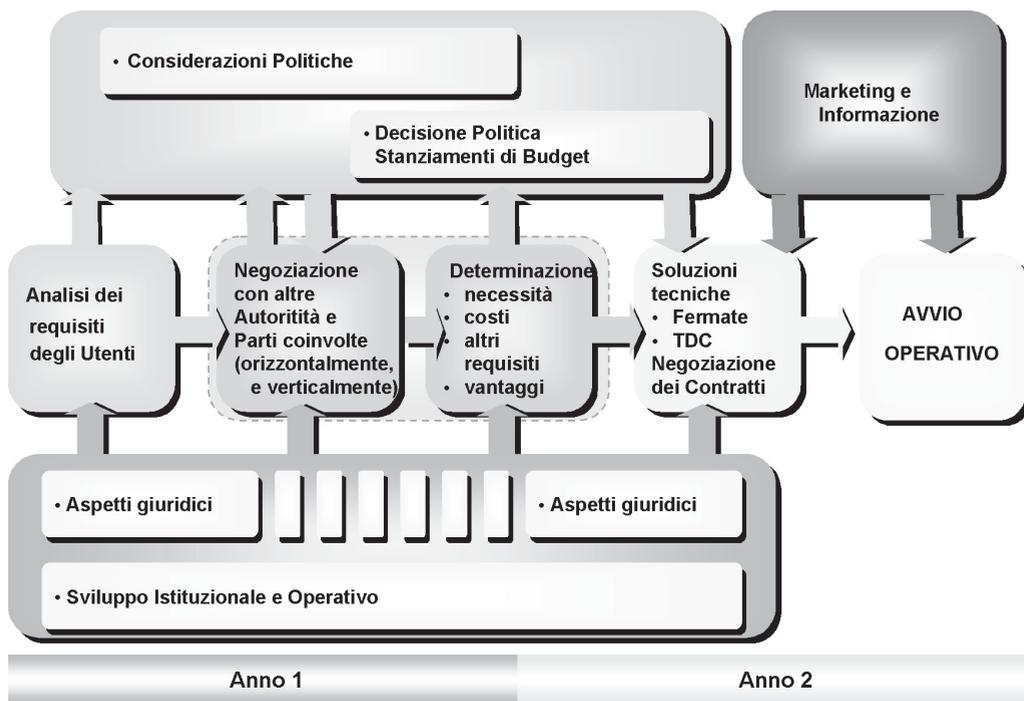


Figura 8.1 - Sviluppo dei servizi DRT

di tempo relativamente breve, e quindi sarebbe opportuno che gli altri aspetti legati a decisioni politiche, amministrative ed organizzative venissero affrontate con un congruo anticipo.

È necessario inoltre, per evitare indesiderate lacune operative e gestionali, tenere in conto che nessun passo tecnico/operativo potrà essere compiuto senza una chiara definizione delle responsabilità e delle dinamiche di assegnazione dei finanziamenti

Gli aspetti che devono essere presi in considerazione e analizzati durante il processo di sviluppo vengono riassunti nella figura 8.2.

8.1 Sviluppo dei sistemi DRT: aspetti fondamentali e contesto di base

Prima di cominciare il reale processo di sviluppo dei servizi DRT è essenziale assicurarsi che siano disponibili tutte le informazioni riguardanti l'area territoriale in cui il servizio si va ad introdurre, altrimenti l'inserimento del servizio DRT, per quanto avanzato dal punto di vista dell'operatività e delle tecnologie di supporto, potrebbe incontrare seri problemi al momento del suo avvio operativo.

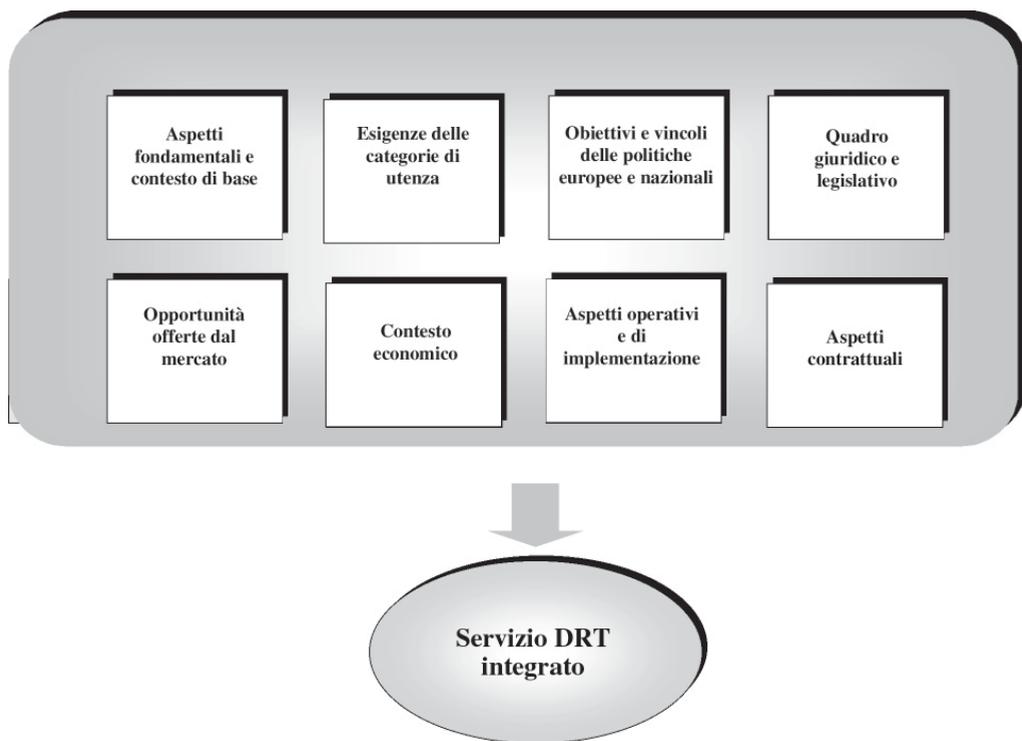


Figura 8.2 - Aspetti e fattori che condizionano lo sviluppo dei servizi DRT

Il ruolo dei servizi DRT nel settore del TPL

I servizi DRT coprono di fatto le aree territoriali e le fasce di utenza non servite dal TPL convenzionale. Un servizio DRT può garantire ai cittadini maggiore equità nell'accesso ai servizi di trasporto. Un servizio DRT, con la sua flessibilità nel rispondere alle richieste di mobilità dell'utenza, può rappresentare una delle componenti essenziali di un sistema di trasporto integrato.

Nella tabella 8.1 vengono sintetizzate le caratteristiche principali di questa flessibilità.

Quindi le caratteristiche di un servizio DRT dipendono dal contesto territoriale di riferimento e dagli altri servizi di trasporto pubblico esistenti ai contorni e nell'area servita, per cui non esiste uno specifico schema di servizio DRT che valga per ogni zona e caso analizzato.

Ad esempio per quanto riguarda i servizi di trasporto per disabili, che attualmente sono gestiti tramite soluzioni individuali, sono necessari schemi di servizio che possano trasportare più persone durante uno stesso viaggio. Gestendo insieme le richieste di trasporto e servendo più persone contemporaneamente secondo le loro esigenze individuali, si può da un lato assicurare agli anziani e ai disabili servizi di trasporto di alto

| Area servita | Caratteristiche del sistema | Caratteristiche del servizio per portatori di handicap. Le necessità del DRT | Note |
|---|--|---|---|
| Aree centrali della città | <ul style="list-style-type: none"> - Offerta di TPL molto diversificata - Molte partenze - Buon servizio per tutte le destinazioni - Non ci sono servizi mirati per esigenze specifiche - Non c'è un bisogno reale di conoscere gli orari data la frequenza delle partenze - Buone connessioni con le città vicine - Alto livello di finanziamento | <ul style="list-style-type: none"> - Non molto adatti ai portatori di handicap, che hanno bisogno di un servizio di trasporto specifico, spesso piuttosto costoso essendo un servizio a parte - I portatori di handicap hanno bisogno di un servizio di tipo DRT (tra l'1 e il 2% di tutta la popolazione) | <ul style="list-style-type: none"> - Ci possono essere delle difficoltà nella comprensione dell'organizzazione delle linee - Se si perde un autobus, si sa sempre che ce ne è un altro in arrivo - Non è così importante conoscere con esattezza i percorsi delle linee grazie alla rete molto fitta - Ci sono molte fermate, ma non è semplice mettere in relazione le linee con la destinazione desiderata, se non si ha familiarità con la rete di trasporto |
| Altre aree delle città e paesi di maggiori dimensioni | <ul style="list-style-type: none"> - Uno o due modi di trasporto pubblico (escluso il taxi) - Molte partenze da/per il centro per/da i centri suburbani - Tipicamente si ha una linea per ciascuna area - Minori livelli di servizio, o assenza totale di servizio per le connessioni periferia-periferia - Connessioni attraverso corridoi dedicati verso le aree/città vicine - Basso livello di finanziamento | <ul style="list-style-type: none"> - Poco adatto ai portatori di handicap, che hanno bisogno di un servizio di trasporto specifico - C'è bisogno di un servizio di tipo DRT principalmente per i portatori di handicap, ma anche per avere un servizio disponibile per tutti sulle direttrici a bassa domanda | <ul style="list-style-type: none"> - Escluse le linee centrali, è necessario avere familiarità con gli orari - Nelle linee regolari, si devono conoscere bene i percorsi - Per la maggior parte delle aree e dei centri esiste una connessione solamente da/per la zona centrale - Le fermate lungo le linee sono piuttosto rare |
| Aree di confine con alcune città | <ul style="list-style-type: none"> - Uno o due modi di trasporto pubblico (escluso il taxi) - Buoni collegamenti di tipo regolare da/per il centro su alcune direttrici dedicate - La distanza tra le direttrici può essere molto elevata - Non c'è nessun servizio di collegamento tra le varie linee, per cui possono esserci vaste aree senza alcun servizio di TPL - Il finanziamento del servizio di TPL può variare, tra un basso livello e nessuna copertura finanziaria, a seconda della zona dove è operato il servizio stesso | <ul style="list-style-type: none"> - Basso servizio sia per la domanda su direttrici diverse dalle principali sia per i portatori di handicap - Un servizio di tipo DRT è necessario specialmente per gli utenti ordinari, ma può essere impiegato con successo anche per i portatori di handicap | <ul style="list-style-type: none"> - Esiste un collegamento praticamente con tutte le altre aree principali attraverso il centro - Si devono conoscere sempre con esattezza gli orari ed i percorsi del servizio regolare - La densità delle fermate dipende dalla densità della popolazione |
| Aree rurali con piccoli centri abitati | <ul style="list-style-type: none"> - Alcuni collegamenti di tipo regolare da/per i centri urbani più vicini - Alcuni passaggi regolari di linee a lunga percorrenza - La copertura finanziaria varia da nessuna a bassa | <ul style="list-style-type: none"> - Non esiste servizio per la domanda su direttrici diverse da quelle di collegamento per i centri vicini e per i portatori di handicap - Il DRT è praticamente l'unico tipo di servizio pubblico disponibile/possibile | <ul style="list-style-type: none"> - Si devono conoscere con esattezza i percorsi e gli orari del servizio regolare di TPL - Le fermate sono ubicate in maniera "casuale" rispetto ai reali bisogni dell'utenza locale - Sono a volte utilizzate fermate "virtuali" (senza paline) |

Tabella 8.1

livello qualitativo e la possibilità di partecipare completamente alla vita sociale e dall'altro contenere i costi a carico degli Enti finanziatori.

Struttura dei servizi di trasporto pubblico esistenti e dei servizi ad essi correlati

Per sviluppare un servizio DRT è fondamentale conoscere bene la composizione dei servizi di trasporto già esistenti: se nessun servizio è presente o non c'è una tradizione consolidata, può essere facile avviare il servizio DRT usando schemi a percorsi semi-fissi con deviazione su richiesta, mentre nei casi in cui esiste già un buon trasporto pubblico che serve le città, lasciando però scoperte le zone rurali e le aree a domanda debole, la soluzione migliore potrebbe essere un servizio flessibile con fermate con ruolo di feeder sulla rete principale. Se la rete è piuttosto estesa ma con basse frequenze, e tutte le linee sono dirette verso il centro, la soluzione migliore tra quelle offerte dai servizi DRT potrebbero essere basata su percorsi variabili tra fermate predefinite.

Contesto monopolistico e contesto competitivo dell'offerta di trasporto pubblico

Chiaramente la situazione varia da paese a paese o anche tra regione e regione. Dove la competizione non è così cruciale può esistere di fatto una situazione di monopolio, anche se, in accordo con le politiche della Unione Europea per i trasporti, devono esserci buone motivazioni ed argomentazioni per giustificare tale situazione.

In questo caso gli aspetti operativi costituiscono sicuramente gli elementi di maggiore criticità.

In un contesto competitivo è invece di fondamentale importanza tenere conto degli aspetti di mercato: la competizione spinge sempre più gli operatori del trasporto pubblico a sviluppare servizi più innovativi di quelli della concorrenza, sebbene le problematiche di cooperazione siano comuni e possano scoraggiare l'introduzione dei servizi DRT.

Quanto espresso sopra non appare necessario quando ci sono differenti operatori dei servizi DRT in una sola città (fatta eccezione forse per le grandi città), almeno finché non vengono offerti due o più servizi diversi (in termini di qualità del servizio) a differenti condizioni di prezzo. Una opzione sarebbe mettere a gara la fornitura dei servizi DRT, facendovi partecipare sia le compagnie di taxi che quelle dei servizi di TPL, in modo che la natura dei servizi, le strutture tariffarie ecc. vengano stabilite in anticipo rispetto all'introduzione del servizio. A livello teorico, potrebbero essere espletate gare separate per la fornitura di servizi integrati di prenotazione ed informazione che coprano tutti i modi di trasporto, richiedendo a tutti gli operatori (compagnie di taxi, autobus, treni, tram, DRT ecc.) di fornire informazioni sui propri servizi in un formato standardizzato. In questo modo l'utenza sarebbe in grado di scegliere la migliore opzione per ogni spostamento desiderato.

È necessaria quindi una competizione trasparente tra i differenti attori del Trasporto Collettivo fornendo delle specifiche indicazioni sia per le gare di appalto che per la realizzazione e gestione operativa dei servizi DRT sul territorio identificato.

8.2 Le esigenze delle differenti categorie di utenza

Nella pianificazione dei servizi DRT, in un contesto di libero mercato, è importante che siano coinvolte e cooperino sia le organizzazioni pubbliche che le strutture private e avere una conoscenza dettagliata di tutte le possibili categorie e gruppi di utenti interessati e delle relative esigenze di mobilità. Anche se è possibile sfruttare i risultati delle esperienze già in atto, quando esiste la volontà di introdurre i servizi DRT in una nuova area territoriale, è sempre necessario effettuare un'accurata analisi delle reali esigenze degli utenti, grazie alla quale è anche possibile attuare un monitoraggio dell'andamento complessivo del progetto, identificando il potenziale supporto che la comunità e/o le Autorità possono attuare per il completo sfruttamento del servizio.

In questo contesto molti sono i compiti da svolgere al momento di definire i bisogni degli utenti, così come indicato ad esempio nella figura 8.3.

Mentre le problematiche tecniche possono essere risolte durante lo sviluppo del sistema e nei collaudi di laboratorio, le problematiche istituzionali ed organizzative legate direttamente agli aspetti politico/sociali del territorio da servire devono essere affrontate con netto anticipo rispetto ad alcune categorie di utenti fondamentali, le cui opinioni, abitudini e bisogni sono determinanti per la realizzazione e il successo dei servizi DRT e cioè:

- i passeggeri (clienti/utenti dei servizi DRT)
- i fornitori del servizio dei trasporti (operatori/gestori del trasporto pubblico)
- le Autorità/Pubbliche amministrazioni (Enti locali, regionali, nazionali ecc.).
- le associazioni di vario genere
- le società fornitrici di software e di sistemi.



Figura 8.3 - Struttura del processo di analisi dei bisogni degli utenti

È importante sottolineare che spesso gli obiettivi e le esigenze delle diverse categorie di utenti possono essere in contraddizione fra loro. A questo proposito i contratti di servizio tra Ente affidatario e gestore assumono un ruolo determinante per inquadrare correttamente i servizi DRT sia rispetto al ruolo di integrazione del servizio convenzionale (linee ed orari fissi) che questi servizi possono rivestire nel contesto più ampio del trasporto pubblico e delle politiche di sostegno sia rispetto alle differenti responsabilità nella catena della fornitura e gestione del servizio stesso (operatore principale e possibili subappaltatori).

I servizi DRT si possono inserire come schema integrativo dell'offerta di trasporto in uno scenario di mobilità sostenibile che:

- prevede l'utilizzo della bicicletta e l'andare a piedi quali modi di trasporto molto più sani del trasporto pubblico sotto molti aspetti
- fornisce garanzie di mobilità ai disabili, che in molti paesi viene assicurata da una specifica legislazione in un mercato di pertinenza dei taxi locali
- fornisce risposte alle aree a bassa densità abitativa nelle quali l'auto privata è ritenuta in molti casi più sostenibile rispetto a qualsiasi forma di trasporto pubblico
- richiede la presenza e competizione di diversi operatori pubblici e privati per assicurarsi i finanziamenti relativi.

I servizi DRT oltre a dimostrarsi di sicuro interesse per gruppi speciali di utenti come i disabili e gli anziani rivestono un ruolo importante anche per la gente comune, come casalinghe (specialmente quelle con figli), adolescenti, disoccupati, studenti ecc., che tipicamente non possiedono un'auto propria e per questo motivo dipendono dai passaggi di altre persone o da un servizio di trasporto pubblico spesso inadeguato, fattori che riducono le loro libertà di movimento e di conseguenza anche la possibilità di partecipazione alla vita sociale.

8.3 Gli obiettivi strategici e i vincoli delle politiche europee e nazionali nel settore dei trasporti

Lo sviluppo dei servizi e sistemi DRT dovrebbe essere basato su politiche dei trasporti condivise e su strategie esistenti sia a livello locale che nazionale ed europeo.

In alcuni casi potrebbe essere necessario modificare il tavolo delle regole esistenti a livello nazionale per quanto riguarda i criteri di finanziamento e affidamento dei servizi di trasporto pubblico perché, come dimostrato dalle esperienze in atto, le barriere istituzionali ed i relativi vincoli normativi risultano essere più forti delle problematiche tecnologiche e operative che s'incontrano nell'esercizio dei servizi DRT. Sarebbe necessario, prima di introdurre operativamente e stabilmente sul territorio nuovi servizi DRT, definire un approccio strategico concordato e condiviso con gli Enti coinvolti nell'affidamento dei servizi di TP.

L'ulteriore sviluppo dei servizi DRT è direttamente collegato alle Politiche dei Trasporti portate avanti a livello europeo, come quella di aumentare l'accessibilità del trasporto pubblico a favore di tutte le classi di cittadini. D'altra parte esistono delle reali esigenze di mobilità dovute alla partecipazione dei cittadini alla vita sociale e alla loro possibilità di vita indipendente che stanno diventando sempre più importanti e che pongono molte sfide per il presente ed il futuro. Queste esigenze offrono nuove occasioni ai servizi DRT per rendere il trasporto pubblico più flessibile e commisurato alle reali esigenze dei suoi utenti.

In questo contesto il contributo dei servizi DRT agli obiettivi sociali della Comunità Europea può essere sintetizzato nella possibilità di fornire la garanzia per tutti i cittadini (ma soprattutto ai più svantaggiati) di una migliore accessibilità ai servizi di mobilità. Con risultati certi in termini di diminuzione dell'isolamento e dell'emarginazione delle categorie speciali di utenti come anziani e disabili, grazie all'offerta di servizi flessibili di trasporto che permette a tutti di partecipare alla vita sociale senza dipendere da altre persone e/o dal possesso di un mezzo privato.

È quindi necessario avere una precisa definizione del quadro politico e normativo nel quale vanno ad inserirsi i servizi DRT, che può variare di molto tra i differenti paesi europei, nonostante che le politiche dei trasporti attuate negli stati membri dell'Unione Europea debbano seguire e rispettare una politica comune.

8.4 Il quadro giuridico e legislativo d'insieme

Appare evidente che i servizi DRT non possono essere sviluppati e messi in opera senza un contesto normativo di supporto. Nella maggior parte dei paesi europei non esiste ancora una legislazione specifica per i servizi DRT, anche se in alcuni paesi sono già state elaborate alcune proposte di legge: tale legislazione dovrà definire il contesto e l'applicabilità dei servizi DRT, nonché i loro limiti e le relative modalità di finanziamento.

Fino a quando i servizi DRT non saranno stati oggetto di una normazione come hanno avuto le altre modalità (convenzionali) di trasporto pubblico non si potranno sfruttare fino in fondo i benefici che questi servizi sono in grado di offrire. La normativa dovrebbe interessare soprattutto gli aspetti legati ai finanziamenti, alle responsabilità, alla regolamentazione dei servizi esistenti ecc.

È ormai chiaro che se non viene sviluppata per i servizi DRT una specifica normativa, rimane il rischio che anche esperienze di successo consolidate come quelle descritte nei capitoli precedenti possano non essere replicabili per causa dei rimpalli di responsabilità istituzionali ed economiche.

La normativa dovrebbe essere studiata in modo accurato e specifico inquadrando i servizi DRT ad un livello intermedio tra la regolamentazione e normativa dei servizi di trasporto convenzionale (linee e tabelle orarie fisse) e quella dei servizi di taxi.

Le leggi e le regole in essere risultano avere un'importanza cruciale soprattutto quando esiste la possibilità di interferenza da parte dei servizi DRT con le altre modalità di trasporto pubblico e quando può esserci il rischio di pregiudizi nei confronti di un servizio di trasporto nuovo e poco familiare come i servizi DRT.

I servizi DRT, per poter funzionare su larga scala, necessitano quindi di uno status giuridico ben preciso e contesti operativi ben definiti. I progetti pilota e dimostrativi possono essere portati avanti senza una particolare normativa di supporto, ma dopo tale fase deve necessariamente essere definito un quadro normativo di riferimento. Inoltre è fondamentale verificare se esistono normative riguardanti la competizione con le altre modalità di trasporto pubblico e l'eventuale incompatibilità con i servizi di trasporto già esistenti.

Infine anche la legislazione dei servizi sociali, scolastici e sanitari sovvenzionati con fondi pubblici dovrebbe essere analizzata al fine di realizzare servizi DRT aperti a tutti e di ottimizzare le risorse economiche ed operative che a differenti titolo vengono coinvolte in questi tipi di servizi.

8.5 Le opportunità offerte dal mercato

È chiaro che l'esercizio di un servizio DRT deve rispondere ad una reale domanda di trasporto oppure, anche in assenza di un mercato potenziale, derivare da una precisa volontà politica. I servizi DRT possono in alcuni casi costituire una soluzione commercialmente vantaggiosa, o più facilmente rappresentare un'ulteriore componente dell'offerta del trasporto pubblico che consenta agli operatori e agli Enti di offrire un servizio più efficiente anche da un punto di vista economico.

Gli schemi DRT presentano rilevanti potenzialità per raggiungere un buon rapporto costi/benefici, tenendo conto anche dei relativi benefici e costi sociali connessi con il servizio, non traducibili direttamente in introiti di tipo economico per gli operatori.

L'introduzione di servizi DRT può costituire inoltre un forte impulso per i differenti attori coinvolti per cogliere o sviluppare nuove opportunità di mercato.

I servizi DRT possono essere per esempio una buona occasione per incrementare la cooperazione sia tra gli operatori in una stessa area che tra i differenti Enti responsabili a vario titolo dei trasporti locali specialmente quando si tratta di piccole città e aree dove la densità della popolazione è bassa.

Per i fornitori di tecnologie telematiche e sistemi i servizi DRT aprono nuovi mercati sia per specifici dispositivi (apparato di bordo, posto centrale, protocolli di comunicazione ecc.) che per applicazioni integrate (interfacciamento con il sistema di controllo delle flotte ecc.)

La tabella 8.2 mostra le opportunità che possono avere i diversi attori attivi nello scenario dei trasporti, nella realizzazione e gestione di servizi DRT.

| Organizzazione | Opportunità |
|---|--|
| Operatori di TPL ed altri fornitori di servizi | <ul style="list-style-type: none"> - nuovi servizi di trasporto pubblico di tipo flessibile e multi-modale per aree/periodi temporali a bassa domanda - servizi innovativi per i cittadini, specialmente per gruppi speciali di utenti cioè nuovi clienti per l'azienda di trasporto e nuovi utenti del servizio stesso - servizi integrati di trasporto pubblico, di informazioni ecc., per i cittadini, specialmente per gruppi speciali di utenti (disabili, anziani ecc.) - incremento dell'attrattività e qualità del trasporto pubblico - interoperabilità e cooperazione tra le differenti Aziende di trasporto e fornitura di servizi più flessibili per i passeggeri tra origine e destinazione - realizzazione di centrali operative e di gestione delle prenotazioni e del servizio per migliorarne l'efficienza (Call center) - aumento di posti di lavoro - aumento della clientela e dei relativi introiti ed espansione del mercato |
| Aziende e fornitori sistemi e reti di comunicazioni | <ul style="list-style-type: none"> - applicazioni integrate per la gestione e la fornitura di servizi - terminali personalizzati sia privati che pubblici (specialmente per gli anziani ed i disabili) - procedure di ottimizzazione del monitoraggio e gestione della fornitura dei servizi - sistemi GIS (Geographic Information Systems) per i servizi ai cittadini e nuove interfacce-utente basate su tecnologie avanzate - sistemi di prenotazione e pagamento "user-friendly" - adattamento degli strumenti ed applicazioni informatiche generali ai requisiti dei nuovi servizi e alle esigenze dei cittadini - nuovi tipi di veicoli sia nel layout che nelle componenti motoristiche |
| Amministrazioni locali, altre autorità ecc. | <ul style="list-style-type: none"> - servizi flessibili di trasporto per i cittadini e zone disagiate economicamente efficienti - sistemi di supporto alla rete di assistenza per utenti speciali (disabili, anziani ecc.) - servizi di distribuzione merci - nuovi servizi collegati al trasporto dei turisti - diminuzione/efficienza dei costi per i servizi di trasporto, di assistenza sociale e sanitaria - aumento di cooperazione orizzontale e verticale tra i vari settori dell'amministrazione - nuove tipologie di veicoli per soddisfare meglio le necessità dei cittadini (anche dei gruppi speciali di utenti) |
| Centri di ricerca universitari, uffici tecnici ecc. | <ul style="list-style-type: none"> - ricerca scientifica e sviluppo tecnologico nel campo di nuovi servizi per i cittadini e delle relative applicazioni telematiche - validazione e valutazione dei nuovi servizi per i cittadini e la loro influenza sulla libertà di movimento - studi di simulazione dei nuovi servizi in relazione con la Politica Europea dei Trasporti |

Tabella 8.2 - Opportunità offerte dai servizi DRT ai differenti attori dello scenario dei trasporti

8.6 Il contesto economico

Le Autorità Pubbliche sono diventate consapevoli dell'aumento del costo del settore dei trasporti, specialmente in quei paesi in cui i servizi di trasporto per gruppi di utenti speciali sono interamente o per la maggior parte finanziati dalle Autorità stesse ed hanno costi elevati ed in continuo aumento. Per questo motivo in tutta Europa vengono diseginate strategie che hanno l'obiettivo di diminuire i costi del trasporto pur volendo garantire adeguati livelli di servizi agli utenti. Di fatto è in questo campo che i servizi DRT hanno dimostrato di essere molto efficaci.

Questi servizi comunque, come del resto il trasporto convenzionale, non possono essere gestiti sulla base dei soli ricavi derivati dalla vendita dei biglietti, per cui il livello del finanziamento erogato dagli Enti responsabili dovrebbe essere determinato in antici-

po tenendo conto che tariffe alte probabilmente scoraggerebbero gli utenti, mentre tariffe troppo basse potrebbero causare livelli di sussidio non sostenibili da parte degli Enti stessi. Le decisioni sui livelli di tariffazione sono quindi di fondamentale importanza: il prezzo dei servizi DRT generalmente può essere uguale o leggermente più alto rispetto al servizio ordinario. Se esistono più modi di trasporto in concorrenza e più operatori coinvolti nel servizio, è necessario raggiungere un accordo su un sistema di tariffazione comune e sui principali criteri per la suddivisione dei ricavi.

Data la rilevanza delle sovvenzioni, i meccanismi di finanziamento devono essere chiariti accuratamente ed in anticipo e se esistono ostacoli nei riguardi del finanziamento di questi tipi di servizi è opportuno affrontarli in maniera decisa. Dovrebbero quindi essere verificate accuratamente tutte le possibilità ed i meccanismi di sovvenzione/ finanziamento dei servizi. Non si deve inoltre dimenticare che molto spesso tali sovvenzioni sono strettamente legate alla stessa situazione politica e soggette inoltre a iter burocratici spesso complessi.

In conclusione, non dovrebbero esistere questioni in sospeso riguardo alle sovvenzioni, al momento della pianificazione dei servizi DRT.

Aspetti socio - economici

Al momento di valutare l'opportunità di introdurre un servizio DRT, è importante considerare anche gli impatti socio-economici connessi rispetto al quadro dei risultati e benefici attesi. Per questo motivo è fondamentale, prima dell'avvio operativo del nuovo servizio, raccogliere tutte le informazioni necessarie ad un'analisi di tipo *prima/dopo*. I servizi DRT possono provocare impatti su diversi aspetti sociali, nelle aree dove vengono inseriti e sugli utenti che molto spesso sono diversi da quelli abituali.

Oltre agli aspetti precedenti, è necessario chiarire anche le aspettative connesse all'introduzione di un servizio DRT da un punto di vista economico. È diffusa la tendenza ad accorpare i costi dei servizi DRT alle voci di bilancio del settore dei trasporti, anche se i benefici che esso può apportare rientrano maggiormente nel settore del "sociale" ed in altri settori quali la sanità. Per questo motivo, se si aspettano dei risultati dal punto di vista economico, è essenziale raccogliere i dati relativi ai costi dei trasporti prima e durante il servizio DRT.

8.7 Aspetti operativi e problematiche di implementazione

La soluzione degli aspetti operativi costituisce il presupposto per un corretto funzionamento dei servizi DRT (come del resto per ogni altro sistema/servizio), per cui devono essere analizzate nel dettaglio tutte le principali problematiche ed identificate le procedure risolutive che permettano di offrire un servizio ottimale. Quindi il servizio deve essere pianificato sulla base delle esigenze degli utenti, dopo tavoli di discussione,

sessioni di pianificazione ecc., in cui vengono definite in maniera chiara le caratteristiche degli schemi di mobilità ed accessibilità definiti (si veda a questo proposito il cap. 3).

Di seguito sono riportati solo alcuni aspetti operativi che spesso sono ritenuti marginali e di secondo livello. In realtà le esperienze in atto hanno dimostrato che, al contrario, devono essere tenuti in debita considerazione per assicurare il corretto funzionamento del sistema al momento della sua implementazione.

Livelli di servizio e obiettivi qualitativi

Un sistema DRT necessita che vengano definiti chiaramente i criteri per la valutazione del livello del servizio offerto e gli obiettivi qualitativi desiderati, in modo da poter essere utilizzati nella valutazione del servizio prestato, stabilendo anche soglie realistiche di accettazione al momento in cui verrà valutato l'effettivo livello di qualità del servizio stesso.

Regole operative

I differenti attori, utenti finali, gestori, autisti ecc. hanno bisogno di specifiche procedure operative a cui fare riferimento nelle diverse situazioni. È perciò importante definire in modo chiaro le reciproche responsabilità e diritti e stabilire le regole operative in maniera dettagliata e soprattutto di facile comprensione. Naturalmente per stabilire queste regole si deve avviare un processo abbastanza complesso e basato fondamentalmente sul buon senso, soprattutto se si opera in ambienti multi-modali e multi-operatore.

Distanza delle fermate

L'ambiente operativo per i servizi DRT varia molto tra un contesto urbano ed uno di tipo rurale. Tale aspetto ha notevoli ripercussioni soprattutto sulla definizione del posizionamento delle fermate e delle relative distanze pedonali da percorrere. In molti casi esiste anche la possibilità che si scelga di fare salire a bordo gli utenti direttamente davanti alla loro abitazioni (door to door). In genere risulta comunque piuttosto complicato definire quali sia la posizione giusta per le fermate, specialmente in ambienti nei quali operano differenti Aziende.

Integrazione con altri modi di trasporto

L'idea di un trasporto pubblico senza "strappi" sta diventando sempre più comune: per ottenere questo risultato è necessario integrare i differenti servizi e modalità di trasporto. I servizi DRT possono essere considerati come un elemento essenziale e complementare nella catena del trasporto pubblico data la capacità di integrarsi con gli altri vettori.

È necessaria quindi la relativa integrazione delle informazioni riguardo agli orari, alle linee e alle modalità del trasporto pubblico. Questa esigenza si traduce nella creazione di un database onnicomprensivo e aggiornato in tempo reale che, però, nonostante i progetti esistenti volti a realizzarlo, non è ancora stato messo in opera.

Collocazione dei luoghi di origine/destinazione

Molto spesso nei servizi DRT non ci sono percorsi e/o tabelle di marcia, ma il servizio viene fornito su richiesta dell'utente. Dal momento che è l'utente che normalmente informa l'operatore sul luogo di partenza e sulla destinazione desiderata, tutto ciò, in linea di principio, dovrebbe risultare abbastanza semplice, sempre che ci sia un modo chiaro per comunicare le proprie esigenze, cosa non sempre agevole specialmente per il luogo di destinazione. Assegnare dei nomi e dei numeri alle fermate ed utilizzare ad esempio adesivi sul telefono segnalando la fermata più vicina (nome e numero della fermata più vicina) è una pratica diffusa, ma non riesce a risolvere tutti i problemi, così come anche le tecnologie che permettono di conoscere dalla centrale l'esatta posizione del veicolo. Occorre quindi perfezionare in tempo una soluzione standard per ovviare a questi possibili problemi.

Segnalazione delle fermate e dei meeting points

La segnalazione delle fermate dovrebbe essere chiara e contenere in maniera visibile almeno le caratteristiche identificative (nome, numero e numero di telefono della centrale operativa), mentre nel posto centrale dovrebbero essere immagazzinate le coordinate, insieme alla posizione degli altri punti di interesse, anche se normalmente non sono segnalati. Spesso esiste l'esigenza di creare fermate completamente nuove per i servizi DRT e per questo motivo l'opera di segnalazione dovrebbe cominciare per tempo.

Formare ed informare il personale operativo

Tutte le persone coinvolte nei servizi DRT dovrebbero essere correttamente informate e preparate, con un'attività pianificata in maniera attenta e con un sufficiente anticipo, in modo da consentire al personale di comprendere in modo profondo gli schemi operativi dei servizi DRT e le relative modalità di esecuzione. Grazie a questo approccio, diminuisce il rischio della mancanza di motivazione del personale e di una sua possibile attitudine negativa che può causare un insuccesso. Inoltre è importante che il gestore del servizio, gli autisti e il resto del personale abbiano momenti di confronto e riflessione riguardo all'introduzione del servizio DRT ed alle sue implicazioni operative.

La flotta

Per pianificare efficacemente la flotta da impiegare nel servizio si dovrebbero utilizzare le informazioni raccolte nell'analisi dei bisogni degli utenti insieme a tutte le altre informazioni disponibili sul servizio DRT. I veicoli dovrebbero essere adatti all'area dove si svolge il servizio, essere attrezzati in maniera adeguata per gli utenti speciali (se il servizio è rivolto a questo tipo di utenti) ed essere forniti dell'equipaggiamento telematico che permetta di comunicare in tempo reale con la centrale operativa. Si dovrebbe inoltre stimare attentamente il numero di veicoli necessario per il servizio.

Le decisioni riguardanti la flotta dei mezzi da utilizzare sono di fondamentale importanza specialmente in un ambiente multi-modale: l'esperienza mostra che gli autobus devono avere una buona accessibilità, ed essere accessibili anche per le persone su sedia a rotelle (quindi con pianale ribassato), di dimensioni ridotte e con un livello di rumore non troppo alto. Dai feed-back sugli utenti risulta che essi preferiscono una disposizione dei sedili di tipo "pista da ballo", in cui possono sedersi in semicerchio per parlare l'uno con l'altro, anche se in effetti la disposizione tradizionale risulta essere più sicura.

Promozione del servizio

Le esperienze in atto dimostrano come le attività di promozione del servizio rivolte all'utenza sono determinanti per il successo dei servizi DRT in quanto sono sistemi nuovi e non ancora pienamente compresi dagli utenti. Per diffondere le informazioni si dovrebbero utilizzare articoli di giornali, brochures, seminari, programmi radio ecc. Le campagne informative devono essere pianificate con attenzione, orientate verso la specifica fascia di clienti di riferimento e di facile comprensione, perché se l'utente non capisce l'offerta, molto probabilmente non utilizzerà il servizio. L'operatore del servizio DRT dovrebbe inoltre istituire un ufficio di riferimento per rispondere alle domande e alle richieste dei potenziali utenti.

Sistema di feedback (monitoraggio dei riscontri)

Per sviluppare e migliorare un servizio DRT è necessario ascoltare il personale operativo ed i differenti utenti, instaurando un efficiente meccanismo di raccolta dei feedback sul servizio stesso che stimoli queste categorie ad esporre le proprie valutazioni. I riscontri dovrebbero essere immagazzinati in appositi data-base ed utilizzati per la valutazione del servizio ed in vista dei suoi possibili sviluppi/miglioramenti.

Piano di collaudo ed implementazione

L'introduzione del servizio DRT e del sistema hw/sw di supporto deve essere pianificata e portata avanti sulla base di specifici piani di verifica e di attuazione. Possono esistere due tipi diversi di realizzazioni: il progetto pilota e l'implementazione su larga scala. Normalmente la realizzazione del sistema su larga scala non è uguale in tutto e per tutto al progetto pilota, perché potrebbero essere necessari, rispetto a quest'ultimo, cambiamenti, miglioramenti e modifiche date le dimensioni dell'intervento. Quindi il sistema di supporto deve essere testato approfonditamente e al momento dell'effettiva implementazione non deve esserci più alcun problema lasciato irrisolto nella fase pilota, compresa l'attività di formazione a tutti i livelli.

I sistemi DRT dovrebbero comunque essere avviati attraverso una fase di sperimentazione/dimostrazione, in cui un numero limitato di veicoli e un numero limitato di utenti abbiano il compito di verificare se il sistema funziona realmente, anche se questo ha già

superato le fasi di validazione in laboratorio. Dovrebbe essere definito un reale piano di sperimentazione basato su reali scadenze e relativi risultati, procedure di raccolta dati di servizio e soddisfazione dell'utenza per la valutazione dei relativi indici di qualità ecc.

La dimostrazione del sistema dovrebbe durare almeno sei mesi. Se il periodo di dimostrazione fosse più breve, infatti, gli utenti molto probabilmente non imparerebbero ad usare il servizio prima della fine della fase pilota. Dopo che la fase pilota è stata valutata con esito positivo e sono state apportate tutte le modifiche necessarie, il sistema DRT può essere lanciato quale servizio su larga scala.

8.8 Aspetti contrattuali

Prima di passare alla fase operativa è opportuno però prendere in considerazione gli aspetti contrattuali che investono numerosi fattori connessi con la realizzazione di sistemi DRT.

Aspetti contrattuali di base

La messa in opera dei servizi DRT, come per ogni altro servizio, richiede uno specifico contratto soprattutto quando il servizio è erogato da un fornitore di trasporti esterno. Il contratto di servizio per il DRT deve comunque includere tutti gli elementi e le parti standard normalmente presenti in ogni contratto per il trasporto pubblico.

L'area operativa, definita e concordata nel contratto, influisce molto sulla gestione del servizio DRT, per cui le decisioni al riguardo sono molto importanti dal punto di vista della qualità del servizio e della gestione della flotta.

Il periodo di durata del contratto è fondamentale per l'operatore privato. Se infatti il periodo è breve, è difficile far conoscere il nuovo sistema DRT, è impossibile ammortizzare gli investimenti quali l'acquisto dei veicoli speciali e il relativo equipaggiamento tecnologico, ed è difficile trovare anche le motivazioni per lo sviluppo continuo del servizio e dei concetti alla sua base, cosa che è invece essenziale per i servizi DRT. Se il periodo di tempo è troppo lungo, invece, all'inizio ci possono essere degli errori nella valutazione dei costi del sistema DRT e dei suoi impatti economici e operativi.

La durata giornaliera del servizio è una parte essenziale del contratto, avendo ripercussioni sulla gestione operativa del servizio e sui costi. Se la durata del servizio è troppo breve, il servizio DRT non troverà il suo spazio e rimarrà solo un servizio dedicato ai gruppi speciali di utenti.

Talvolta le idee e le pratiche su cui si basa il contratto cambiano o si rivelano sbagliate, per cui il contratto deve contenere i termini di recessione e modifica con compensi stabiliti. Se esistono molti operatori e diversi modi di trasporto pubblico, deve essere elaborata la definizione di tutti gli aspetti e gli elementi del servizio, avendo anche cura di omogeneizzare la terminologia utilizzata da tutti gli operatori.

Parte essenziale del contratto è l'accordo sulla gestione operativa dei servizi DRT che influisce direttamente sui costi contrattuali. Questi devono comunque basarsi anche su tariffe tali da stimolare ed incoraggiare lo sviluppo dei servizi DRT, non coprendo necessariamente tutti i costi legati al servizio, se l'operatore stima che il potenziale mercato per il servizio possa portare a dei benefici economici. La tariffa dovrebbe basarsi sull'ampiezza della flotta, il numero dei passeggeri, la durata del servizio, o su una combinazione di questi fattori. La parte relativa agli introiti può costituire uno degli aspetti fondamentali da concordare nel contratto.

Nel contratto devono anche essere descritti i metodi per risolvere disaccordi e dispute e per registrare eventuali problemi, dei quali vanno specificate le modalità per la descrizione ed i differenti livelli a cui questa va effettuata.

Aspetti relativi al TDC

Il posto centrale (TDC) richiede una sezione specifica e dettagliata nel contratto. Il TDC può essere parte dell'organizzazione del gestore del servizio DRT oppure una componente separata, appartenente ad altra organizzazione che svolgerà tutte le funzioni del TDC. Se questa è la scelta, l'operatore deve porre molta attenzione ai servizi (informazioni, richieste ecc.) che verranno realizzati dall'organizzazione che gestisce il TDC.

Per impedire che il TDC cominci a funzionare in maniera indipendente rispetto alle reali operazioni sul campo, il contratto dovrebbe includere alcuni indicatori per l'efficienza economica che leghino strettamente insieme le operazioni del TDC con l'efficienza globale dei servizi DRT.

Se il servizio DRT integra il servizio di trasporto pubblico esistente, è buona regola che il TDC tenga conto di tutti gli altri servizi in modo da utilizzare l'informazione e la sua disponibilità per l'utenza generale. In caso in cui si utilizzi il TDC come "call center" sui servizi di TPL, si deve anche mettere in conto il costo delle telefonate.

L'attività del TDC dipende in buona parte dal trasferimento dei dati, per cui nel contratto devono essere chiariti i metodi e le responsabilità per il trasferimento dati in maniera corretta. D'altro lato questo è un settore in cui la tecnologia sta facendo grandi progressi, per cui il contenuto del contratto deve essere molto flessibile.

Una delle parti essenziali delle attività del TDC è quella relativa ai reports sullo stato del servizio, sui problemi avuti, sull'andamento economico, sulle richieste dell'amministrazione ecc., da utilizzare per scopi operativi, per i miglioramenti, per gli acquirenti e per le Pubbliche Amministrazioni/Autorità.

Collaborazioni con il trasporto pubblico esistente

La questione fondamentale rispetto alla cooperazione con i trasporti esistenti è il grado di apertura dei servizi DRT. Se questi sono rivolti a gruppi speciali di utenti, le interazio-

ni da instaurare non ci sono, o sono poche. D'altra parte, se il servizio DRT supporta differenti schemi di mobilità, tutti gli operatori del trasporto pubblico, compresi i gestori di servizi taxi, possono essere interessati ad una cooperazione/integrazione.

L'introduzione di un servizio DRT di tipo aperto in un'area dove esiste già un servizio di TPL provoca sul medio periodo l'adattamento tra i differenti servizi e la ricerca della necessaria cooperazione tra i vari operatori del trasporto, che può essere incoraggiata anche attraverso un'apposita campagna di informazione. Un eccessivo protezionismo da parte degli operatori di trasporto pubblico esistenti può creare notevoli difficoltà e deve perciò essere evitato per quanto possibile. Il problema più grosso può nascere nei riguardi delle associazioni di tassisti, che ritengono che il servizio DRT vada a ricadere nel loro stesso mercato. Per quanto riguarda il trasporto di linea convenzionale di solito la realizzazione di un servizio DRT provoca almeno una certa riduzione delle linee meno remunerative. Lo studio di fattibilità può valutare in anticipo i possibili conflitti, stabilendo criteri adeguati per evitare conflittualità inutili. Allo stesso tempo è opportuno negoziare anche i principi per lo svolgimento del servizio di connessione (feeder) con le linee portanti del trasporto di linea convenzionale.

Sistemi di tariffazione e di pagamento

Dal momento che i servizi DRT costituiscono normalmente una piccola parte del trasporto pubblico, si devono trovare soluzioni idonee anche per il sistema di tariffazione e le modalità di pagamento. I servizi DRT potrebbero richiedere un biglietto specifico dato che il costo può essere diverso da quello del trasporto pubblico ordinario. Il prezzo del biglietto dovrebbe essere un elemento flessibile nel nuovo contratto dei servizi DRT, con la possibilità di incidere sia sulla domanda di trasporto che sui ricavi: essendo un nuovo sistema, il cambiamento dei prezzi non può essere rigido come in altri sistemi di trasporto pubblico.

A livello tecnologico si devono considerare diversi aspetti come ad esempio che, se si utilizza una smart card, i veicoli utilizzati parzialmente per il servizio DRT o quelli supplementari potrebbero non avere l'equipaggiamento e la capacità necessarie per fornire il servizio DRT aggiuntivo.

Nella definizione delle modalità di pagamento si deve invece considerare che possono esserci dei clienti in possesso di tessere, il che può comportare delle difficoltà burocratiche, ad esempio nella ripartizione degli introiti, e nei riguardi del pagamento dei costi amministrativi connessi.

A questo riguardo nel contratto andranno presi in considerazione molti aspetti, tra cui:

- quali biglietti sono validi
- l'adattamento del sistema utilizzato per il servizio DRT a quelli esistenti
- biglietti specifici per i servizi DRT

- biglietti per i trasferimenti
- l'uso delle smart card
- sistema di elargizione e ripartizione degli introiti.

Regolamentazione della fornitura del servizio

È sempre importante descrivere il servizio in dettaglio, specialmente nel caso dei servizi DRT, perché la maggior parte degli operatori e del personale del TDC all'inizio non hanno familiarità con esso. D'altra parte deve esistere un modo semplice per modificare le regole operative laddove esse causino un servizio insoddisfacente o rilevanti perdite economiche.

Per i passeggeri gli aspetti più importanti nei servizi DRT sono la modalità di prenotazione del viaggio e le fermate di salita/discesa. È quindi importante effettuare studi ed inchieste sulle attitudini dei clienti durante l'applicazione dei servizi DRT. Se si evidenziano necessità di cambiamento, devono essere modificate le regole definite.

Sono necessarie anche delle norme per gli autisti, per definire quale e quanto supporto devono fornire agli utenti durante il servizio e soprattutto quanto tempo è lecito attenderli alle fermate. Al momento dell'operatività del servizio sono importanti le procedure riguardo al modo in cui agire se nascono delle difficoltà o altri problemi nel servizio sia nel TDC che sul campo.

Nei trasporti speciali è auspicabile un approccio di tipo più sensibile e dettato dal buon senso.

Qualità del servizio

Un apposito capitolo del contratto dovrebbe essere riservato alla qualità del servizio offerto. Infatti il contratto dovrebbe contemplare i criteri di valutazione (tempi e modi) della qualità del servizio, di chi deve fare queste valutazioni, chi ne paga i costi, in quale modo vanno pubblicati i risultati e quali sono i relativi impatti.

È importante quindi definire gli obiettivi e i metodi di valutazione della qualità del servizio: il contratto deve pertanto contenere i livelli di qualità concordati e definire le procedure di valutazione e le sanzioni da attuare nel caso in cui non si raggiungano i livelli di qualità stabiliti.

Norme per eventuali correzioni al contratto

Nei servizi DRT gli elementi del sistema hanno periodi di sviluppo separati. Sul lato tecnico/operativo le fermate e altri elementi dell'ambiente infrastrutturale sono abbastanza stabili. I veicoli possono cambiare considerevolmente sul lungo periodo, gli apparati nel TDC e nei veicoli cambiano totalmente nell'arco di alcuni anni, i sistemi di comunicazione dei dati possono cambiare nell'arco di alcuni mesi e altrettanto può fare il software di tutti gli apparati.

A causa di queste diversità, e non essendo in presenza di servizi/sistemi consolidati data la loro recente applicazione, i contratti a lungo termine devono includere possibilità di verificare e apportare modifiche ai contratti stessi. Il contratto deve essere in grado di adattarsi a nuove soluzioni e situazioni e quindi devono essere presenti clausole che permettano una graduale messa in opera del servizio DRT stesso.

Aspetti interessanti gli Enti

Il successo dei servizi DRT, richiede una forte collaborazione “verticale” tra autorità locali e regionali. Dal momento che i servizi DRT hanno un forte impatto su diversi settori, è estremamente importante anche una collaborazione “orizzontale” tra i responsabili del settore tecnico (trasporto pubblico), del settore sociale e del mondo scolastico.

Alcuni di essi infatti utilizzano il sistema pur non facendo parte del contratto di servizio. Per questo motivo devono esistere norme per regolamentare i servizi offerti, le opzioni future e le restrizioni per un eventuale uso non motivato dei servizi DRT.

La discussione deve contemplare anche gli aspetti finanziari, perché senza di essi i costi possono ricadere sull'operatore del servizio di TPL.

Sviluppo del sistema di feedback

Se il sistema DRT non è ancora completamente sviluppato, è necessaria un'attività di monitoraggio di tale sviluppo, che deve essere una parte essenziale del contratto, sia nei riguardi dell'operatore che dell'acquirente.

Flotta veicolare

Il numero di passeggeri nei servizi DRT può variare sensibilmente, il che significa che le dimensioni della flotta costituiscono una parte considerevole del contratto: il funzionamento del sistema può includere i principi di restrizione della capacità e quindi un numero fisso di veicoli. Di conseguenza questioni essenziali da affrontare con dovuto anticipo sono: la capacità sull'intera giornata, i veicoli part time (come i taxi), gli aspetti relativi alla qualità della flotta, la risposta alla domanda, la flessibilità della flotta ed il relativo tipo di flessibilità.

8.9 Conclusioni

I servizi flessibili offrono nuove opportunità per migliorare in modo efficiente l'offerta di trasporto. Appare evidente, però, come gli aspetti da considerare nella pianificazione di sistemi DRT e nella successiva fase di avviamento operativo siano molteplici ed investano settori e tematiche molto diverse fra loro.

216 Molte questioni organizzative ed istituzionali devono essere risolte specialmente nei contesti con livelli di competizione più alti. Specifiche caratteristiche e requisiti del

servizio devono essere tenuti in considerazione al momento di fissare i nuovi schemi di servizio.

Da quanto descritto in questo capitolo risulta ovvio che l'ambiente operativo e le condizioni al contorno influiscono in modo determinante sulle varie esperienze ed applicazioni dei sistemi DRT, che di volta in volta devono tenere conto di aspetti differenti per importanza e complessità.

Ad esempio i rapporti con le organizzazioni sindacali possono costituire un elemento più o meno critico a seconda dei diversi contesti in cui si opera.

Il quadro fin qui delineato costituisce quindi una panoramica molto generale di alcuni aspetti che spesso vengono trascurati in quanto ritenuti di importanza secondaria rispetto alla fase puramente operativa, ma che, come dimostrano le numerose esperienze già in atto, si rivelano di frequente essere argomenti imprescindibili per il successo ed il funzionamento di tali sistemi.

I servizi di taxi collettivo

A. Perugia

9.1 Introduzione

Nel trasporto pubblico, il servizio migliore è offerto dal taxi. È anche il più costoso e quindi i suoi utenti abituali appartengono a una cerchia ristretta. Per tutti gli altri, vale la regola del ricorrere al taxi solo quando è strettamente necessario: la presenza di bagagli, la fretta, la sicurezza personale nelle ore notturne, una scarsa conoscenza dei luoghi e dei servizi di trasporto, la mancanza di alternative. Il costo elevato agisce da deterrente e pone un limite alla diffusione di un mezzo di trasporto che invece avrebbe molte carte al suo attivo nella competizione con l'auto privata. La riduzione delle tariffe può essere resa possibile da una politica incentivante, che stimoli il mercato e incrementi la domanda, come già succede in molte città, ad esempio Londra o New York, dove il taxi è molto popolare. Ma si può anche tentare la carta del taxi collettivo.

Appartenendo alla famiglia dei sistemi DRT (Demand Responsive Transport), il taxi collettivo offre un servizio simile a quello del taxi, ma a un prezzo molto inferiore. Il risparmio è ottenuto condividendo le corse tra più utenti contemporaneamente. Naturalmente le prestazioni non rimarranno indenni; tuttavia, in molti casi, grazie al costo minore, il servizio potrà essere gradito agli utenti e risultare redditizio per il gestore. I sistemi di taxi collettivo presentano molte varianti; già da ora si può però sottolineare che, se si desidera il successo commerciale di un servizio di questo tipo, alcune peculiarità del taxi devono restare. Altrimenti sarà preferibile escogitare altre soluzioni. L'attrat-

tiva del taxi alle stazioni ferroviarie o agli aeroporti è l'assenza di trasbordi per passeggeri pieni di bagagli; nel servizio urbano notturno si desidera la tranquillità di un trasporto esente da rischi di aggressioni; alcuni giudicano essenziale un sedile comodo e l'assenza di affollamento e di eccessiva vicinanza fisica con altre persone. Se queste qualità particolari vengono conservate, un taxi collettivo può essere preferito dagli utenti più sensibili al fattore economico, disposti a rinunciare alle altre caratteristiche del taxi individuale, come i tempi ridotti di viaggio o l'uso esclusivo della vettura.

Definiremo il taxi collettivo come un servizio DRT di buona qualità, che presenti requisiti caratteristici del taxi, assenti nel trasporto di linea, che impieghi veicoli confortevoli e di moderata capacità (mono-volume, pulmini da 8-10 posti, in casi particolari le medesime vetture impiegate per i taxi convenzionali), si estenda fino al domicilio dell'utente e sia rivolto a una clientela esigente ma nel contempo sensibile al fattore economico.

Molti sono i possibili modelli di servizio. Qui ne saranno descritti due: il collegamento con un aeroporto e l'accompagnamento a domicilio nelle ore notturne. Entrambi appartengono alla classe dei sistemi uno-a-molti, nel senso che sono imperniati su un nodo origine comune (rispettivamente l'aeroporto e il capolinea bus). In mancanza di questo nodo comune, il servizio sarebbe di tipo molti-a-molti, e le difficoltà aumenterebbero a dismisura. Il taxi tradizionale è in grado di fornire un servizio molti-a-molti di flessibilità praticamente illimitata: sarebbe possibile fare lo stesso con la sua versione collettiva? La risposta non è agevole allo stato attuale delle conoscenze, che comunque suggerirebbero un atteggiamento prudente. Un servizio collettivo molti-a-molti esteso a una città di dimensioni non modestissime presenterebbe incognite rilevanti, specialmente in presenza di traffico intenso, potendo risultare poco affidabile, con percorsi e tempi d'attesa eccessivamente lunghi.

9.2 Un servizio di taxi collettivo per l'aeroporto

Negli Stati Uniti il taxi collettivo per l'aeroporto è indicato con il nome di limousine, che suggerisce un servizio di buona qualità, esclusivo e confortevole. All'arrivo in un aeroporto, gli ostacoli che un viaggiatore straniero trova all'impiego del servizio di linea sono due: i bagagli e il disorientamento creato dal trovarsi in un paese diverso dal proprio. Circostanze analoghe possono valere in occasione della partenza. Si noti che, per i viaggiatori in arrivo, la rapidità del trasporto non è una prerogativa di grande rilievo, mentre l'affidabilità del servizio è particolarmente sentita dai passeggeri in partenza. Il taxi collettivo può rappresentare la risposta giusta.

9.2.1 Modello di servizio

220 Il servizio di taxi collettivo aeroportuale prevede:

- Il trasporto dei passeggeri in partenza, prelevati al loro domicilio. A questo servizio si accede previa prenotazione telefonica.
- L'accompagnamento a domicilio dei passeggeri in arrivo. A questo servizio si accede sia per prenotazione, sia rivolgendosi al momento dell'arrivo a banchi d'accettazione predisposti nella hall dell'aeroporto.

Un passeggero in partenza prenota il taxi collettivo tramite telefonata effettuata con congruo anticipo (ad esempio: entro le ore 14 del giorno precedente), indicando l'orario desiderato di prelevamento e l'indirizzo. Alla scadenza del termine di prenotazione il computer compila gli elenchi dei passeggeri per ogni vettura, associandovi l'itinerario ottimale da seguire nel percorso di raccolta e i vari elenchi sono comunicati agli autisti. Il giorno successivo una vettura si recherà all'ora fissata all'indirizzo dell'utente.

Un passeggero in arrivo si rivolgerà a un banco appositamente allestito nell'aeroporto. Lì potrà indicare il suo indirizzo e attendere seduto che venga il suo turno per salire su una vettura, che lo condurrà a destinazione assieme ad altre quattro o cinque persone. In alternativa può prenotare il servizio in anticipo, specificando il volo d'arrivo. Dovrà comunque attendere nell'area di attesa antistante il banco. Al momento in cui sussisteranno le condizioni per la partenza di una vettura, alcuni passeggeri saranno invitati a recarsi all'esterno, presso la palina di salita, dove saranno raggiunti dalla vettura a loro assegnata, chiamata via radio.

L'area servita in città verrà divisa in settori: i passeggeri che condividono una corsa devono essere diretti al medesimo settore¹. Il personale del banco introduce gli indirizzi di destinazione nel computer, che li raggruppa in tanti elenchi, ciascuno con destinazione compresa entro un determinato settore della città.

9.2.2 Gestione del movimento

Nel servizio alla partenza la procedura automatizzata per la pianificazione di una giornata ha inizio alla scadenza del termine di prenotazione. Il computer di gestione suddivide l'insieme dei passeggeri in partenza in un certo numero di gruppi omogenei (tipicamente da 4 a 6), appartenenti a uno stesso settore e raggruppabili per affinità di orario di prelevamento.

Nel seguito tali gruppi omogenei saranno indicati con il nome di liste di partenza. Per la compilazione delle liste di partenza il software gestionale si avvale di algoritmi di ottimizzazione.

A ogni lista è associato un orario di inizio del percorso, da rispettare tassativamente, per assicurare il rispetto degli impegni presi con gli utenti. Le liste di partenza costitui-

¹ Almeno in una versione semplificata del sistema. Se si adotta una gestione computerizzata e algoritmica questa ipotesi è sostituita da un concetto dinamico di vicinanza ottimale dei domicili.

scono il perno dell'intero servizio e sono affidate alla responsabilità dei singoli autisti. A ciascun autista sono affidate una o più liste di partenza al giorno. In quest'ultimo caso gli orari di inizio delle liste devono essere distanziati di intervalli di durata sufficiente. Nel servizio all'arrivo i passeggeri sono raggruppati in liste. Queste vengono compilate in tempo reale dal computer sulla base delle prenotazioni e dei passeggeri in attesa. Per decidere la composizione di una lista di arrivo e l'istante di partenza di una vettura il software gestionale si avvale di algoritmi di ottimizzazione, che tengono conto di fattori quali i tempi d'attesa dei viaggiatori, il numero di passeggeri a bordo, e la lunghezza dell'itinerario d'accompagnamento in città. Anche se gli utenti, al loro arrivo all'aeroporto, possono rivolgersi direttamente ai banchi d'accettazione, sarà accordata una forma di precedenza a coloro che hanno prenotato in anticipo. L'itinerario che le vetture seguono nel percorso di accompagnamento a domicilio è anch'esso ottimizzato dal computer.

Nella gestione complessiva del servizio, verrà data la priorità ai viaggiatori in partenza, per ovvi motivi. Un autista a cui sono state affidate due liste di partenza consecutive potrebbe essere obbligato, in caso di ritardo, a un ritorno senza passeggeri, per tornare essere in città in tempo utile per la seconda lista. Sempre al fine dell'assolvimento delle liste di partenza, in caso di imprevisti potrebbero rendersi necessarie ulteriori azioni di emergenza, come ad esempio l'invio di taxi convenzionali (si veda il paragrafo 9.2.3).

Per modulo di servizio intendiamo il turno giornaliero di una vettura. Nel caso più semplice esso comprende una lista di partenza e una lista d'arrivo:

- effettuazione di un percorso di raccolta dei passeggeri corrispondenti a una lista di partenza;
- loro accompagnamento all'aeroporto;
- salita dei passeggeri corrispondenti a una lista di arrivo (assegnata in tempo reale dai banchi d'accettazione);
- loro accompagnamento a domicilio in città.

Il tempo necessario per eseguire una lista di partenza immediatamente seguita da una lista d'arrivo verrà indicato in seguito come t_g (tempo di giro).

9.2.3 Servizio di assistenza in linea

Un servizio di taxi collettivo aeroportuale può essere reso molto affidabile. In particolare, il rischio che un passeggero in partenza perda l'aereo può diventare minimo se si prevede un servizio di assistenza in linea via radio e si predispongono provvedimenti da attuare in occasione di ingorghi o di altri ostacoli imprevisti. Ad esempio:

- ritorno di una vettura dall'aeroporto, senza passeggeri a bordo o con un numero molto esiguo di passeggeri, affinché essa sia in grado di iniziare puntualmente una lista di partenza già assegnata;

- avviso agli autisti della presenza di ingorghi o altro, e suggerimento di percorsi alternativi;
- interruzione di un percorso di raccolta, e completamento dello stesso tramite taxi individuali, qualora i tempi di raccolta si prolungassero oltre il previsto;
- predisposizione di una o più vetture di riserva per interventi sostitutivi.

9.2.4 Dimensionamento della flotta

Per meglio descrivere le possibilità offerte dal servizio, è stata fatta un'ipotesi di lavoro sul numero di viaggiatori che verosimilmente possono rivolgersi al servizio di taxi collettivo, in modo da poter effettuare un dimensionamento di massima del numero di vetture occorrenti.

Supponiamo che tra le ore 7 e le ore 22 di un giorno feriale il movimento dei passeggeri in arrivo in un grande aeroporto internazionale raggiunga, nelle ore di punta, i 5000 passeggeri orari mentre scenda, nelle ore di traffico meno intenso, a 1500 passeggeri orari. Valori simili valgono per i passeggeri in partenza.

Assumiamo 2200 come valore medio dei passeggeri in arrivo ogni ora all'aeroporto. Supponiamo che

- il 60% = 1320 passeggeri siano viaggiatori non in transito (cioè terminano effettivamente il viaggio); di questi,
- il 30% = 396 passeggeri siano diretti all'area servita del taxi collettivo; di questi,
- il 15% = 60 passeggeri si rivolgano al taxi collettivo, ogni ora.

Calcoli analoghi valgono per i viaggiatori in partenza, portando il totale a 120 passeggeri orari, tra arrivi e partenze. La formula che fornisce il numero di vetture necessarie per svolgere il servizio nei due sensi è la seguente:

$$N = \frac{P \times 0,60 \times 0,30 \times 0,15 \times t_g}{c}$$

dove è:

N = numero di vetture

P = tasso orario medio di arrivi (o partenze)

0,60 = quota depurata dai passeggeri in transito

0,30 = quota ipotizzata di passeggeri relativi all'area servita

0,15 = quota ipotizzata di utenti che scelgono il taxi collettivo

t_g = tempo di giro in ore

c = numero medio di passeggeri a bordo

Se il tempo di giro (un viaggio di andata, seguito da un ritorno) è pari a 3 ore e il numero medio di passeggeri a bordo è pari a 4, la flotta di vetture simultaneamente in servizio dovrà essere costituita da

$$N = 45 \text{ vetture}$$

Per quanto riguarda il numero degli autisti, esso dipende dalla lunghezza dei turni di lavoro e non è qui calcolato.

L'introito medio di un turno è legato alla tariffa. Ipotizzando una tariffa media pari a 13 €, ogni vettura servirebbe mediamente 8 passeggeri in un modulo di 3 ore (una lista di partenza e una lista di arrivo) e il ricavo medio per vettura sarebbe di 103 € per un modulo di 3 ore.

9.2.5 Struttura organizzativa e tecnologie

Per la struttura organizzativa di un taxi collettivo aeroportuale occorre prevedere:

- alcuni computer di accettazione, per l'accoglienza diretta ai banchi aeroportuali e per la prenotazione telefonica;
- un numero verde;
- un computer di gestione centrale, in connessione di tipo client-server con i computer di accettazione;
- software gestionale, algoritmi di ottimizzazione;
- sistema geografico computerizzato;
- grafo stradale computerizzato;
- banchi d'accettazione all'aeroporto;
- paline cartelli e relativi stalli spazi di fermata, per la salita e la discesa dei passeggeri all'aeroporto;
- una flotta di 40-50 vetture in servizio contemporaneamente;
- radio di bordo, eventualmente modem e stampante;
- due operatori presenti simultaneamente per ogni banco d'accettazione.

9.3 L'accompagnamento notturno

Dopo una serata trascorsa al cinema o al ristorante, al centro di una grande città, per una donna sola il ritorno a casa può costituire un problema di non facile soluzione. La situazione notturna rende sconsigliabile l'uso del bus, a causa del tratto da percorrere a piedi per raggiungere l'abitazione. Generalmente sarà un uomo ad accompagnarla in automobile. Altrimenti, se lei non vuole sostenere la spesa del taxi o ricorrere alla propria auto (la quale però spesso non risolve il problema della sicurezza, a causa dei parcheggi lontani dall'abitazione o in locali interrati o comunque isolati) dovrà rinunciare a uscire. Il taxi collettivo, in casi come questo, può rappresentare una soluzione.

9.3.1 Modello di servizio

Un servizio notturno di taxi collettivo potrebbe funzionare nel modo seguente. Una o più linee urbane collegano il quartiere con il centro della città, attestandosi a un capolinea comune. A orari stabiliti e comuni a tutte le linee, ad esempio ogni trenta minuti, i

bus provenienti dal centro arrivano simultaneamente al capolinea periferico, vi sostano per qualche minuto e ripartono in direzione del centro. La lunghezza del percorso delle linee è fissata in modo tale da consentire la simultaneità degli arrivi e delle partenze. Nel quartiere, un certo numero di taxi collettivi prestano servizio di collegamento, distribuzione e alimentazione tra il capolinea e il domicilio degli utenti. Come alimentatori, trasportano al capolinea gli utenti prelevati a domicilio; come distributori, trasportano a domicilio gli utenti che scendono dai bus. Per ambedue i servizi è richiesta una prenotazione con un adeguato preavviso.

A bordo dei bus notturni è installato un dispositivo di prenotazione, su cui è rappresentata la mappa del quartiere, suddivisa in un certo numero di zone. Introducendo una moneta e selezionando una zona la macchina emetterà un biglietto, su cui sarà indicato un numero identificativo di prenotazione. All'arrivo al capolinea un taxi (appositamente convocato da un centro di prenotazione a gestione computerizzata) esporrà, tra gli altri, quel numero di prenotazione. Su di esso si salirà assieme ad altre persone e, a turno, si verrà accompagnati a domicilio, pagando una modica somma, che andrebbero a sommarsi alla moneta con cui si è prenotato.

Per usufruire del servizio in direzione opposta, dalla abitazione al capolinea, l'utente specificherà per telefono l'indirizzo presso il quale desidera essere prelevato e l'ora di partenza desiderata. L'operatore gli assegnerà l'orario effettivo di prelevamento. La prenotazione è accettata senza ulteriori contatti. Ad ogni corsa la centrale comunicherà ai taxi, via radio, la lista degli indirizzi e gli orari di prelevamento.

Se il numero di taxi collettivi in servizio risultasse insufficiente, la centrale di gestione li integrerà, di volta in volta, convocando un certo numero di radio-taxi tradizionali tra quelli che svolgono il normale servizio notturno. Il servizio di distribuzione, con ogni probabilità, attrarrà un numero di utenti maggiore del servizio di alimentazione; e comunque tutti i taxi collettivi dovrebbero essere messi in grado di completare il giro di distribuzione in tempo per iniziare quello di alimentazione della corsa successiva.

9.3.2 Il servizio visto dalla parte dell'autista

L'autista riceverà dalla centrale l'elenco dei numeri di prenotazione relativi al successivo arrivo dei bus al capolinea, corrispondenti ai passeggeri che dovrà accompagnare a domicilio. Si recherà al capolinea presentandosi 5 minuti prima del arrivo del bus e metterà in evidenza sulla sua vettura i numeri di prenotazione, utilizzando un apposito dispositivo (lavagnetta o display luminoso). Questi numeri erano stati assegnati ai passeggeri all'atto della prenotazione. I passeggeri in possesso di numero di prenotazione compreso nell'elenco esposto verranno fatti accomodare a bordo. Il piano di viaggio come successione ottimale degli accompagnamenti sarà organizzato dall'autista, il quale verrà a conoscenza degli indirizzi direttamente dai passeggeri.

Nell'alimentazione, l'autista riceverà dalla centrale, via radio, l'elenco dei passeggeri da prelevare con relativo indirizzo e l'orario di prelevamento assegnato. Il piano di viaggio sarà determinato dall'autista. Eseguito il percorso di raccolta, i passeggeri verranno accompagnati al capolinea, dove potranno salire sul bus per raggiungere il centro della città.

9.3.3 Il servizio visto dalla parte dell'utente

L'accesso al servizio di accompagnamento a domicilio in questa fascia ha inizio per l'utente salendo su una linea notturna attrezzata diretta al capolinea. La prerogativa della linea sarà evidenziata dalle paline alle fermate: "*linea connessa al taxi collettivo, con prenotazione a bordo*". In vettura la prenotazione dovrà essere fatta con congruo anticipo (per es. tre fermate prima dell'arrivo). Come già visto, all'atto della prenotazione il viaggiatore riceve un tagliando con un numero identificativo e al capolinea dovrà cercare tra i taxi collettivi presenti quello che espone quel numero. Una volta a bordo, l'utente specificherà all'autista il proprio indirizzo (che sarà naturalmente situato entro la zona richiesta al momento della prenotazione).

Per essere prelevati a domicilio e accompagnati al capolinea si dovrà telefonare specificando l'orario desiderato. In caso di fruizione ripetuta (ad esempio per recarsi al lavoro) si potrà usufruire di abbonamenti o facilitazioni tramite accordi specifici. Si tenderà a dare al servizio una certa libertà di gestione nelle ore in cui il suo utilizzo è minore e più specifico (lavoratori notturni o altri).

9.3.4 Struttura organizzativa e tecnologie

Ogni bus dovrà essere dotato di un dispositivo di prenotazione. Questo comprenderà l'elettronica necessaria allo svolgimento della procedura descritta e una piattaforma GSM, dotata di localizzazione satellitare, per il collegamento con la centrale di gestione e il controllo della puntualità dei passaggi (e del sincronismo degli arrivi al capolinea). Il costo della singola apparecchiatura da installare sul bus ammonterà a circa 2000 €.

Le vetture dovranno essere dotate di:

- attrezzatura idonea a evidenziare i numeri di prenotazione assegnati;
- radio di bordo.

Si raccomanda l'uso di vetture con posti separati, per non costringere a una relativa promiscuità con persone sconosciute. Se si utilizza il normale taxi con 4 posti più conducente, questo non dovrebbe far montare più di 3 viaggiatori estranei tra loro. Un rafforzamento della "privacy", particolarmente gradito all'utenza femminile.

La centrale di gestione deve farsi assegnare telefonicamente un numero di radio-taxi sufficienti a svolgere sia il servizio di alimentazione sia quello di distribuzione in coinci-

denza con ciascuna corsa del bus. Per adempiere alle sue funzioni dovrà avere a disposizione:

- un computer di accettazione e gestione per la prenotazione telefonica e la chiamata delle vetture;
- un software gestionale, che permetta di automatizzare la gestione burocratica e amministrativa della centrale, la turnazione, le statistiche, la gestione e la fatturazione dei servizi in convenzione ecc.;
- un operatore.

Il servizio di prelevamento a domicilio richiederà prevedibilmente meno vetture del servizio di distribuzione. Solo dopo una sperimentazione sul campo, preceduta da una ricerca di mercato, si potranno avere idee precise sul reale funzionamento e sul dimensionamento della flotta. Una simulazione sufficientemente accurata o alcuni test sul campo potranno fornire risposte a quesiti ulteriori, ad esempio sulle possibilità reali che le vetture alternino il servizio di prelevamento con quello d'accompagnamento a domicilio. In altre parole, se e in quali fasce orarie la stessa vettura potrà accompagnare alcuni utenti presso il proprio domicilio e successivamente portarne altri al capolinea, completando il giro in 30 minuti.

Il CarSharing

G. Valenti

10.1 Introduzione

La strada più battuta per contrastare l'attuale netta prevalenza dell'auto privata nelle aree urbane è il recupero dell'efficacia e dell'efficienza del sistema di trasporto collettivo tradizionale tramite interventi di potenziamento, di razionalizzazione e di sviluppo della qualità del servizio.

Tuttavia per aumentare gli effetti di queste soluzioni è ugualmente importante intraprendere azioni ausiliarie volte a favorire lo sviluppo di servizi di mobilità alternativi in grado di fornire una risposta intermedia in termini di flessibilità e di costi tra il trasporto collettivo e l'auto privata, soprattutto in quelle aree in cui il trasporto pubblico si rivela poco efficiente e competitivo.

I servizi di mobilità alternativi comprendono sia nuove forme organizzate di utilizzazione in comune dell'automobile progettate per ridurre i costi individuali e sociali, sia schemi innovativi di trasporto pubblico con percorsi ed orari non fissi e con fermate a prenotazione capillarmente distribuite sul territorio.

Tra le nuove forme organizzate di utilizzazione in comune dell'automobile, il CarSharing rappresenta una delle applicazioni più importanti per poter modificare in maniera sostanziale l'attuale insostenibile vantaggio competitivo dell'auto privata su tutte le altre modalità di trasporto che operano in campo urbano. Il punto di forza su cui si basa la competizione è l'originalità del servizio che si intende offrire, ovvero la capacità

di soddisfare determinati bisogni dell'utenza mai soddisfatti in questo modo con prestazioni simili a quelle dell'auto privata, ma con costi inferiori, soprattutto per coloro che ricorrono saltuariamente all'auto per effettuare i propri spostamenti.

Con il termine CarSharing si intende un servizio di mobilità alternativo gestito da un'organizzazione, che consente ai propri associati di condividere una flotta comune di veicoli composta solitamente da differenti modelli. A differenza del Car-Pooling, dove l'utilizzo dell'autovettura avviene per accordo preliminare fra utenti che compiono lo stesso percorso nello stesso periodo, l'idea alla base della condivisione è basata sul fatto che più utenti possono utilizzare autonomamente in periodi diversi la stessa autovettura.

La struttura del CarSharing è senz'altro originale e si differenzia dal servizio di autonoleggio tradizionale. I veicoli che compongono la flotta sono posizionati su più aree di parcheggio situate in prossimità delle residenze o in corrispondenza di fermate e/o stazioni del trasporto pubblico al fine di garantire agli aderenti un agevole accesso al servizio. In città le aree di parcheggio possono essere realizzate in garage o spazi privati, cortili condominiali o direttamente su strada. L'uso dei veicoli è riservato ai soli iscritti all'organizzazione ed è consentito anche per periodi limitati di un'ora. L'aderente può prenotare e prelevare in qualsiasi momento del giorno e della notte il veicolo richiesto dall'area di parcheggio più vicina. La riconsegna del veicolo avviene solitamente nella stessa area di parcheggio di partenza, anche se in alcune applicazioni è possibile lasciare il veicolo in altre aree di parcheggio attrezzate.

Il costo globale per l'aderente risulta composto da un costo fisso ed un costo variabile legato all'utilizzo del servizio. Il costo fisso include una quota di ingresso non rimborsabile, che l'aderente versa una volta per tutte per entrare nell'associazione, una cauzione rimborsabile ed una quota di abbonamento da versare annualmente o mensilmente per aderire all'associazione. Il costo variabile, legato all'uso dei veicoli, include una quota chilometrica ed una quota oraria; queste ultime possono variare in base alla classe del veicolo ed alla fascia oraria di utilizzo.

Diverse sono le varianti possibili di CarSharing. Esse variano in funzione del target group a cui si riferiscono, alla dislocazione dei veicoli, alle procedure per l'utilizzo, al tipo di spostamenti che è possibile effettuare, al tipo di organizzazione ecc.

Nato spontaneamente come iniziativa tra privati mossi da esigenze di tipo economico ed ambientale, il CarSharing ha avuto un rapido sviluppo durante gli anni novanta principalmente in alcuni paesi del Nord Europa con tassi di crescita annui a due cifre; da qualche anno operano alcune organizzazioni di CarSharing anche in Nord America ed in Asia.

Attualmente in Europa si contano complessivamente più di 100.000 utenti e oltre 200 organizzazioni presenti in più di 400 città. Le organizzazioni di maggior successo operano solitamente con un veicolo ogni 20-30 utenti.

230 La necessità di coordinamento a livello europeo delle varie iniziative, nonché di

standardizzazione e miglioramento delle condizioni di esercizio ha portato alla costituzione nel 1991 di una Associazione Europea (European CarSharing, ECS). Grazie ad una crescita annuale del 50% del numero di associati, l'ECS raggruppa oggi più di 40 organizzazioni di CarSharing di diversi paesi Europei.

Il CarSharing può essere considerato una valida alternativa sia per le persone che non possiedono l'auto privata sia per le persone che possiedono una o più autovetture. Il vantaggio economico per l'utente dipende ovviamente dalle tariffe applicate e si riduce, fino ad annullarsi, al crescere delle percorrenze annue realizzate. Con riferimento alle tariffe praticate in alcune importanti esperienze in Europa, tale soglia di convenienza risulta essere intorno ai 10.000 chilometri annui.

Il CarSharing è ritenuto inoltre uno strumento in grado di scardinare gli attuali modelli comportamentali dei cittadini nei riguardi dell'automobile e di favorire scelte modali più razionali dal punto di vista economico, sociale ed ambientale. Sulla scorta delle esperienze svolte finora i benefici conseguibili con il CarSharing, in termini di riduzione dei volumi di traffico e dello spazio necessario per la sosta, sono particolarmente rilevanti; è stato osservato che ogni auto del CarSharing rimpiazza 5-6 auto private e che, dopo l'adesione, i chilometri percorsi annualmente in auto dagli utenti che rinunciano al possesso dell'auto si riducono del 35-60% a vantaggio dei modi alternativi.

Il CarSharing ha inoltre il grande vantaggio di contribuire allo sviluppo della mobilità combinata nelle aree urbane. A titolo di esempio, uno studio effettuato in Svizzera ha rilevato che gli utenti del CarSharing circolano per tre quarti con i mezzi di trasporto più compatibili con l'ambiente (a piedi, in bicicletta o con i trasporti pubblici).

È per questi motivi che il CarSharing sta vivendo negli ultimi anni un periodo di particolare attenzione da parte dei governi nazionali, locali e della stessa Commissione Europea. Sostegni economici a favore di progetti pilota e di adeguamento tecnologico del servizio sono stati erogati con l'obiettivo di far decollare il servizio, di migliorarne la fruibilità, nonché di incrementare il livello di professionalità degli stessi operatori.

L'evidenza empirica mostra chiaramente che lo sviluppo e l'espansione del CarSharing su scala più ampia non può prescindere dall'esistenza di una buona offerta di servizi di trasporto collettivo sul territorio in quanto il CarSharing è fondamentalmente un servizio complementare ad esso e non sostitutivo. Anche la modernizzazione del servizio basata sull'introduzione di tecnologie avanzate dell'informazione e della comunicazione assume un ruolo chiave soprattutto per ottenere una più alta qualità percepita dall'utente ed un vantaggio competitivo dal punto di vista dei costi di gestione.

10.2 Le realizzazioni applicative

Le prime esperienze di CarSharing sono state sviluppate in Europa e risalgono alla fine degli anni 80. Sono poi proseguite gradualmente interessando un numero sempre più alto di organizzazioni.

All'inizio il CarSharing era considerato fondamentalmente una soluzione efficace per rispondere a due esigenze prioritarie. La prima era ispirata da ideali ecologici per controbattere efficacemente le conseguenze sempre più negative dei livelli di congestione del traffico sull'ambiente e sulla qualità della vita delle aree urbane. Ciò è dimostrato dal fatto che tra i precursori del CarSharing figuravano persone attente ai temi dell'ecologia e gruppi di ambientalisti che percepivano questa forma alternativa di uso dell'auto come un chiaro segnale di evoluzione capace di stimolare un cambio del comportamento dei cittadini nei confronti delle scelte di mobilità.

La seconda esigenza era quella di ridurre le spese per i trasporti ed in particolare le spese sostenute per l'acquisto e l'esercizio delle autovetture ad uso privato. Più persone o famiglie che non intendevano sostenere questo sforzo economico decidevano di ripartire tutte le spese connesse con il possesso dell'auto adottando la formula dell'auto in multiproprietà.

Questi presupposti hanno determinato inizialmente un'offerta costituita da molte organizzazioni di piccole dimensioni e, nella gran parte, con scarso orientamento al mercato. Tuttavia l'esigenza di aumentare i livelli di efficienza e le quote di mercato ha portato gradualmente ad una concentrazione dell'offerta e allo sviluppo di strutture organizzative più complesse con livelli di professionalità sempre più elevati.

Ad oggi il CarSharing è particolarmente attivo in Germania, Svizzera e Olanda. In queste tre nazioni si contano circa 100 organizzazioni che raggruppano complessivamente più di 80.000 utenti.

Il CarSharing come forma organizzata di uso in comune dell'auto ha fatto la sua prima comparsa in Svizzera nel 1987 con 2 veicoli e circa 30 utenti. Da allora diverse organizzazioni sono state costituite in modo indipendente su quasi tutto il territorio. Tuttavia solo due organizzazioni, ShareCom e ATG, si sono sviluppate con successo e su scala più ampia anche attraverso l'acquisizione di organizzazioni più piccole. Entrambe le organizzazioni operavano sotto forma di cooperative. Nel 1997 dalla fusione delle due cooperative, ShareCom e ATG, nasceva Mobility CarSharing Switzerland.

In Svizzera il CarSharing si è sviluppato estremamente bene con una crescita annua del numero di utenti del 50%. Questo ritmo di crescita ha consentito in pochi anni di ottenere un'offerta uniforme e di alta qualità a livello nazionale. Mobility Car Sharing Switzerland (fatturato 1997 pari a circa 10,2 milioni di franchi svizzeri) gestisce attualmente una flotta composta da 1.300 veicoli relativi a 13 modelli diversi, conta circa 30.000 utenti e possiede un organico di 94 persone. È inoltre presente su tutto il territorio Svizzero in 330 località diverse. Il 63% delle località in cui è presente il servizio sono aree con meno di 10.000 abitanti. Questa particolare struttura è dovuta principalmente all'ampia diffusione della rete di trasporto pubblico sul territorio Svizzero che consente agli utenti del CarSharing di poter contare principalmente su un'alternativa di mobilità conveniente ed affidabile.

I veicoli sono presenti in 700 aree di parcheggio di cui 250 in prossimità di stazioni ferroviarie. Mobility CarSharing Switzerland detiene oggi circa il 40% del mercato europeo ed è di gran lunga il maggiore operatore mondiale.

Tra gli ingredienti alla base della forte crescita del CarSharing in Svizzera si evidenziano: la stipula di forme innovative di cooperazione con imprese di trasporto pubblico, autonoleggi e altri partner, l'atteggiamento favorevole dei mass media e le prestazioni ad elevato contenuto tecnologico che garantiscono un servizio ad alta qualità.

In Germania la prima organizzazione di CarSharing (StattAuto) è stata costituita a Berlino nel 1988. Oggi StattAuto (fatturato 1998 pari a circa 5 milioni di marchi) opera sia a Berlino sia ad Amburgo e conta complessivamente 7.500 utenti. StattAuto gestisce una flotta di 300 veicoli relativi a 9 modelli diversi dispiegati su 110 aree di parcheggio ed ha un organico composto da 45 dipendenti di cui 35 con la formula del part-time. A Berlino le aree di parcheggio contengono da 2 a 10 auto e sono facilmente raggiungibili da qualsiasi punto della città. Recentemente StattAuto per stimolare la propria crescita ha avviato forme di cooperazione con le aziende di trasporto pubblico per favorire l'integrazione tariffaria, ha predisposto un piano di adeguamento tecnologico del sistema di gestione ed ha stretto accordi con imprese che intendono utilizzare il CarSharing in sostituzione della flotta aziendale.

Recente è anche il lancio di un servizio aggiuntivo chiamato CashCar che consente all'organizzazione di gestire una flotta virtualmente più ampia e più flessibile atta a soddisfare la propria clientela soprattutto nei periodi di maggior richiesta senza dover sostenere gli alti costi legati alla flotta stessa. In pratica la formula CashCar consente a chi possiede una vettura di darla a nolo ai clienti di StattAuto nei periodi in cui non viene utilizzata ad un prezzo conveniente per entrambi.

Tra le organizzazioni più importanti di CarSharing in Germania figura anche StadtAuto costituita a Brema (circa 545.000 abitanti) nel 1990 da un gruppo di ambientalisti. Inizialmente StadtAuto gestiva una flotta di 3 auto e contava 28 utenti. Oggi gestisce una flotta di 80 auto distribuite in più di 40 aree di parcheggio e conta circa 1.700 utenti.

Attualmente in Germania operano più di 60 organizzazioni di CarSharing presenti in più di 90 città. Queste organizzazioni raggruppano complessivamente circa 25.000 utenti e 1.000 veicoli.

In Germania il CarSharing non è legato ad una specifica forma organizzativa. Esistono di fatto tre differenti assetti societari: associazione, cooperativa ed impresa economica. Più della metà delle organizzazioni di CarSharing sono registrate come associazioni senza finalità di lucro, circa il 20% come cooperative.

Anche in Olanda il CarSharing è particolarmente diffuso. Ad oggi si contano circa 30 organizzazioni, in gran parte strutturate come imprese volte al profitto, che raggruppano complessivamente più di 25.000 utenti e circa 800 veicoli. In Olanda il CarSharing

assume un significato più ampio giacché coesistono schemi operativi differenti, alcuni dei quali con caratteristiche più vicine a quelle dell'autonoleggio tradizionale. Ciò deriva dal fatto che tra i promotori del CarSharing in Olanda figurano imprese di autonoleggio interessate ad aumentare i livelli di redditività aziendale attraverso l'ampliamento e la diversificazione del proprio servizio di base.

A differenza della Svizzera e della Germania, il Governo olandese ha avuto un ruolo particolarmente attivo nella diffusione del CarSharing. Difatti tra le strategie elaborate dal Governo olandese nell'ambito del Piano Nazionale Energia ed Ambiente (1997), la diffusione del CarSharing assume un ruolo chiave soprattutto per contrastare la forte crescita dei livelli di motorizzazione.

L'azione del Governo olandese a favore del CarSharing si è esplicata sia con attività di promozione e di comunicazione, sia con la predisposizione di facilitazioni sul piano operativo. Tra le misure del governo a favore del CarSharing, è compresa anche la costituzione di un organismo centrale inteso a favorire la cooperazione tra le organizzazioni e l'ingresso nel mercato di nuovi operatori privati.

Diverse altre applicazioni di CarSharing sono attualmente in fase di sviluppo in Francia, Austria (1.600 utenti e 160 veicoli), Danimarca (470 utenti e 43 veicoli), Inghilterra, Irlanda e nei paesi Scandinavi (circa 4.000 utenti e 125 veicoli).

Particolarmente interessate dal punto di vista del contenuto tecnologico ma poco significativa per la modesta reazione del mercato è l'esperienza francese PRAXITELE. Il progetto, che prevedeva l'implementazione di un servizio basato sull'uso in comune di una flotta di veicoli, è stato sviluppato nella città di Saint-Quentin-Yvelines da due enti pubblici di ricerca, INRETS e INRIA, congiuntamente con un Consorzio di imprese formato da Renault (settore auto), EDF (settore elettrico) e CGFTE (settore servizi di trasporto). Il servizio comprende una flotta di 50 veicoli elettrici equipaggiati con sistema di localizzazione, sistema di radiocomunicazione con la centrale operativa, unità di rilevazione dei dati di esercizio e sistema di accesso con Smart-Card di tipo contactless. I veicoli sono posizionati in 5 diverse stazioni attrezzate per la sosta e la ricarica dei veicoli con sistema ad induzione. La centrale operativa comprende un server per l'elaborazione dei dati di esercizio collegato con le stazioni e con i veicoli.

Il CarSharing sta muovendo i suoi primi passi anche nel Nord America. Attualmente negli Stati Uniti (420 utenti e 26 veicoli) e nel Canada (2.300 utenti e 127 veicoli) si contano più di dieci organizzazioni. Dal 1997 esistono alcune applicazioni di CarSharing anche a Singapore (475 utenti e 19 veicoli) ed in Giappone.

10.3 Ruolo dell'Associazione Europea del CarSharing (ECS)

Nel 1991, cinque importanti organizzazioni di CarSharing hanno costituito l'Associazione Europea di CarSharing (ECS). Da allora il numero di associati è cresciuto con un

ritmo annuo del 50-60%. Oggi partecipano all'ECS circa 40 organizzazioni che raggruppano complessivamente circa 36.000 utenti di 300 città diverse. Al momento l'ECS è rappresentata in Danimarca, Germania, Olanda, Norvegia, Svezia e Svizzera. Alla base dell'associazione vi è l'esigenza di procedere congiuntamente per il conseguimento di obiettivi comuni rispettando al tempo stesso le diversità dei membri.

L'ECS non ha finalità di lucro e si propone in particolare i seguenti scopi:

- promuovere la collaborazione tra le organizzazioni al fine di facilitare l'accesso degli utenti al servizio in tutte le città della rete ECS;
- curare la predisposizione e tenere sotto controllo gli standard di servizio e di qualità che contraddistinguono il CarSharing da altre forme alternative di uso in comune dell'automobile;
- predisporre adeguati standard ecologici del servizio e verificare l'andamento della gestione ambientale;
- promuovere e sostenere studi e ricerche per il conseguimento di un elevato livello di qualità del servizio e di una maggiore compatibilità ambientale;
- prestare assistenza alle nuove organizzazioni di CarSharing durante la fase di costituzione e di esercizio.

Tutte le organizzazioni di CarSharing che fanno parte dell'ECS hanno approvato di comune accordo uno standard di servizio e di qualità basato sui seguenti criteri generali, oggi integrati da quelli derivanti dalla certificazione Blauer Engel (Angelo Azzurro):

- servizio di prenotazione attivo 24 ore su 24;
- possibilità di accesso ai veicoli in qualsiasi momento del giorno e della notte;
- prenotazione rapida fino al momento dell'utilizzo del veicolo;
- livello di soddisfazione delle prenotazioni superiore al 90%. Tale valore deve essere verificato con periodiche analisi e indagini presso i clienti;
- l'organizzazione deve essere contattabile almeno con orario di ufficio;
- il numero di utenti deve essere di almeno 10 per veicolo;
- l'iscrizione al servizio deve essere permessa a tutti coloro che abbiano i ragionevoli requisiti (patente, solvibilità ecc.);
- le auto devono essere posizionate nelle vicinanze delle residenze o dei luoghi di utilizzo, facilmente raggiungibili con i mezzi pubblici;
- tempo minimo di utilizzo fatturato del veicolo pari ad un'ora;
- le tariffe di uso vanno calcolate proporzionalmente al tempo e alla percorrenza;
- le tariffe non devono contemplare la possibilità di chilometraggio gratuito ed inoltre devono scoraggiare un uso dei veicoli oltre il necessario;
- le tariffe orarie devono essere superiori a quelle corrispondenti del trasporto pubblico;
- le tariffe orarie devono essere inferiori al 15% delle tariffe medie giornaliere;
- le tariffe devono includere tutti i costi di esercizio (carburante, olio ecc.) e quelli fissi

- (assicurazione, manutenzione ecc.). In casi particolari (trasporto carichi, rimorchi ecc.) la spesa del carburante può essere fatturata a parte;
- non esiste obbligo di percorrenza o utilizzo minimo;
 - la cancellazione della prenotazione deve essere gratuita prima di un ragionevole lasso di tempo (24 ore per utilizzi inferiori alle 48 ore);
 - la copertura assicurativa deve essere totale;
 - in caso d'incidente la contribuzione dell'utente al risarcimento danni è limitata ad una quota predeterminata;
 - i veicoli devono rispettare gli standard fissati dall'Unione Europea e della certificazione Blauer Angel relativamente ai consumi di carburante ed alle emissioni di inquinanti. In particolare: la direttiva 98/96 (CO < 1 g/km; HC < 0,1 g/km; NOx < 0,08 g/km) e la direttiva 93/116 (CO₂ medio <165 g/km), nonché una rumorosità inferiore a 71 dB;
 - i veicoli devono rispettare tutte le norme di sicurezza previste dalla normativa vigente;
 - lo stato di efficienza e l'aspetto dei veicoli vanno verificati almeno due volte al mese o secondo le indicazioni dei costruttori qualora più restrittive;
 - i veicoli devono essere sostituiti almeno ogni 5 anni o 100.000 km;
 - gli utenti devono essere consultati e coinvolti (almeno una circolare deve essere inviata annualmente);
 - i reclami devono essere gestiti entro 3 giorni;
 - deve essere prevista la disponibilità di accessori gratuiti secondo determinate regole e in base al possibile utilizzo del veicolo (catene, seggiolino bambini, portapacchi ecc.).

Altre condizioni che derivano dalle regole ECS/Blauer Angel o da norme di legge esistenti sono:

- le organizzazioni devono coordinarsi per consentire l'accesso al servizio anche agli utenti di altre organizzazioni (eventualmente dopo spiegazione delle modalità d'uso e la consegna di tessere / chiavi di accesso al servizio temporanee);
- gli utenti delle organizzazioni di CarSharing devono per lo più aderire preventivamente al servizio tramite un'iscrizione (anche non onerosa) che permetta loro un utilizzo dei veicoli non solo sporadico ed occasionale. Tale iscrizione può essere fatta anche da Enti o Aziende per i propri dipendenti, clienti o associati;
- i dati relativi agli utenti dovranno essere trattati secondo le attuali norme di tutela della privacy.

10.4 Il CarSharing in Italia

Fino ad oggi in Italia le esperienze di CarSharing sono limitate ad un modesto numero di sperimentazioni a carattere dimostrativo. Forme di CarSharing sono state sperimentate a Venezia, Torino, Napoli e Palermo.

Tali esperienze sono state sviluppate nell'ambito di progetti dimostrativi che prevedevano l'introduzione di forme organizzate di utilizzazione in comune di autovetture in zone centrali a traffico limitato basate sull'impiego di flotte innovative di veicoli ad alimentazione elettrica.

Particolarmente interessate, per l'alto contenuto tecnologico del servizio implementato, è l'esperienza svolta a Venezia nell'ambito del progetto Comunitario THERMI-ENTIRE. L'applicazione prevedeva l'implementazione di un sistema complesso basato sull'impiego di tecnologie telematiche per la gestione automatizzata del servizio e di una flotta costituita interamente da veicoli elettrici.

Attualmente l'architettura del sistema implementato include il server del centro di gestione e supervisione con funzioni principali di acquisizione e memorizzazione dei dati sull'uso, sulla disponibilità e sullo stato dei veicoli.

Il server è collegato via linea telefonica ai totem telematici posti nelle aree di parcheggio per le operazioni di prelievo e riconsegna dell'autovettura. Nelle aree di parcheggio attrezzate sono presenti inoltre le colonnine per la ricarica delle batterie ciascuna dotata di due cavi di alimentazione estraibili.

I totem oltre a comunicare con il centro di controllo possono scambiare informazioni con le auto con un sistema radio a corto raggio. Le auto sono equipaggiate con un dispositivo di comunicazione per lo scambio delle informazioni con il totem ubicato nell'area di parcheggio, con un dispositivo di sicurezza che regola l'accesso degli utenti autorizzati e con un'unità mobile intelligente che acquisisce e memorizza tutte le informazioni su uso, consumo e stato del veicolo.

In generale le applicazioni in Italia hanno dato risultati positivi sotto il profilo tecnico ma risultati poco significativi per il limitato impatto sugli utenti a causa soprattutto del carattere sperimentale delle iniziative.

Da poco la Provincia di Milano in collaborazione con Enti Locali, Aziende di trasporto ed Associazioni ha avviato un progetto di CarSharing nell'area della Brianza. Il servizio, realizzato in via sperimentale a Cesano Maderno, sarà inizialmente riservato ad una utenza ristretta. Dopo la prima fase sperimentale il servizio sarà esteso anche ai Comuni di Seregno e Desio e reso accessibile a tutti coloro che vorranno usufruirne. L'obiettivo è di incrementare il numero dei veicoli da 6 a 50 entro i prossimi due anni.

Un'altra iniziativa di CarSharing in Italia, ancora in fase di avviamento è quella di Bolzano. L'approccio utilizzato per sviluppare il servizio è, in questo caso, più simile alle esperienze originarie dei paesi di lingua tedesca. Un gruppo iniziale di circa 50 utenti ha costituito una organizzazione per la gestione di un parco veicoli di 5 vetture.

Il decreto del Ministero dell'Ambiente del 27 marzo 1998 per una mobilità urbana sostenibile ha posto le basi per lo sviluppo di un programma di promozione e diffusione del CarSharing in alcune città italiane interessate ad ampliare la gamma di servizi di mobilità alternativi all'auto privata. In particolare il decreto attribuisce ai Comuni

interessati il compito di incentivare associazioni o imprese ad organizzare e realizzare servizi di CarSharing.

Tra i risultati attesi vi è quello di sviluppare servizi di CarSharing con caratteristiche minime comuni cercando di soddisfare al tempo stesso la varietà delle esigenze che si possono presentare a livello locale e gli standard di servizio e di qualità definiti dall'Associazione Europea del CarSharing. Alla base dell'iniziativa vi è inoltre l'esigenza di raggiungere un opportuno grado di interoperabilità tra le diverse applicazioni che garantisca agli utenti l'accesso al servizio in tutte le città.

Un passo fondamentale previsto dal Ministero dell'Ambiente per l'attuazione del programma è la costituzione di una struttura permanente di coordinamento e di rappresentanza Nazionale del CarSharing. Tale struttura avrà il compito di curare la predisposizione e tenere sotto controllo gli standard di servizio e di qualità, nonché di definire e sviluppare una piattaforma tecnologica comune di ausilio agli operatori locali per la gestione del servizio e delle flotte.

Attraverso lo sviluppo della piattaforma tecnologica comune si vuole offrire alle nuove organizzazioni il vantaggio di abbattere gli alti e gravosi costi iniziali delle attrezzature e degli impianti necessari ad automatizzare il sistema di erogazione del servizio.

Le Amministrazioni Comunali coinvolte nella sperimentazione (Bologna, Brescia, Firenze, Genova, Milano, Modena, Napoli, Palermo, Perugia, Roma, Torino e Venezia) hanno costituito un consorzio (ICS) presieduto da un rappresentante scelto dai Comuni con il compito principale di prendere i provvedimenti occorrenti per lo svolgimento delle attività di gestione programmate.

L'ICS comprende un ufficio che avrà il compito di: 1) definire gli interventi necessari all'avvio e promozione dei servizi di CarSharing; 2) provvedere all'erogazione e corretta gestione del contributo finanziario; 3) promuovere la collaborazione tra le organizzazioni e la diffusione delle buone prassi; 4) curare la predisposizione e tenere sotto controllo gli standard comuni di servizio e di qualità; 5) curare la rappresentanza del CarSharing a livello nazionale ed internazionale; 6) svolgere attività di marketing e promozione a livello nazionale; 7) garantire l'efficienza della piattaforma tecnologica e dei supporti di comunicazione.

L'Ufficio sarà costituito da personale tecnico, amministrativo ed, eventualmente, da esperti, anche esterni, nominati da ciascun Comune.

In questo contesto le organizzazioni locali, il cui scopo è di rispondere al meglio alle esigenze del mercato locale, svolgeranno il ruolo più operativo del servizio ed avranno in particolare la responsabilità di: 1) pianificare e programmare il servizio; 2) erogare il servizio; 3) programmare ed effettuare gli interventi di manutenzione e pulizia dei veicoli; 4) gestire la contabilità e redigere i bilanci; 5) pianificare, valutare e controllare gli investimenti; 6) svolgere attività di marketing, di promozione e di acquisizione clienti a livello locale; 7) stabilire forme di accordo di cooperazione ed integrazione con

l'Amministrazione Comunale e con altre imprese locali che erogano servizi di mobilità; 8) fornire assistenza ai clienti in caso di bisogno; 9) sorvegliare sull'erogazione del servizio; 10) valutare le richieste ed i reclami degli utenti relativi al servizio; 11) provvedere alla gestione del personale; 12) istruire le pratiche relative ai sinistri.

10.5 Caratteristiche principali del servizio

La configurazione tipica del servizio di CarSharing è formata da una centrale operativa, un parco vetture a disposizione degli utenti e una serie di parcheggi attrezzati dove vengono effettuate le operazioni di prelievo e riconsegna dei veicoli.

La centrale operativa presiede a due funzioni principali: la gestione delle prenotazioni dei mezzi e l'amministrazione ed elaborazione del flusso di informazioni relativo all'esercizio.

Il parco vetture a disposizione degli utenti risulta composto, soprattutto nelle organizzazioni più grandi, da differenti modelli di vetture, inclusi piccoli furgoni e van; ciò conferisce al servizio una maggiore versatilità in quanto l'utente ha la possibilità di scegliere la vettura più adatta ad ogni esigenza di viaggio.

Le aree di parcheggio attrezzate per il prelievo e la riconsegna del veicolo sono ubicate nelle immediate vicinanze dei luoghi di utilizzo, soprattutto in prossimità delle residenze e/o delle fermate dei mezzi pubblici, per facilitare l'accesso al servizio.

Il numero dei veicoli presenti in un'area di parcheggio dipende principalmente dal numero di utenti presenti nella zona di pertinenza; di solito un'area di parcheggio contiene 2-5 vetture. Il servizio viene gestito da una organizzazione, mentre l'uso dei veicoli è riservato ai soli iscritti.

Ad ogni utente viene assegnato un numero di identificazione per il riconoscimento e per l'accesso al servizio. L'utente riceve inoltre una chiave o una Smart-Card per il prelievo del veicolo.

Il funzionamento del servizio si basa sulla richiesta da parte dell'utente. I veicoli possono essere prenotati in qualsiasi momento della giornata per periodi non inferiori ad un'ora. Si può prenotare, mediante telefono o da PC attraverso un browser Internet, poco prima della partenza o con un anticipo di giorni o di settimane. Per prenotare occorre comunicare il numero di associazione, il nome, il tipo di veicolo, l'area di parcheggio desiderata, l'orario di inizio e di termine del viaggio.

L'operatore in centrale che riceve la richiesta verifica prontamente la disponibilità del veicolo e comunica all'utente le informazioni utili per il prelievo del veicolo richiesto. All'orario stabilito l'utente si reca nell'area di parcheggio dove è stata prenotata l'auto. All'interno dell'area di parcheggio è installata una cassetta contenente le chiavi delle auto in sosta. Per ritirare il set di chiavi dell'auto prenotata, l'utente apre la cassetta utilizzando una chiave o una Smart-Card personale.

In alcune applicazioni l'utente può accedere direttamente all'auto con una Smart-Card personale. Per il riconoscimento dell'utente in questi casi il veicolo è equipaggiato con un computer che interagisce con un apposito lettore di Smart-Card montato sul parabrezza o su uno dei finestrini del veicolo. Dopo la validazione delle informazioni contenute nella Smart-Card, il computer di bordo disattiva il sistema di blocco delle portiere per consentire l'accesso all'auto.

Prima di iniziare il viaggio, l'utente deve controllare attentamente lo stato della vettura ed in caso di segni di danni informare la centrale. Alla fine del viaggio, il veicolo va rimesso nei posti riservati, di solito nella stessa area di parcheggio di partenza. In genere sono previste delle multe in caso di ritardo nella riconsegna del veicolo. Sia all'inizio che alla fine del viaggio, vanno registrati su una scheda il tempo di uso ed i chilometri percorsi.

In alcune applicazioni, i dati del viaggio sono registrati automaticamente da un dispositivo elettronico installato a bordo dell'auto. Per il pagamento del servizio fruito dall'utente, l'organizzazione invia una fattura a domicilio di solito con cadenza mensile o bimestrale nella quale vengono riportati tutti i dati di uso del servizio da parte dell'utente.

10.6 Struttura delle tariffe e caratteristiche prestazionali

In tutte le organizzazioni di CarSharing, la struttura delle tariffe comprende costi fissi e costi legati all'uso dei veicoli. I costi fissi includono di solito una cauzione iniziale rimborsabile (di solito da 413 a 620 €), una quota di iscrizione (da 46 a 72 €) ed un abbonamento mensile o annuale (da 62 a 129 €/anno).

I costi legati all'uso dei veicoli includono due voci: la prima in base al tempo di utilizzo (da 1,5 a 2,6 €/ora), la seconda in base al chilometraggio (da 0,15 a 0,31 €/km). Entrambi i costi possono variare in base alla classe dell'auto, al giorno e al periodo della giornata. Alcune organizzazioni di CarSharing fanno pagare anche una quota fissa per ogni prenotazione effettuata.

La tariffa è lo strumento economico con il quale il gestore del CarSharing realizza gli introiti necessari a giustificare la propria azione, con cui si ripagano le spese sostenute ed in più si realizza un margine di guadagno.

Tra i costi fissi sostenuti dal gestore figurano: l'ammortamento delle vetture, le tasse di circolazione e assicurazione RCA, la retribuzione dei lavoratori e relativi oneri contributivi, le spese generali di amministrazione e gestione, le spese per il Call-Center, le spese per le aree di parcheggio, l'ammortamento degli impianti tecnologici.

Tra i costi variabili figurano invece la manutenzione e riparazione dei veicoli, il consumo di carburanti, lubrificanti e pneumatici. È stato osservato che l'incidenza dei costi fissi (personale, aree di parcheggio, ufficio, auto) sui costi complessivi di gestione

del servizio è intorno al 75-80% e che il 50-75% dei ricavi serve a coprire i costi degli autoveicoli (tabella 10.1).

A Berlino la rendita media mensile per auto risulta pari a 639 € mentre in Svizzera la rendita mensile per auto risulta intorno a 1.220 franchi (circa 822 €).

| Voci di Costo | Incidenza % |
|---------------------------------------|--------------------|
| Personale | 23,0 |
| Carburante | 10,0 |
| Assicurazioni e tasse veicoli | 9,0 |
| Affitto posteggi | 7,0 |
| Manutenzione tecnica veicoli | 7,5 |
| Controllo e pulizia veicoli | 4,5 |
| Infrastruttura centrale e informatica | 10,5 |
| Marketing | 1,5 |
| Costi finanziari | 2,5 |
| Perdite debitori | 0,5 |
| Ammortamenti flotta | 24,0 |

Tabella 10.1 - Incidenza delle diverse voci di costo di produzione del servizio

Come avviene in tutti i settori della produzione, anche per il servizio di CarSharing uno dei problemi fondamentali è quello del dimensionamento ottimo del servizio. Il gestore si trova in pratica a dover affrontare la duplice sfida di operare da un lato con adeguati livelli di efficienza e convenienza economica, e di soddisfare dall'altro le aspettative degli utenti.

In particolare dal punto di vista dell'utente la buona riuscita di uno schema di CarSharing dipende dalla facilità di ottenere il veicolo nel momento in cui è richiesto.

Viceversa dal punto di vista dell'operatore l'obiettivo prioritario è quello di soddisfare le esigenze degli utenti con un numero minimo di veicoli. La possibilità di ottimizzare i costi fissi della flotta che hanno una incidenza elevata sul costo complessivo di produzione è un fattore importante anche per l'utente in quanto potrà usufruire di un servizio con tariffe d'uso più convenienti.

Dalle precedenti considerazioni si può facilmente osservare che tra i più importanti parametri di valutazione dell'efficacia e dell'efficienza del servizio offerto figurano il numero medio di utenti per auto del parco e l'utilizzazione media dei veicoli.

Le organizzazioni europee di maggior successo operano mediamente con un veicolo ogni 20-30 utenti, come ad esempio StattAuto Berlino.

Il numero di utenti per veicolo dipende ovviamente dalle dimensioni del servizio stesso. L'esperienza dimostra infatti che la variazione della domanda che si presenta nei periodi di punta diventa meno forte man mano che il servizio si espande su scala territoriale. Ciò consente all'operatore di adeguare convenientemente l'offerta - in termini di veicoli - al numero medio di richieste. In queste condizioni l'operatore ha la possibilità di avvantaggiarsi dal punto di vista dei costi fissi legati alla flotta e quindi di offrire un funzionamento più efficiente del servizio con un numero relativamente ridotto di veicoli, mantenendo, al tempo stesso, invariato il livello di soddisfacimento delle richieste.

Oltre a fattori tipicamente aziendali, il rapporto utenti/veicoli è legato a fattori ambientali relativi sia alla variabilità delle condizioni territoriali e socio-demografiche nelle quali l'organizzazione stessa eroga il servizio, sia alle prestazioni della rete di trasporto pubblico presente nell'area di applicazione in termini di accessibilità alle fermate e di qualità del servizio.

I casi di acquisizioni di piccole organizzazioni da parte delle organizzazioni di maggior successo che si sono registrati e che continuano a registrarsi ogni anno dimostrano che anche nel settore del CarSharing è importante poter conseguire economie di scala. A tal fine è necessario aumentare l'ampiezza geografica del mercato di riferimento e coerentemente sviluppare il numero dei veicoli della flotta al fine di assorbire gli ingenti costi connessi con la gestione amministrativa e con l'ammortamento delle attrezzature.

D'altra parte è indubbio che solo un ampio mercato legittima ingenti investimenti in tecnologia per l'ammodernamento dell'intero processo di erogazione del servizio.

È significativo rilevare che alcune organizzazioni di CarSharing riconoscono che anche il turnover degli utenti, determinato prevalentemente dal cambiamento della situazione familiare, della residenza e della professione, costituisce un problema difficile da risolvere. Questo fattore critico costringe ogni anno le organizzazioni a ricercare un numero non trascurabile di nuovi utenti per compensare la perdita "fisiologica" di clientela. A titolo esemplificativo Stadt Auto di Brema afferma che il tasso di turnover annuale è intorno al 10%.

Per quanto riguarda l'utilizzo dei veicoli da parte degli utenti, è stato osservato in Germania che il 48% degli utenti utilizza il servizio meno di una volta al mese, il 34% da 2 a 3 volte, il 13% da 4 a 5 volte ed il 5% più di 5 volte. In altre applicazioni risulta che gli utenti utilizzano le auto in CarSharing in media 3 volte al mese.

A Berlino, secondo le rilevazioni di StattAuto, la distanza media percorsa per ogni viaggio è pari a 102 chilometri ed il 56% dei viaggi ha una percorrenza tra 20 e 100 chilometri. Sempre a Berlino il 30% dei viaggi ha una durata inferiore alle 4 ore, il 20% tra 4 e 5 ore, il 22% tra 5 e 9 ore, il 13% tra 9 e 24 ore ed infine il 15% più di 24 ore.

La percorrenza media annuale per utente in Germania, mediamente più alta di altre esperienze, è pari a 4.000 chilometri che corrisponde a poco meno della metà della percorrenza media realizzata da un automobilista tedesco (8.700 km) ed ogni veicolo percorre in media 34.000 chilometri all'anno con un coefficiente di occupazione pari a 2 persone a vettura rispetto alla media nazionale di 1,3.

Sempre in Germania a Dresda, in base alle rilevazioni di Stadtmobil Dresden, è risultato che ciascun veicolo è utilizzato mediamente per circa 9 ore al giorno, la percorrenza media mensile per veicolo è pari a 1850 chilometri ed, infine, in circa 6000 viaggi sono stati percorsi complessivamente circa un milione di chilometri. In Svizzera è stata osservata un'utilizzazione media dei veicoli di 2-4 ore per viaggio ed una percorrenza media oraria di 9 km mentre in Olanda Green Wheels ha stimato un'utilizzazione media dei veicoli di 5 ore. L'uso dei veicoli da parte degli utenti in Germania risulta più intenso il pomeriggio e la sera, il fine settimana e i giorni festivi.

Tra i parametri di qualità, che misurano la soddisfazione dell'utenza nell'uso del servizio, assumono particolare rilievo la disponibilità di aree di parcheggio raggiungibili entro un determinato tempo e la percentuale delle prenotazioni soddisfatte. A titolo di esempio a Berlino il 56% degli utenti del CarSharing ha l'area di parcheggio più vicina a meno di 10 minuti, mentre l'83% a meno di 20 minuti. In Svizzera il 69% degli utenti ha l'area di parcheggio più vicina a meno di 10 minuti.

Per quanto riguarda la disponibilità del veicolo i gestori si propongono come obiettivo minimo quello di soddisfare almeno il 90% delle prenotazioni richieste, vale a dire che il livello reale di utilizzo dei veicoli deve essere tale da garantire il soddisfacimento di 9 prenotazioni su 10 richieste.

10.7 Profilo dell'utente e potenziale di domanda

Il profilo dell'utente del CarSharing che emerge dalle varie esperienze in corso in Europa è sostanzialmente concorde. La maggior parte degli utenti del CarSharing sono di mezza età, con livello di istruzione medio-alto e con reddito medio.

Sulla base di alcune indagini svolte a Berlino risulta che l'utente medio del CarSharing ha un'età compresa tra 25 ed i 40 anni, un impiego a tempo pieno ed un livello di istruzione medio-alto (il 58% possiede una laurea). Sempre in Germania, il 61% degli utenti sono impiegati, il 13% studenti, il 4% operai ed il 17% lavora in proprio. Il 35% degli utenti sono single, il 35% vive con la famiglia ed il 28% vive con un partner. Infine il reddito medio degli utenti è di circa 2352 € al mese.

Sulla base di alcune indagini svolte ancora in Germania agli utenti del CarSharing (Baum and Pesh 1994), tra le motivazioni più importanti per l'adesione al CarSharing figurano: la vicinanza all'area di parcheggio (71,2%), l'elevata disponibilità del veicolo (44,7%), le tariffe basse di utilizzo (30,3%), la sicurezza e l'affidabilità dei veicoli

(28,2%) e la flessibilità nelle prenotazioni (22,6%). Altre motivazioni di minore importanza rispetto alle precedenti sono: la disponibilità del servizio in altre città, il limitato investimento di capitale, la bassa tariffa di adesione, la possibilità di accedere a diverse tipologie di auto e la buona manutenzione dei veicoli.

Un altro sondaggio svolto in Europa (Lighthfoot) tra i non utenti del CarSharing evidenzia che tra le ragioni principali di non adesione al servizio risultano l'immagine non professionale dell'organizzazione, la modesta varietà di prodotti e servizi, i costi più alti rispetto al trasporto pubblico, i veicoli non disponibili nelle vicinanze del luogo di residenza e le procedure per utilizzo del servizio complesse e poco pratiche.

Particolarmente interessanti sono le ipotesi di diffusione del CarSharing su scala più ampia. Da un'indagine svolta in Svizzera tra gli utenti potenziali del servizio individuati sulla base di alcuni requisiti (titolari della patente di guida, un domicilio non troppo isolato e, per chi lavora, la possibilità di raggiungere il posto di lavoro non necessariamente in auto), risulta che oltre 600.000 persone, corrispondenti al 9% della popolazione residente in Svizzera, sono piuttosto o molto interessate all'auto in comune.

Un'altra indagine svolta in Germania dimostra che il CarSharing è un servizio tipicamente urbano con un potenziale di utenza pari a circa il 3% della popolazione residente che corrisponde approssimativamente a 2,5 milioni di individui (19% dei titolari della patente di guida).

Il CarSharing ha buone prospettive di penetrazione nel settore delle imprese per la sostituzione delle piccole flotte aziendali. L'ampliamento del mercato del CarSharing in questo nuovo settore rappresenta da qualche anno l'obiettivo strategico delle organizzazioni più importanti in quanto offre, in aggiunta allo sviluppo delle quote di mercato, notevoli potenzialità di miglioramento dei livelli di utilizzazione delle auto soprattutto nei giorni feriali durante i quali si ha una domanda relativamente ridotta rispetto ai prefestivi e festivi.

10.8 Aspetti tecnologici

Il processo attraverso il quale veniva erogato il servizio nelle prime applicazioni di CarSharing era particolarmente semplice e si basava sostanzialmente su: un sistema di prenotazione telefonica, un diario di bordo per la registrazione manuale dei dati di uso del veicolo da parte dell'utente (chilometraggio e tempo) ed una cassetta installata nell'area di parcheggio contenente il set di chiavi (ben riconoscibile) di ogni auto presente nel parcheggio.

Una variante di questo schema prevedeva la cassetta, contenente la chiave di accensione del motore, montata direttamente a bordo.

Ciascun utente del servizio possedeva, nel primo caso, una chiave per aprire la cassetta installata nell'area di parcheggio, mentre nel secondo caso, due chiavi: una per

accedere al veicolo assegnato, l'altra per aprire la cassetta montata a bordo contenente le chiavi di accensione del motore.

Come si può facilmente immaginare si trattava di un processo complicato e farraginoso in cui le operazioni principali svolte dall'operatore per la verifica della disponibilità dei mezzi, la registrazione delle prenotazioni, la raccolta dei dati di esercizio, la contabilizzazione e la gestione della flotta, nonché quelle svolte dall'utente per la prenotazione, il prelievo e la riconsegna del veicolo, erano regolate in prevalenza dall'intervento manuale dell'uomo e da un supporto tecnologico ridotto al minimo. Questa soluzione, coerente soltanto con le esigenze di gestione di piccole flotte, è tuttora adottata da gran parte delle piccole organizzazioni.

La crescita delle quote di mercato e la diffusione territoriale del servizio hanno portato recentemente alcune organizzazioni di maggior successo ad affrontare la fase di modernizzazione resa possibile dal forte sviluppo di tecnologie di base quali l'informatica e le telecomunicazioni. Il supporto offerto dalle nuove tecnologie telematiche alla gestione delle flotte e del servizio può interessare con enormi vantaggi una serie di operazioni, dall'accesso dell'utente al servizio, alla registrazione in centrale dei dati di uso dei veicoli, alla gestione delle prenotazioni, alla gestione amministrativa del servizio.

Le più recenti applicazioni telematiche nel settore del CarSharing, frutto più che altro di sforzi interni a singole organizzazioni, hanno portato ad una diffusione alquanto eterogenea di sistemi informatizzati e procedure automatizzate caratterizzati da riproducibilità e trasferibilità alquanto limitate e da diffusione disomogenea delle tecnologie. Molti sistemi tecnologici sono stati introdotti da pochissimo tempo e alcuni di essi sono ancora allo stadio dell'applicazione da sviluppare su commessa, non del servizio standardizzato. Allo stato attuale l'architettura generale dei sistemi più moderni di supporto alla gestione del servizio di CarSharing comprende: la centrale operativa, il sistema a bordo del veicolo e, in alcuni casi, anche l'infrastruttura fissa dislocata nell'area di parcheggio.

Il componente funzionale di base della centrale operativa è il sistema informatico che ha il compito di fornire agli operatori del centralino telefonico un insieme di procedure semiautomatiche per la gestione delle richieste di prenotazione e, nel contempo, di offrire al settore amministrativo tutte le informazioni statistiche necessarie al monitoraggio del servizio ed alla contabilità aziendale e dei clienti.

In alcune applicazioni il sistema informatico può ricevere, registrare e rispondere automaticamente alle richieste di prenotazione effettuate dagli utenti tramite tastierino telefonico seguendo un menu vocale interattivo o da PC attraverso browser internet. Il sistema informatico è direttamente interfacciato ai supporti di trasmissione dati che garantiscono il collegamento elettronico bidirezionale tra la centrale operativa ed i veicoli o tra la centrale operativa e l'infrastruttura fissa posta nell'area di parcheggio che presiede a sua volta al collegamento dati con l'apparecchiatura di bordo del veicolo presente nel parcheggio per mezzo di tecnologie di comunicazioni a corto raggio.

La possibilità di collegare il sistema informatico con i veicoli permette da una lato la trasmissione dei dati di prenotazione per abilitare in modo automatizzato l'accesso dell'utente al servizio, dall'altro lato la trasmissione automatica di tutti i dati sull'uso e sullo stato meccanico del veicolo per il controllo in remoto delle condizioni operative e funzionali dei veicoli. Tra i vantaggi offerti da questa architettura funzionale della centrale operativa vi è quello di poter fornire un contributo al miglioramento dell'efficienza gestionale e della qualità del servizio dato. In particolare è possibile garantire in modo conveniente un servizio di prenotazione 24 ore su 24 e tutti i giorni della settimana nonché gestire le prenotazioni con minimo preavviso per un uso immediato del veicolo.

Nelle configurazioni più evolute il sistema di bordo del veicolo provvede alla raccolta e gestione dei dati inerenti le condizioni operative e funzionali del veicolo, alla trasmissione alla centrale operativa di dati e messaggi generati a bordo, alla ricezione di dati e di messaggi provenienti dalla centrale operativa ed infine al controllo dell'accesso nel veicolo e del suo uso da parte dell'utente.

I componenti fondamentali del sistema in grado di offrire queste funzioni sono: i sensori a bordo veicolo, il computer di bordo, un apposito lettore/scrittore di Smart-Card, uno o più dispositivi elettronici di prevenzione dai furti e dall'uso non autorizzato del veicolo, un supporto di telecomunicazione mobile e di localizzazione ed una piccola stampante per il rilascio all'utente di un giustificativo a prova del viaggio effettuato.

La raccolta delle informazioni che riguardano lo stato del veicolo e dell'apparato motore avviene attraverso sensori posti sul veicolo. La sensoristica può utilizzare tecnologie differenti a seconda delle grandezze fisiche oggetto di rilevazione. I sensori sono collegati al computer di bordo sul quale vengono scaricate le informazioni raccolte. Il computer di bordo è il componente centrale del sistema di bordo. Esso presiede alle funzioni di controllo dei componenti installati a bordo ed inoltre provvede ad acquisire, elaborare e memorizzare informazioni e dati provenienti da ciascun componente di bordo e dalla centrale operativa.

Il computer di bordo può regolare l'accesso automatizzato dell'utente al veicolo e controllare i dispositivi antifurto elettronici, quale ad esempio l'immobilizzatore che impedisce l'avviamento del motore.

L'identificazione automatica dell'utente presuppone l'utilizzo di una Smart-Card personale contenente i dati necessari per il riconoscimento dell'utente. Per la lettura dei dati il computer di bordo interagisce con un lettore di Smart-Card di solito montato sul parabrezza o su uno dei finestrini del veicolo.

Una volta riconosciuto l'utente, il computer di bordo disattiva il sistema di blocco delle portiere per consentire l'accesso nel veicolo. In alcune applicazioni anche l'accensione e l'uso del veicolo sono subordinati alla digitazione del codice utente su un tastierino numerico installato a bordo.

L'utilizzo della Smart-Card può offrire notevoli vantaggi oltre a quello più semplice dell'identificazione elettronica dell'utente; una ricaduta positiva è la possibilità di utilizzare la stessa Smart-Card per il pagamento dei viaggi sui mezzi pubblici e sui taxi, dei pedaggi e della sosta nei parcheggi con il sistema a scalare o con addebito in conto corrente.

Gli operatori possono in questo modo offrire ai propri utenti un accesso più semplice ai servizi accessori di vario tipo ed un arricchimento dell'offerta di base più alto con il vantaggio di poter conseguire un miglioramento della percezione del servizio stesso.

Il computer di bordo è di solito interfacciato con un ricevitore GPS (Global Positioning System) per la localizzazione del veicolo e un terminale GSM (Global System for Mobile communication) per comunicazioni dirette con la centrale operativa o, in alternativa, un terminale DSRC (Dedicated Short Range Communication) per comunicazioni a corto raggio con l'infrastruttura fissa nell'area di parcheggio.

Il terminale GSM con funzioni modem e senza tastierino numerico è utilizzato solo per l'invio e la ricezione di dati utilizzando il servizio SMS (Short Message Services). Tale soluzione consente un costo del dispositivo e delle comunicazioni sensibilmente inferiore.

Una variante alla precedente architettura generale basata su sistema a bordo e centrale operativa prevede il supporto di una infrastruttura fissa nell'area di parcheggio.

Nelle versioni più semplici l'infrastruttura fissa è costituita da una cassetta metallica contenente le chiavi dei veicoli e con funzione di protezione di un computer collegato alla centrale operativa. La cassetta metallica comprende inoltre un'unità di lettura di Smart-Card ed un tastierino numerico.

Una volta inserita la Smart-Card e digitato il codice personale il computer provvede a validare la Smart-Card ed il PIN ed in caso positivo attiva in modo automatico l'apertura della cassetta contenente le chiavi del veicolo.

In alcune applicazioni più sofisticate l'infrastruttura fissa comprende un totem telematico multifunzionale che gestisce il flusso bidirezionale di informazioni e dati tra il centro di controllo e il sistema a bordo dei veicoli presenti nell'area di parcheggio. In questa configurazione il veicolo può comunicare solo quando si trova in sosta nella stazione.

Il totem si compone di una parte strutturale con funzione di sostegno e protezione della strumentazione (computer, schermo, supporti di trasmissione, quadro elettrico e gruppo di continuità) e presiede alle operazioni di prelievo, rilascio e prenotazione dei veicoli oltre che alla diagnostica di tutti i dispositivi presenti nell'area di parcheggio. Il sistema di collegamento con la centrale operativa si basa solitamente su reti di telecomunicazioni fisse su cavo o su fibra ottica. Per collegare l'apparecchiatura di bordo con i dispositivi elettronici fissi di ricezione/trasmissione si fa ricorso normalmente alla comunicazione radio a corto raggio a microonde.

Nel caso di flotte composte da veicoli elettrici l'infrastruttura fissa presente nel parcheggio comprende anche diverse colonnine collocate in prossimità degli stalli e dotate di cavi di alimentazione estraibili per la ricarica delle batterie.

In conclusione le esperienze sviluppate finora dimostrano che l'introduzione di una maggiore automazione nel processo di erogazione del servizio determina fundamentalmente due impatti favorevoli correlati tra loro. Il primo impatto concerne la razionalizzazione del processo di erogazione che comporta la riduzione dei costi di esercizio e l'abbreviazione dei tempi operativi. Il secondo impatto favorevole è un maggiore controllo della qualità del servizio che conduce ad una trasformazione positiva dell'immagine dell'organizzazione e del servizio stesso.

L'impiego di nuove tecnologie nel CarSharing può avere inoltre due impatti favorevoli: il primo sui servizi accessori attraverso la fornitura di ulteriori elementi di utilità per il cliente, il secondo sulla protezione dei veicoli da eventuali furti e dall'uso non autorizzato da parte dell'utente attraverso l'automazione delle procedure di accesso al veicolo.

10.9 Benefici ed opportunità per gli utenti e la collettività

Il CarSharing è un servizio di mobilità innovativo progettato per garantire prestazioni, in termini di affidabilità, comfort e flessibilità, paragonabili a quelle dell'auto privata.

Tra le principali caratteristiche del servizio, che qualificano l'offerta e che contribuiscono a soddisfare esigenze dell'utenza non soddisfatte da altri servizi di mobilità, due assumono un'evidenza particolare. La prima è la possibilità di utilizzare i veicoli per periodi e percorsi limitati in qualsiasi momento della giornata. L'altra è la facilità di accesso al servizio in virtù di una offerta diffusa sul territorio che prevede una rete di stazioni disposte in prossimità di residenze o di luoghi facilmente raggiungibili dagli utenti.

La formula del CarSharing è particolarmente vantaggiosa per gli utenti che ricorrono saltuariamente all'auto per effettuare i propri spostamenti e che allo stesso tempo possono contare su più alternative convenienti di trasporto. Il beneficio economico per quelli che rinunciano al possesso dell'autovettura per aderire al CarSharing può essere rilevante visto che possono sempre fare uso dell'autovettura nel momento in cui ciò si rende necessario senza dover sostenere i costi fissi di esercizio connessi con la proprietà dell'auto, ovvero tutti i costi non proporzionali alla percorrenza che generalmente hanno un'incidenza rilevante sull'ammontare complessivo del costo di esercizio.

Un punto importante è che l'entità dei costi fissi annuali di esercizio dell'auto privata, che comprendono le tasse, l'assicurazione, le quote di ammortamento del capitale necessario all'acquisto (quote di interesse e di capitale), le spese accessorie per il ricovero ed il parcheggio, aumenta mano a mano che si riduce la percorrenza annua realizzata con l'auto. Considerando ad esempio un veicolo di media cilindrata l'incidenza dei costi

fissi varia approssimativamente tra il 50 ed il 70% per percorrenze annue che vanno da 15.000 a 5.000 chilometri (tabella 10.2).

Riguardo la convenienza dell'utente alcune valutazioni svolte in Svizzera, basate sull'ipotesi di un uso combinato del mezzo pubblico (50%) e del CarSharing (50%), evidenziano che il risparmio annuo conseguibile dall'utente rispetto all'uso esclusivo dell'auto di proprietà cresce dal 32% al 61% allorché la percorrenza annua si riduce da 10.000 a 5.000 chilometri.

| Percorrenza annua (km) | 5.000 | 10.000 | 15.000 |
|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Ammortamento (interessi+capitale) | 44 | 34 | 33 |
| Tassa di circolazione | 5 | 4 | 3 |
| Assicurazione RCA | 22 | 17 | 13 |
| Carburante | 15 | 23 | 26 |
| Lubrificante e pneumatici | 3 | 5 | 6 |
| Manutenzione e riparazioni | 11 | 17 | 19 |

Tabella 10.2 - **Incidenza percentuale delle singole voci di costo per un veicolo di media cilindrata**
(Fonte: elaborazione ENEA su dati ACI, Quattroruote)

La soglia di convenienza per l'utente che rinuncia all'auto di proprietà per aderire al CarSharing dipende principalmente dalle tariffe praticate e dalle condizioni sociali ed economiche della realtà locale.

Alcune stime svolte in Svizzera indicano come soglia di convenienza una percorrenza annua intorno ai 9.000 chilometri. Altri studi condotti in Germania riportano soglie di convenienza dello stesso ordine che vanno dai 7.000 ai 10.000 chilometri all'anno.

Tra le altre opportunità non trascurabili che il CarSharing offre ai propri utenti vi sono quelle di poter utilizzare il veicolo con caratteristiche e dimensioni più adatte ad ogni esigenza di viaggio e di essere sollevati dalle molteplici incombenze di carattere amministrativo o legate alla manutenzione e riparazione del veicolo.

Il CarSharing può essere una soluzione conveniente per le famiglie. Va ricordato a questo proposito che la spesa media annua sostenuta dalle famiglie per spostarsi, determinata essenzialmente dalle spese per l'acquisto e l'esercizio dell'auto di proprietà, rappresenta attualmente circa il 15% della spesa totale. Dall'indagine ISTAT su "I consumi familiari" è stato rilevato che circa il 22% delle famiglie italiane non possiede alcuna auto, che il 53% ne possiede solo una e che il 25% ne possiede due o più di due.

Il CarSharing può riservare numerosi vantaggi per le piccole imprese che intendono rinunciare all'auto aziendale. Ricorrendo al CarSharing le imprese hanno l'opportunità

di evitare il forte investimento iniziale determinato dalla necessità di acquistare direttamente i veicoli, di liberarsi da tutti i problemi connessi con la gestione della flotta e di poter contare su veicoli mantenuti costantemente in perfetta efficienza.

Il CarSharing non costituisce semplicemente un nuovo servizio di mobilità ma è soprattutto uno strumento che presuppone un profondo cambiamento anche culturale dei cittadini nei confronti dell'automobile e più in generale delle scelte di mobilità. In questa ottica l'innovazione più importante introdotta dal servizio è quella di scindere l'uso del veicolo dal possesso individuale e di migliorare l'utilizzazione dei veicoli, che attualmente risulta meno di un'ora al giorno, attraverso il meccanismo di rotazione degli utenti. L'impatto favorevole conseguente è la riduzione del numero di automobili e, quindi, dell'occupazione di spazio pubblico per la sosta che può essere utilizzato per altri scopi. A questo riguardo è stato riscontrato sulla base delle esperienze in corso che un veicolo in CarSharing sostituisce 5-6 veicoli privati.

Il CarSharing è anche uno strumento atto a favorire lo sviluppo della competizione tra le diverse modalità. Com'è noto l'auto privata al momento della decisione sul mezzo da utilizzare appare all'utente come la soluzione più conveniente perché gli alti costi fissi della proprietà dell'automobile sono già pagati mentre il prezzo del biglietto dei trasporti pubblici include un contributo ai costi di esercizio del sistema stesso.

Questa idea sbagliata del costo d'uso dell'automobile falsa la competitività dei diversi modi di trasporto ed incoraggia, allo stesso tempo, il ricorso all'automobile per il maggior numero di tragitti possibile, favorendo così tendenze irrazionali della mobilità che si ripercuotono negativamente sui costi sociali ed ambientali.

Il CarSharing, in virtù anche di una struttura tariffaria che contempla costi fissi relativamente ridotti e costi variabili legati all'uso del veicolo più alti, consente all'utente nel momento della scelta di viaggio di percepire il costo effettivo di uso dell'automobile e, quindi, di operare un confronto obiettivo tra le diverse opzioni di mobilità offerte.

È per questo motivo che il CarSharing si caratterizza come un valido strumento con elevate potenzialità in termini di razionalizzazione dell'uso dell'automobile e, soprattutto, di rafforzamento della competitività dei modi alternativi all'automobile. Diversi studi svolti in contesti diversi confermano che gli utenti del CarSharing dopo aver rinunciato all'auto di proprietà riducono la percorrenza con il mezzo individuale (35-60%) ma allo stesso tempo incrementano l'uso del mezzo pubblico (+15-40%) e dei modi ciclopedonali (+5-15%).

Gli studi evidenziano inoltre che il comportamento degli utenti che non possedevano l'auto privata prima dell'adesione rimane sostanzialmente invariato.

Il CarSharing dimostra inoltre un potenziale energetico ed ambientale positivo. Gli effetti positivi sull'ambiente e sul consumo energetico sono direttamente collegati al nuovo comportamento dell'utente che incrementa l'uso di modi a bassa intensità energetica e più eco-compatibili (mezzi ciclopedonali e collettivi). L'impiego di flotte com-

poste da modelli nuovi ed adatti ad ogni esigenza di viaggio è un fattore importante che contribuisce a migliorare ulteriormente le prestazioni energetiche ed ambientali del servizio.

Uno studio svolto in Svizzera (Energia 2000) indica che gli utenti del CarSharing riducono del 55% il fabbisogno energetico per la mobilità rispetto al passato.

10.10 La convenienza economica del CarSharing

La valutazione della convenienza economica del servizio di CarSharing rispetto all'auto di proprietà è un elemento importante sia per definire in maniera chiara e precisa l'intensità competitiva del nuovo servizio sia per procedere alla individuazione del mercato potenziale.

A titolo orientativo i grafici riportati nelle figure 10.1 e 10.2 riassumono e mettono in evidenza i risultati di alcune elaborazioni riferite a quattro valori di percorrenza annuale (5.000, 10.000, 15.000 e 20.000 km) tese a fornire una valutazione preliminare della convenienza economica del CarSharing in Italia.

I grafici mettono a confronto il costo medio annuale di esercizio di un'auto privata di media cilindrata, il costo annuo sostenuto in CarSharing per soddisfare le stesse esigenze di mobilità ed il costo annuo basato sull'uso combinato del mezzo pubblico (25%) e del CarSharing (75%). Ai fini del calcolo del costo annuale sostenuto in CarSharing si ipotizzano due tariffe diverse. La prima prevede un abbonamento annuo di 129 €, una quota oraria di 1,29 €, ed una quota chilometrica di 0,26 €. La seconda tariffa differisce dalla prima per l'applicazione di un costo orario più alto pari a 1,54 €.

Nel calcolo dei costi annuali di esercizio dell'autovettura privata le diverse voci di costo considerate sono raggruppate in due categorie: quelle fisse non proporzionali alla percorrenza e quelle variabili proporzionali alla percorrenza.

Nella prima categoria di costo sono incluse le voci relative alla tassa di proprietà del veicolo, all'assicurazione RCA, all'ammortamento del capitale investito nell'acquisto del mezzo, suddiviso in una quota interessi e in una quota capitale.

Elemento discriminante per il computo dell'ammortamento è la "vita tecnica" del veicolo tipo: per percorrenze fino a 10.000 km/anno essa è stata assunta pari a 14 anni, mentre per percorrenze superiori la vita tecnica è stata ricavata in funzione del massimo chilometraggio realizzabile (ipotizzato pari a 140.000 km).

Per i costi proporzionali alla percorrenza sono considerati i costi unitari medi - stimati dall'ACI - riguardanti il carburante, il lubrificante, i pneumatici e le operazioni di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, da effettuarsi nell'arco di vita del veicolo, al fine di mantenerlo in condizioni di piena efficienza.

Dai calcoli risulta inoltre che la soglia di convenienza del servizio di CarSharing è di circa 9000 km di percorrenza annua applicando la tariffa 1 (1,29 €/ora, 2,6 €/km) e di

circa 8.000 km annui per la tariffa 2 (1,54 €/ora, 0,26 €/km). Ipotizzando una spesa annua aggiuntiva di 413 € per il parcheggio del mezzo privato, questi valori salgono a 11.200 km annui per la tariffa 1, ed a 9.700 km annui per la tariffa 2.

Nel caso di uso combinato del CarSharing (75%) e dei mezzi pubblici (25%) la soglia di convenienza determinata con l'applicazione della tariffa 2 è di circa 15.000 km annui.

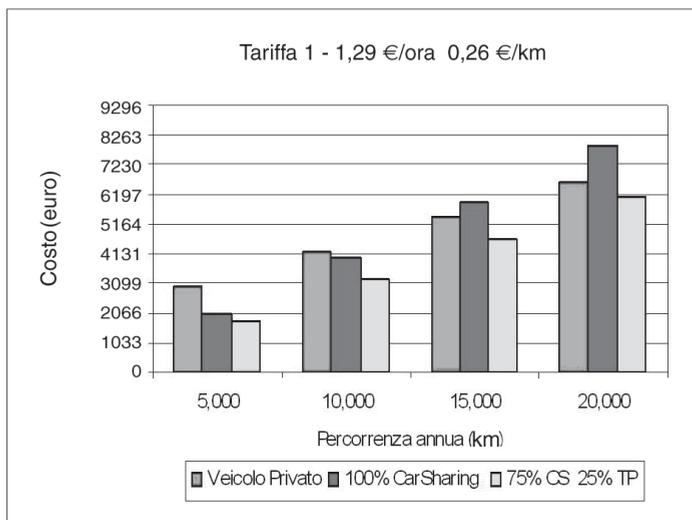


Figura 10.1 - Confronto analitico dei costi annuali (tariffa 1)

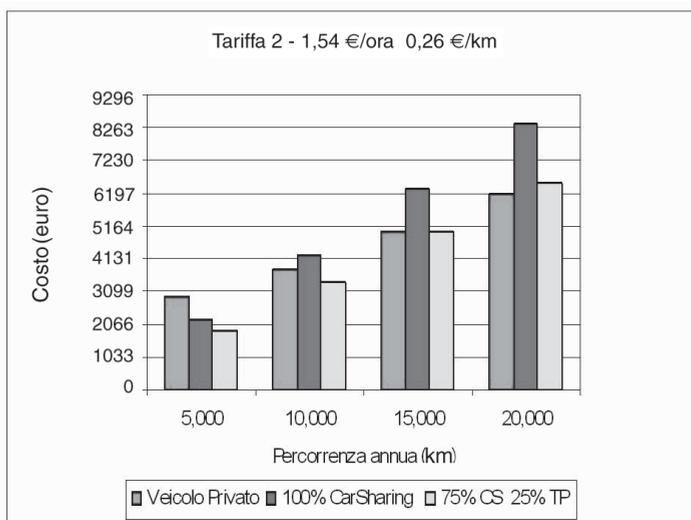


Figura 10.2 - Confronto analitico dei costi annuali (tariffa 2)

10.11 Strategie di sviluppo ed azioni di sostegno

Attualmente gli sforzi effettuati dalle organizzazioni per il raggiungimento e il mantenimento di elevati livelli di efficienza, produttività e qualità del servizio sono diretti a:

- aumentare le quote di mercato anche acquisendo nuove tipologie di utenti sia per conseguire economie di scala sia per migliorare i livelli di utilizzazione dei veicoli;
- sviluppare il servizio su scala geografica più ampia mantenendo nel contempo una fitta rete di stazioni sul territorio;
- modernizzare il processo di erogazione con l'introduzione di nuove soluzioni tecnologiche;
- orientare il servizio al cliente ricercando la massima sintonia con i suoi bisogni e le sue aspettative;
- stabilire rapporti di partnership soprattutto con gli altri operatori del settore dei trasporti grazie ai quali è possibile offrire ai propri clienti servizi integrati con un ottimo rapporto qualità prezzo.

Anche se tra gli operatori del settore vi è ampia convergenza di opinione sul fatto che le strategie di sviluppo del nuovo servizio devono far leva essenzialmente sul mercato e sui suoi meccanismi di finanziamento è indubbio che l'introduzione di provvedimenti politici atti a sostenere il processo di avviamento e diffusione del servizio è della massima importanza.

L'aspettativa più diffusa tra gli operatori del settore è che prevalga presso le Autorità pubbliche oltre che un adeguato riconoscimento del servizio in merito ai vantaggi sociali, economici ed ambientali che esso può comportare, anche un forte impegno a sostenere direttamente lo sviluppo del servizio soprattutto durante la fase di start-up.

Più in dettaglio tra le possibili aree di intervento dell'Autorità pubblica auspiccate vivamente dagli operatori del nuovo servizio risultano essere:

- l'uso a prezzi convenienti di parcheggi pubblici soprattutto in quelle aree in cui il potenziale di mercato è più alto e gli spazi per la sosta sono limitati e costosi;
- la promozione del servizio su scala più ampia non solo per un aumento di notorietà ma soprattutto per uno sviluppo di consenso e accreditamento nel contesto sociale, politico, economico e finanziario;
- la conduzione di studi e ricerche volti a migliorare la conoscenza della domanda e del livello di accettazione del nuovo servizio;
- l'attivazione di accordi di cooperazione con altri operatori del settore della mobilità in vista di una integrazione dei servizi erogati per favorire lo sviluppo della mobilità combinata;
- l'adeguamento tecnologico del servizio per una riduzione dei costi di esercizio e per un maggior presidio della qualità;
- il sostegno al processo di trasferimento e circolazione del know-how.

Fino ad oggi l'Olanda è stato di sicuro il paese che per primo ha dato un segnale forte a favore del CarSharing riconoscendo l'utilità sociale del servizio e impegnandosi a favorire la sua diffusione attraverso l'istituzione di un Ente Nazionale finanziato direttamente dal Ministero dei Trasporti. I compiti assegnati a questo Ente sono principalmente quelli di incitare gli operatori economici ad investire per l'avvio di nuove iniziative, di stimolare le Autorità pubbliche locali a implementare misure efficaci volte a favorire il CarSharing sul piano operativo ed, infine, di condurre una vasta campagna promozionale per portare a conoscenza di tutti i cittadini le caratteristiche distintive del nuovo servizio. Anche la Svizzera dal 1992 con il programma Energia 2000 del Consiglio Federale sostiene con diverse azioni il CarSharing. Energia 2000 ha accompagnato dai primi momenti il CarSharing nella sua evoluzione ed organizzazione, motivando gli operatori ad offrire prestazioni ad alto livello.

Particolarmente interessante è la funzione svolta da Energia 2000 nel favorire l'integrazione del CarSharing con altri modi di trasporto attraverso cooperazioni strategicamente determinanti lanciando con successo sul mercato offerte di mobilità combinata. Altri contributi a favore del CarSharing sono stati forniti dal governo svizzero per la valutazione delle potenzialità del nuovo servizio in termini di mercato e di benefici ambientali. Recentemente il programma Energia 2000 ha avviato in collaborazione con Mobility CarSharing, Europcar e VBZ un ampio studio per identificare il profilo degli utenti e il livello di utilità percepita relativamente al nuovo servizio. In Germania invece l'unico intervento dell'Autorità Centrale a favore del CarSharing è stato un studio finanziato dal Ministero dei Trasporti per valutare le opportunità, i benefici e i costi offerti dal nuovo servizio. È interessante citare infine una misura singolare a favore del CarSharing da parte del Comune di Brema che si propone di realizzare un complesso edilizio (Hollerland) senza automobili per il quale si è avuto un numero altissimo di sottoscrizioni. Per i futuri residenti il Comune prevede l'utilizzo del servizio di CarSharing in alternativa all'auto privata. Ciò consentirà di ridurre lo spazio generalmente destinato al parcheggio di quasi un quarto per essere utilizzato per altri scopi.

10.12 Conclusioni

Il CarSharing, nato spontaneamente come iniziativa tra privati spinti soprattutto da ideali ecologici, è stato caratterizzato in questo ultimo decennio da un progressivo cambiamento che ha portato l'idea originaria della multiproprietà verso un'organizzazione commerciale ed imprenditoriale dell'offerta. Lo sviluppo e la diffusione del CarSharing appare attualmente essere in una fase particolarmente positiva soprattutto nei paesi del Nord Europa dove il servizio è riuscito a consolidare un'immagine di qualità ed affidabilità e gli operatori del settore hanno raggiunto un buon livello di professionalità.

La condizione favorevole di sviluppo del servizio dipende principalmente dall'attuale rigidità del mercato veicolare che offre agli utenti svariate possibilità di scelta se essi vogliono acquistare un'automobile, ma che allo stesso tempo concede poche alternative convenienti e pratiche per un uso sporadico del veicolo per periodi e percorsi limitati.

La formula del CarSharing, contraddistinta da una struttura tariffaria basata su costi fissi ridotti e costi variabili legati all'uso dei veicoli relativamente più alti, è particolarmente vantaggiosa per gli automobilisti che utilizzano occasionalmente l'auto. Il vantaggio principale che il CarSharing può dare a questa categoria di automobilisti è di poter disporre nei momenti di necessità di un mezzo individuale con caratteristiche e dimensioni più adatte ad ogni esigenza di viaggio senza dover sostenere gli alti costi fissi di esercizio legati al possesso dell'auto che alle basse percorrenze hanno un'incidenza rilevante sul costo complessivo.

Il CarSharing dimostra inoltre un potenziale energetico ed ambientale positivo. Gli effetti positivi sull'ambiente e sul consumo energetico sono direttamente collegati al nuovo comportamento dell'utente che tende a razionalizzare l'uso del mezzo individuale a vantaggio di modi a bassa intensità energetica e più eco-compatibili (ciclopeditivi e collettivi). Ciò è l'espressione di una consapevolezza acquisita nei riguardi del costo effettivo di uso del mezzo individuale, di solito sottovalutato o completamente ignorato nel caso dell'auto di proprietà, che porta ad operare, nel momento della scelta del mezzo di trasporto, un confronto obiettivo tra le diverse opzioni di mobilità disponibili.

L'impatto favorevole del CarSharing sulla competitività dei modi alternativi all'auto privata ha catalizzato da qualche anno l'interesse verso il nuovo servizio da parte della Commissione Europea e di alcune Amministrazioni Pubbliche, sia Centrali che Locali, che si trovano impegnate ad applicare misure innovative per ridurre la dipendenza dall'automobile nelle aree urbane.

In questa prospettiva il decreto del Ministero dell'Ambiente (27 marzo 1998) per una mobilità sostenibile ha posto le basi per lo sviluppo in Italia del CarSharing. Il decreto prevede in particolare un finanziamento globale di 4.389.883 € ad alcuni Comuni, interessati ad ampliare la gamma di servizi di mobilità alternativi all'auto privata, allo scopo di incentivare associazioni o imprese ad organizzare e gestire servizi di CarSharing. Tali servizi devono risultare accessibili a tutti gli associati indipendentemente dalle forme di gestione che saranno decise a livello locale e con caratteristiche e livelli di qualità coerenti con i criteri generali fissati dall'Associazione Europea del CarSharing (ECS).

Le iniziative ammesse al finanziamento sono complessivamente 12 e interessano le città di Bologna, Brescia, Firenze, Genova, Milano, Modena, Napoli, Palermo, Perugia, Roma, Torino e Venezia.

FAMS: verso l’Agenzia dei Servizi Flessibili di Mobilità

G. Ambrosino, M. Boero, C. Binazzi, P. Eloranta, B. Finn

Dai risultati dei differenti progetti europei e dall’esperienza maturata nella gestione operativa dei servizi flessibili ed intermedi di mobilità (così come descritto nei capitoli precedenti), si può senz’altro ribadire che i servizi in atto hanno ottenuto un notevole successo, ma rimangono comunque esperienze portate avanti, nella maggior parte dei casi, come componenti “isolate” della più complessa e variegata catena del trasporto. Infatti, quasi sempre i servizi flessibili, ed in particolare i sistemi a chiamata (DRT), vengono gestiti direttamente da un solo operatore (Azienda di trasporto) come unico e dedicato schema di trasporto con livelli minimi (ad esempio in connessione con la rete di trasporto convenzionale) o nessun livello di integrazione con gli altri servizi di trasporto collettivo attivi sullo stesso territorio e/o gestiti da altri operatori del trasporto. Le esperienze in atto mostrano invece come possa anche essere possibile estendere i concetti e i modelli DRT, per coprire il complessivo arco dei servizi intermedi e flessibili partendo dagli strumenti tecnologici realizzati integrati dagli emergenti servizi di e-commerce ed e-business.

Quindi dalla singola applicazione dei servizi DRT si può evolvere verso il concetto di Agenzia dei Servizi Flessibili di Mobilità tramite l’estensione ed integrazione “scale-up” delle attuali tecnologie e modelli DRT.

La prospettiva di una “Agenzia” (intesa come Centro di prenotazione, coordinamento e gestione) dei servizi intermedi si delinea anche dalle recenti nuove normative e leggi sul Trasporto Pubblico Locale, che di fatto hanno sancito una liberalizzazione dei servizi di trasporto lasciando comunque aperte le problematiche legate al livello di servizio da

fornire nelle situazioni “deboli” (sia rispetto alla domanda che alle caratteristiche socio/economiche e territoriali) dove non è possibile una risposta in termini di servizi di trasporto con linee a tempi e percorsi fissi. Si corre il rischio quindi di lasciare questa parte di utenza in balia della sola politica tariffaria (e dove i passeggeri sono pochi la disponibilità di finanziamenti pubblici diventa indispensabile agli operatori per fornire un servizio minimo).

Inoltre, nonostante siano rilevanti le risorse coinvolte e numerosi le differenti Autorità ed Operatori attivi nei servizi di trasporto speciali (servizio scuola da parte dei comuni e comunità montane, servizi di trasporto malati e disabili da parte di Associazioni del volontariato e ASL, servizi in aree a domanda debole, periferie urbane e fasce notturne da parte delle Aziende di Trasporto e Operatori del Trasporto Collettivo ecc.) il complessivo livello di servizio offerto risulta essere di bassa qualità sia per le modalità di produzione che per il mancato coordinamento degli stessi operatori e Autorità preposte.

Nasce quindi l’esigenza di creare una rete di soggetti pubblici, privati e no-profit, quali le Cooperative di tassisti, le Associazioni degli artigiani, le Associazioni del volontariato, le Aziende di trasporto, i Comuni, le ASL ecc., che siano interessate a cooperare in tale mercato di trasporto personalizzato, e che possano essere coordinati (o meglio accettino di essere coordinati) da un unico Centro di prenotazione, pianificazione, coordinamento e gestione dei viaggi e dei servizi. La figura 11.1 fornisce una schematica idea del piano istituzionale e gestionale coinvolto.

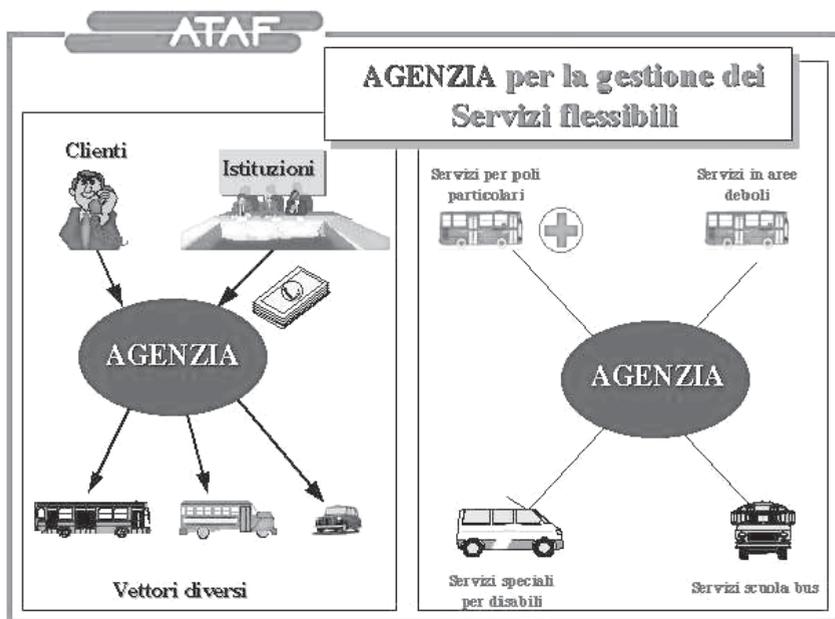


Figura 11.1

A questo fine, come i risultati delle esperienze DRT in atto dimostrano, le tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, integrate opportunamente agli strumenti di e-work e servizi e-commerce, possono avere un ruolo determinante sia sull'accessibilità e ottenimento del servizio da parte degli utenti (i.e nel collegamento tra i cittadini e il centro di gestione e distribuzione del servizio) che nello stesso coordinamento operativo del servizio (i.e ottimizzazione della programmazione dei viaggi, integrazione delle differenti tipologie di veicoli da utilizzare, coordinamento dei differenti operatori ecc.).

Sicuramente questo sviluppo tecnologico può garantire una ampia gamma di opzioni e possibilità di intervento che dovrebbero essere recepite anche a livello legislativo.

In questo contesto, ATAF Spa, gestore del trasporto collettivo nell'area metropolitana di Firenze, partendo dalla ormai consolidata esperienza PERSONALBUS™ nella gestione di differenti servizi a chiamata in alcune zone urbane e dell'area metropolitana (Scandicci, Campi, Sesto, Calenzano, quartiere di Porta Romana ecc. vedi capitoli precedenti) e dalla operatività quotidiana sui servizi speciali (scuole, disabili ecc.) ha definito un progetto per la realizzazione di una Centro Unico di prenotazione, pianificazione e gestione dei servizi flessibili di mobilità tramite il coordinamento operativo dei differenti gestori attivi su questi servizi flessibili e l'ottimizzazione delle complessive risorse coinvolte.

Questo progetto è stato alla base della proposta FAMS (Flexible Agency for Collective Demand Responsive Services) coordinata da ATAF ed approvata all'interno del Programma della Telematica applicata ai Trasporti (V Programma Quadro- IST Programme) quale azione dimostrativa (Take-UP action) per la realizzazione e gestione di una Agenzia Metropolitana per la gestione dei servizi flessibili.

Nel seguito viene fornita una visione generale del progetto FAMS in termini di obiettivi generali, approccio tecnico, aspetti innovativi e composizione del consorzio FAMS.

11.1 Contesto tecnico e obiettivi di FAMS

Sulla base dei risultati (tecnologie, modelli, processi gestionali ecc.) ottenuti in alcuni dei precedenti progetti europei (SAMPO, SAMPLUS, INVETE ecc.), FAMS ha l'obiettivo di adattare ed integrare le principali componenti del processo di gestione di un servizio a chiamata DRT (prenotazione, pianificazione dei viaggi e del servizio ecc.) con i servizi di e-business/e-work al fine di facilitare la cooperazione tra gli operatori che forniscono servizi flessibili su una stessa area e migliorare il complessivo accesso da parte dei cittadini e/o associazioni agli stessi servizi di mobilità.

FAMS prevede, quindi, il passaggio dal concetto di Centro di Gestione del servizio a quello di Agenzia attraverso lo sviluppo di moduli e tecnologie web-based (servizi B2B e B2C) che permettano il coordinamento operativo delle complessive risorse a disposi-

zione (veicoli in primis), l'integrazione delle possibilità di accesso ai servi da parte degli utenti e la condivisione delle basi informative.

Di fatto, a prescindere dalle complessive caratteristiche del territorio, servizio, utenza e gestori (numero degli operatori, localizzazione fisica dei depositi, tipo di flotte coinvolte, tipo di servizi operati, sistemi di prenotazione in uso ecc.), l'Agenzia deve permettere la gestione dell'intero processo di "produzione" del servizio di trasporto - dalla prenotazione dell'utente alla pianificazione dei viaggi/servizio, al monitoraggio e controllo dell'operatività ecc. - come se si trattasse di una unica entità (i.e tipo un singolo operatore con una unica flotta di veicoli e un unico sistema di prenotazione) ottimizzando le risorse coinvolte e fornendo una effettiva risposta ai bisogni di mobilità dei differenti gruppi di utenti e delle zone deboli coinvolte.

La figura 11.2 schematizza il modello di riferimento alla base dell'approccio realizzativo dell'Agenzia dei Servizi Flessibili disegnato all'interno di FAMS.

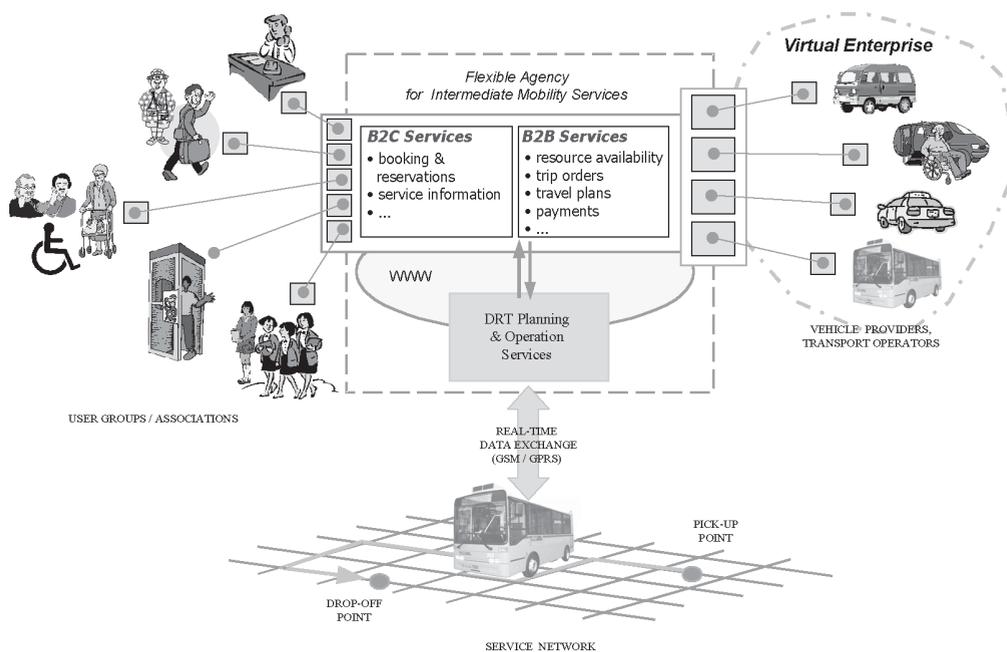


Figura 11.2

L'architettura generale dell'Agenzia FAMS coinvolge le seguenti principali componenti tecnologiche e telematiche:

- un Centro di Gestione dei Viaggi (TDC) comune per prenotazione, pianificazione, gestione e coordinamento dei differenti tipi di servizi flessibili operati;

- strumenti ed infrastrutture di e-business tra l’Agenzia e i differenti attori coinvolti nei servizi flessibili siano essi operatori e/o utenti. Queste infrastrutture tecnologiche, opportunamente integrate, devono principalmente offrire due categorie di servizi:
 - Business-to-Business (B2B) che permettono l’interazione e la cooperazione tra i differenti gestori del trasporto e l’Agenzia stessa al fine di ottimizzare e coordinare le complessive risorse disponibili;
 - Business-to-Consumer (B2C) che supportano l’accesso al servizio e alle informazioni sul servizio stesso (prenotazione dal singolo utente o dalle differenti associazioni, informazione on-line sui servizi e prossimi viaggi ecc.);
- una rete di comunicazione, basata su tecnologia cellulare (GSM/GPRS), tra i TDC e i veicoli che operano il servizio.

La flessibilità dell’Agenzia quindi interessa non solamente le esigenze di mobilità dei differenti gruppi di utenti, ma anche le opzioni e le modalità operative con le quali sarà possibile fornire e gestire lo stesso servizio. Una volta realizzata questa architettura, FAMS vuole dimostrare, valutare e formalizzare alcune “best practices” in termini di:

- gestione coordinata di vettori/veicoli afferenti ad operatori/cooperative, associazioni differenti;
- monitoraggio e bilanciamento del servizio svolto tra i differenti vettori coinvolti nel servizio;
- il monitoraggio in tempo reale dell’andamento del servizio tramite rete GPRS;
- diversificazione delle modalità di accesso al servizio da parte dell’utenza (accesso diretto sulla rete, tipologie diversificate di prenotazione: tramite Internet, tramite telefono ecc.);
- espansione controllata e coordinata del servizio in termini di veicoli e/o fornitori di servizio;
- garanzia agli operatori di efficienza e trasparenza gestionale.

11.2 L’innovazione in FAMS

FAMS vuole innovare le soluzioni esistenti per la pianificazione e gestione dei servizi DRT e fornire nuovi modelli di servizio che rispondano al concetto di Centro di prenotazione, coordinamento e gestione dei complessivi servizi flessibili offerti su una determinata area territoriale. Quindi le soluzioni e gli strumenti informatici sviluppati negli attuali sistemi a chiamata (PERSONALBUS, MobyRouter) vengono adattati e integrati in un ambiente di e-business che permetta la cooperazione tra i differenti fornitori di servizio e la gestione della completa catena del trasporto, almeno nei seguenti termini:

- i differenti operatori del trasporto potranno beneficiare di infrastrutture telematiche e servizi comuni per gestire i servizi flessibili che individualmente offrono;

- l’Agenzia FAMS ha una visione complessiva dei bisogni di viaggi e della offerta di servizio e quindi può garantire una ottimizzazione ed un bilanciamento tra la domanda e la reale offerta di trasporto;
- gli utenti finali (associazioni, specifici gruppi o singoli cittadini ecc.) possono accedere ai servizi tramite un unico centro di prenotazione/informazione capace di rispondere alle differenti esigenze in modo integrato e valutando tutte le possibili opzioni.

L’Agenzia rappresenta quindi un sistema flessibile con la capacità di gestione dinamica delle interazioni tra i differenti operatori del trasporto e le risorse (veicoli) disponibili e quindi garantisce nel tempo la capacità dei singoli operatori di adattarsi dinamicamente alle reali variazioni della domanda di mobilità (figura 11.3).



Figura 11.3

11.3 I Casi Studio e il Consorzio FAMS

FAMS coinvolge due siti di sperimentazione, uno in Italia (area metropolitana di Firenze) e uno in Inghilterra (la regione scozzese di Angus).

Ciascun sito rappresenta un contesto territoriale, istituzionale, normativo ed operativo differente e complementare rispetto alla applicazione dei servizi flessibili. I siti presentano caratteristiche differenti anche dal punto di vista delle infrastrutture tecnologiche esistenti e per il livello di conoscenza e “best practices” rispetto alla stessa gestione dei servizi a chiamata ed intermedi.

Nell’area metropolitana di Firenze, ATAF, che da anni gestisce un sistema/servizio a chiamata (PersonalBus) operante su differenti zone dell’area metropolitana della città, ha maturato una notevole esperienza sulla complessiva fornitura dei differenti servizi intermedi svolti su alcune aree, anche in cooperazione con altre Aziende di Trasporto. Quindi l’area metropolitana di Firenze e le capacità esistenti in termini di esperienza operativa e tecnologie applicate, rappresenta una situazione ideale per garantire l’evoluzione funzionale, modellistica e tecnologica del sistema a chiamata esistente verso i concetti e l’architettura dell’Agenzia dei Servizi flessibili di mobilità.

Il secondo sito, collocato nella regione scozzese di Angus, è nuovo rispetto alle applicazioni e servizi DRT e quindi offre l'opportunità di valutare, sia a livello tecnico che organizzativo, la reale trasferibilità dei concetti e modelli DRT fino ad oggi implementati in un ambiente totalmente nuovo in termini di servizio e tecnologie di supporto.

Tenendo in conto queste differenze, ciascun sito implementerà un proprio progetto locale sulla base di una comune architettura e di un modello di servizio di Agenzia che verrà disegnata in FAMS, in modo da valutare anche le opportunità imprenditoriali e di risposte ai bisogni di mobilità degli utenti/cittadini di ciascun sito.

Il consorzio FAMS coinvolge due Operatori del trasporto collettivo, SITA SpA (I) e ANGUS Council (GB), che implementeranno i concetti di Agenzia nelle rispettive aree territoriali. Sono inoltre presenti due fornitori di tecnologie, Mobisoft (FI) e Softeco Sismat SpA (I), che cureranno lo sviluppo e l'adeguamento delle soluzioni informatiche e telematiche ottenute nei precedenti progetti europei rispetto all'architettura di Agenzia disegnata. ATAF SpA, oltre ad agire quale operatore di riferimento per l'Agenzia a livello dell'area metropolitana di Firenze, garantirà il trasferimento della sua consolidata esperienza nella gestione e pianificazione dei servizi a chiamata verso i due operatori e supporterà la definizione di "best practice" nei servizi flessibili verso gli utenti finali.

Infine, due società di consulenza nei trasporti e nelle tecnologie telematiche garantiranno (MemEx, I e ETTS, IR) da un lato gli aspetti di valutazione e definizione delle potenzialità di mercato dell'Agenzia e dall'altro gli aspetti di uniformità metodologica dell'intero progetto.

Il progetto FAMS, partito nel marzo 2002, prevede un tempo di realizzazione di 20 mesi con il rilascio di primi risultati nel maggio 2003.

Riferimenti bibliografici

AMBROSINO G., LOGI F., SASSOLI P., “eBusiness Applications to Flexible Transport and Mobility Services”, *European Symposium on Intelligent Technologies, Hybrid Systems and their Implementation on Smart Adaptive Systems*, Tenerife, December 2001

AMBROSINO G., BINAZZI C., DI VOLO N., SASSOLI P., “The Role of Demand Responsive Transport Services in Sustainable Mobility: the Experience of Florence”, *Conference, ITS '01 Prague*, May 31 - June 1 2001

AMBROSINO G., BINAZZI C., IACOMETTI A., “Architetture e tecnologie di supporto”, *Seminario “Servizi flessibili di mobilità: motivazioni, tecnologie e applicazioni in atto”*, Firenze, 29 maggio 2001

AMBROSINO G., BOERO M., ELORANTA P., ENGELS D., FINN B., “Demand Responsive Transport: Mobility Solutions in Europe Through Cooperation Between Operators, IT Suppliers and Authorities”, *7th World Congress on Intelligent Transport Systems*, Turin, 6-9 November 2000

AMBROSINO G., SASSOLI P., “Intermediate Transport Based on Telematics for Improving Accessibility and Environmental Quality”, *EC Special Session “IST Tools for Better Environmental Integration in Transport Management”*, *7th ITS World Congress 2000*, Torino, November 2000

AMBROSINO G., BOERO M., ELORANTA P., ENGELS D., FINN B., SASSOLI P., “eBusiness Solutions for Flexible Mobility Services in Europe”, *eBusiness and eWork Conference and Exhibition*, Madrid, 18-20 October 2000

AMBROSINO G., SASSOLI P., “L’esperienza europea nel trasporto a domanda”, *Convegno Mobilità Sostenibile*, Ministero dell’Ambiente, Roma, 19-20 giugno 2000

AMBROSINO G., SASSOLI P., VATTERONI B., “Guida ai sistemi di telecontrollo delle flotte del trasporto collettivo”, edito da CNR-PFT2, Roma, 1999

AMBROSINO G., ENGELS D., “Support and Optimisation of Flexible Transport Concepts”, *6th ITS World Congress*, Toronto, November 1999

AMBROSINO G., VATTERONI B., DI VOLO N., SASSOLI P., “Flexible Transport Services in European SAMPLUS Project”, *International Conference “Modelling and Management in Transportation”*, Poznan&Cracow Poland, 12-16 October 1999

AMBROSINO G., BOERO M., SASSOLI P., “Integration of Public Transport Systems and Services in the City of Florence: Demand Responsive Bus Services in Low Demand Areas”, *4th Annual World Congress on Intelligent Transport Systems*, Berlin, 21-24 October 1997

AMBROSINO G., BOERO M., SASSOLI P., IACOMETTI A., PESENTI R., UKOVICH W., “A Project to Implement a Demand Responsive Transport Service”, *8th IFAC Symposium on Transportation Systems*, Crete, June 1997

AMBROSINO G., BOERO M., ENGELS D., WESTERLUND Y., “Demand Responsive Public Transport Services: Application Cases from the SAMPO Project”, *7th International Special Conference of IFORS on Information Systems in Logistics and Transportation*, Gothenburg, 16-18 June 1997

AMBROSINO G., BOERO M., IACOMETTI A., SASSOLI P., “Integration of Demand Responsive Services for Flexible Management of Bus Operations in Florence”, *Proc. Of the 3rd Annual World Congress on Intelligent Transport Systems*, Orlando, 1996

AA.VV., “Libro Verde per gli Usi Sostenibili dell’Energia nei Trasporti”, *Conferenza Nazionale Energia ed Ambiente*, Roma, 1998

ABRAHAM J.E., (1998) “A Survey of Carsharing Preferences”, *Department of Civil Engineering, University of Calgary*

APAS (1996) Transport Research, ROAD/3, “Evaluation. Final Report”, *Office for Official Publications of the European Commission. Luxembourg*, ISBN 92-827-5832-X

ARGYRAKOS G. AND PETRAKIS K., (1995) BATT (V2029) “Final Report - Guidelines for the Assessment of User Responses to ATT”, *Ref. No. 1996117, Commission of the European Communities*

ASM DI VENEZIA TRS, (1998), “CarSharing: il sistema di Venezia”, *Progetto ENTIRE*

BEALTAINE LTD, (Taylor Lightfoot Transport Consultants) (1997) “Pay as you Drive CarSharing”, *Final Report*

BELL M.G.H., CATLING I., NELSON J.D., DRYSELIUS B., KOSSACK J. AND LOHFINK C., (1991) “Functional Requirements”, *Final Report. DRIVE Project V1018 Contract Report No. 45, Commission of the European Communities, Bruxelles*

266 BLANCHARD B.S., (1991) “Systems Engineering Management”

BOBINGER R., FLOWERDEW A., HAMMOND A., HIMANEN V., KELLER H., KILL H. AND SERWILL D., (1992) "Evaluation Process for Road Transport Informatics, EVA-Manual", *DRIVE Project V1036, Final Report, München*

CODE PROJECT (1998) "Revised User Needs Guidelines", *Version 3, Atkins, Wootton, Jeffrey, UK, February*

CONVERGE-SA PROJECT, (1996) "System Architecture Enhanced Architecture Guidelines", *Issue 1.0*

CONVERGE-SA PROJECT, (1997) "System Architecture Summary Report", *Issue 1.0*

CONVERGE-SA PROJECT, (1998) "Guidelines for the Development and Assessment of Intelligent Transport System Architectures", *Deliverable DSA2.3*

COUSINS S.H., (1998) "A Model of Car Availability in CarSharing Schemes of Different Sizes", *Traffic Engineering and Control*

D'ESTE G., TAYLOR M.A.P. AND RADBONE I.G., (1994) "Demand-Responsive Public Transport for Australia: 1. The Trade-Offs", *Papers of the Australasian Transport Research Forum 19*

ECOPLAN INTERNATIONAL, (1998) CarSharing '98, "Present Status, Future Prospects: A Casebook of Useful Sources", Paris

EUROPEAN COMMISSION, (1996) "Green Paper, The Citizens' Network"

FINN B., (1999) "Requirements of Users of DRT Systems", *SAMPLUS project. Deliverable D3, ETTS Ltd*

FINN B., VERLINDEN K., KALLIOMÄKI A., CAHILL F., ORSI G. AND WESTERLUND Y., (1996) SAMPO (TR1046) "Analysis of User Needs for Demand Responsive Transport Services", *Ref. No. 1996121, Commission of the European Communities*

GLAZEBROOK G., (1993) "Innovations in Personal Public Transport: Concept and Applications", *Planning, co-ordinating and funding urban transport. Sydney*

GLAZEBROOK G. AND MCCOMBIE K., (1995) "New Technologies for Personalising Public Transport", *In: Traffic Technology International, London: Dorking*

GLOTZ-RICHTER M., (1998) "The Bremen Approach to CarSharing and Transport System Integration", *Bremen city Department for Environmental Protection*

HARMS S. AND TRUFFER B., (1998) "The Emergence of a Nation-wide CarSharing"

JESTY P.H., GAILLET J.F., GIEZEN J., FRANCO G., LEIGHTON I. AND SCHULTZ H.J., (1998) CONVERGE (TR1101), "Guidelines for the Development and Assessment of Intelligent Transport System Architectures", *Commission of the European Communities*

KALHAMMER F.R., PROKOPIUS P.R., ROAN V.P., VOECKS G.E., "Status and Prospects of Fuel Cells as Automobile Engines", *Report for State of California Air Source, July 1998*

LITMAN L., (1999) "Evaluating CarSharing Benefits", *Victoria Transport Policy Institute*

MAGEEAN J.F., MULLEY C.A., NELSON J.D. AND RACKLIFF T.J., (1998) "European Public Transport - Review on Transport System Organisation", *MINIMISE Project Deliverable D9, University of Newcastle upon Tyne*

MASSOT M.H., ALLOUCHE J.F., BENÉJAM E., PARENT M., (1998) "Praxitèle: The Ambitious Station Car Experiment in France", *The Journal of World Transport Policy & Practice*

MATINTUPA R., (1999) "Analysis of User Requirements for DRT", *SIPTS Project, Deliverable D3, Provincial Government of Western Finland*

MERRIMAN C., GERPEN J.V., LUECKE G., "The Effect of Engine Performance and Engine Starts on Series HEV Operation", in *Electric and Hybrid Design Studies, 1997, SAE*

MEIJKAMP R., (1999) "CarSharing in the Netherlands", *B&A Groep*

MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS, (1998) "Palveluliikenteen vaikutustutkimus" (*Studied Effects of Servicelines*), *Tampereen Viatel Ltd*

MUHEIM P., (1998) "Mobility at Your Convenience: CarSharing – the Key to Combined Mobility", *Energie 2000, Transport Section, Berne, Switzerland*

NEVILLE R.W., REYNOLDS E., MCLAUGHLIN K., (1999) "Recognizing the Revolutionary Nature of CarSharing", *Autoshare*

NG, PA (ed.), (1992) "Proceedings of the Second International Conference on Systems Integration"

NOVY P., (1998) "Austria-CASUAL CarSharing Manual & Comments", *Autoteilen Osterreich*

ÖKOINSTITUT-ENEA, (1998) "La mobilità del XXI secolo – Verso il CarSharing"

OMNIRIDE, (1999) "PRTC's Innovative Local Transit Services & Smart Flexroute Integrated Rea-time Enhancement Systems", http://www.omniride.com/its_project.htm

PICKUP L., (1995) "Guidelines for Assessment of Transport Telematics Applications in Public Transport", *CORD Deliverable AC07 - Volume 6, Commission of the European Communities, Bruxelles*

PICKUP L., VERLINDEN K., KALLIOMÄKI A., GOODLIFFE M., BARTLEY B., MONAHAN R., ORSI G. AND WESTERLUND Y., NELSON J.D., (1996) SAMPO (TR1046) "Evaluation Plan", *Ref. No. TR1046 D8.1, Commission of the European Communities*

RADBONE I.G., D'ESTE G. AND TAYLOR M.A.P., (1994) "Demand-Responsive Public Transport for Australia: Meeting the Needs", *Transport Systems Centre, University of South Australia*

ROAN V.P., "Hybrid Vehicle Alternatives: Power Sources, Energy Storage and Fuels", *29th Int. Symp. on Automotive Technology & Automation, Florence, Italy, 1996, Sage, A P (1992), "Systems Engineering"*

- SAMPO PROJECT, (1998) "System Architecture", *Deliverable D4*
- SAMPLUS PROJECT, (1999) "Site Demonstration", *Working Paper IWP5*, University of Nottingham
- SCOTT S., PETERS J.S., BURKHOLDER R., (1997) "Final Report. Business Planning Study: CarSharing in Portland, Oregon", *Submitted to Oregon Department of Environmental Quality*, July 31
- SHAHEEN S., SPERLING D., WAGNER C., (1998) "CarSharing in Europe and North America: Past, Present, and Future", *Transportation Quarterly*, Vol. 52, No. 3, Summer, pp. 35-52
- STRID M., (1999) "Sweden Getting Mobilised", *Swedish National Road Administration*
- TEAL R.F., (1994) "Using Smart Technologies to Revitalize Demand Responsive Transit", *IVHS Journal*, 1(3), 275-293
- THØGERSEN J., NORRE L., (1999) "Who Are the Early Adopters of CarSharing?", *Aarhus School of Business*
- TRANSPORT & TRAVEL RESEARCH, (1999) "Business Plan & Market Projection", *SAMPLUS project, Deliverable D2.4*
- UNIVERSITY OF NEWCASTLE UPON TYNE, (1999) "Results of the Evaluation and Market Assessment of SAMPLUS Technologies"
- WHITE C., (1995) "Multimodal Public Transit System Routing and Scheduling", *In VERTIS (Ed) Steps Forward, Vol IV. Tokyo: VERTIS*
- ZEGRAS C., GAKENHEIMER R., (1999) "CarSharing Organizations in Latin America: Examining Prospects for Santiago", *M.I.T. Department of Urban Studies and Planning*, April, 1999
- ZHANG X., KOMPFFNER P., SEXTON B., MALTBY D. AND MORELLO S., (1996) "Guidebook for Assessment of Transport Telematics Applications", (*CONVERGE Project*), *ERTICO*

Siti web

Questa appendice raccoglie una serie di riferimenti a siti web di interesse per lo sviluppo dei servizi e delle tecnologie DRT e del trasporto pubblico flessibile più in generale. I link ai relativi siti sono raggruppati nel modo seguente:

- Iniziative, progetti di ricerca e studi condotti a livello europeo
- Realizzazioni di servizi DRT
- Fornitori di sistemi e tecnologia.

Iniziative, progetti di ricerca e studi europei

<http://www.okanecom.fi/SAMPO>

SAMPO, Systems for Advanced Management of Public Transport Operations. Sito del progetto SAMPO, Telematics Applications Programme (TAP, DGXIII, 4° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo). Il progetto ha studiato e sperimentato soluzioni tecnologiche e di servizio innovative nel settore dei servizi flessibili e a domanda, migliorando l'offerta e le opportunità di mobilità sia per gli utenti generici (zone rurali, aree a domanda debole ecc.) sia per specifiche categorie di utenza (disabili, anziani ecc.).

<http://www.europjects.ie/samplusmainweb>

SAMPLUS, Systems for Advance Management of Public Transport Operations Plus. Sito del progetto SAMPLUS, il seguito del progetto SAMPO. La sperimentazione iniziata con SAMPO è stata estesa temporalmente, geograficamente e per quanto riguarda le architetture e soluzioni tecnologiche a supporto dei servizi a domanda. Siti di sperimentazione in Belgio, Finlandia, Italia e Svezia, studi di fattibilità in Irlanda e Gran Bretagna.

<http://www.novacall.fi/sipts/>

SIPTS, Services for Intelligent Transport Systems. Sito del progetto SIPTS, iniziativa Europea TEN-Telecom. Dimostrazione di servizi DRT supportati da sistemi telematici (centrale di gestione dei servizi, computer di bordo sui veicoli adibiti al servizio). Sito di sperimentazione in Finlandia.

<http://www.bealtaine.ie/virgil/>

VIRGIL, Verifying and Strengthening Rural Access to Transport Services. Sito del progetto VIRGIL, Transport Research Programme (DGVII, 4° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo). Informazioni circa lo sviluppo di soluzioni innovative, inclusi i servizi a domanda, per il miglioramento della mobilità nelle aree rurali. Pubblica un database, interrogabile in modo interattivo, con descrizioni di diversi progetti ed applicazioni DRT.

<http://www.vtt.fi/aut/kau/projects/invete/>

INVETE, In-Vehicle Terminal. Sito del progetto INVETE, Programma (DGINFSO, 5° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo). INVETE ha studiato, sviluppato e dimostrato l'architettura di un terminale di bordo innovativo, multi-servizio e in grado di supportare diverse modalità di trasporto (servizio di linea, servizio a domanda, servizio disabili, taxi collettivo) e di operare in differenti contesti tecnologici (rete radio privata, rete GSM). Sperimentazione in Italia e Finlandia.

<http://www.trentel.org/index.htm>

Telematics Applications for Transport and Environment, sito web del programma TAP (4° Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo) relativo ai progetti della telematica applicata al settore dei trasporti e dell'ambiente. Contiene, tra le altre, informazioni sui seguenti progetti:

- PIRATE, uno studio sull'interscambio modale;
- MULTIBUS, uno studio sull'utilizzo di veicoli di piccole dimensioni nel trasporto collettivo di persone e merci;
- LEDA, studio sulla trasferibilità di misure legali e normative inerenti la sostenibilità dei sistemi di trasporto;
- MOMENTUM, uno studio sul mobility management;
- ICARO, un altro studio sul mobility management;
- SCRIPT, System for Community and Rural Integrated Public Access Telematics, utilizzo della telematica per il miglioramento dell'accessibilità e della qualità dell'informazione nelle aree rurali e nei piccoli centri.

<http://www.eltis.org/en/about.htm>

ELTIS, European Local Transport Information Service. Una guida interattiva sulle principali iniziative e progetti Europei di innovazione nel settore dei trasporti. Azioni, politiche e *best practice* in città e regioni Europee.

<http://www.edc.eu.int/polis>

272 **POLIS**. Sito ufficiale della rete POLIS, un network di città e regioni europee che operano

congiuntamente per la soluzione dei problemi dei trasporti e dell'ambiente, in particolare tramite l'adozione di tecnologie innovative, nuove politiche e schemi di finanziamento.

<http://www.eltis.org/en/euronet.htm>

EURONET, una rete pan-Europea di ricerca e consulenza coordinata dall'Università del West England, Bristol, GB. La missione di EURONET è sostenere le iniziative dell'UE in materia di ricerca e politiche dell'innovazione e favorire l'implementazione di quadri normativi e di sviluppo della ricerca sostenibili.

<http://www.rural-europe.aeidl.be/rural-en/welcom1.htm>

Rural Europe, un'iniziativa nell'ambito del progetto LEADER, dedicata ai problemi delle comunità rurali in Europa.

Realizzazioni di servizi DRT

<http://www.ataf.net>

Servizio PERSONALBUS gestito da ATAF nella cerchia periferica di Firenze, in particolare nei territori comunali di Campi Bisenzio, Scandicci (in cooperazione con Li-Nea), Calenzano, Sesto Fiorentino. Avviato sperimentalmente nell'ambito dei progetti SAMPO e SAMPLUS, il servizio è operativo in forma permanente dal giugno 1997.

<http://www.asettrasporti.it>

My Bus, il servizio DRT gestito da ASET Trasporti SpA nel territorio comunale della città di Fano.

<http://www.atc.bo.it>

Prontobus di Pianura, il servizio a domanda effettuato dall'Azienda ATC di Bologna su sette linee extra-urbane. I percorsi sono fissi, ma il servizio è effettuato solo su prenotazione, secondo gli orari richiesti e solo sulla tratta prenotata.

<http://www.capautolinee.it>

Cap Autolinee, la Cooperativa Autotrasporti Pratese, gestisce ProntoBus, un servizio DRT in quattro diverse zone a domanda debole nel territorio comunale della Città di Prato.

<http://www.ringandride.org>

Sistema Ring and Ride. Probabilmente il più esteso servizio DRT in Gran Bretagna, utilizza 150 veicoli per garantire un servizio a domanda per gruppi di utenti a mobilità ridotta (disabili, anziani) nell'area delle West Midlands, la regione urbanizzata attorno alla città di Birmingham. Conta 45.000 utenti registrati, dei quali 33.000 usufruiscono regolarmente del servizio. I volumi di utenza implicano requisiti severi sul sistema di gestione, e sia la domanda sia le corse risultano elevate. È richiesta la prenotazione il giorno precedente al servizio desiderato. Per i gruppi di utenti che non beneficiano di un supporto da parte delle associazioni di settore, la tariffa è comparabile con quella del trasporto collettivo tradizionale.

273

<http://www.worldserver.pipex.com/cambridge/forum/dialride/>

<http://utc.nottsc.gov.uk/ttdialco.htm>

http://ourworld.compuserve.com/homepages/derbyshire_public_transport/commtran.htm

<http://www.personal.u-net.com/~lincsc/dar.htm>

<http://www.reigate-banstead.gov.uk/counserv/dar-north.html>

Altri esempi di servizi DRT in Gran Bretagna, nelle seguenti località: Cambridge, Contea di Nottingham, Contea di Derby, Contea di Lincoln, Horley.

<http://www.stp-paris.fr/amelio/politiqville/allobus/main.htm>

Il sistema Allobus collega i quartieri settentrionali di Parigi con l'area industriale attorno all'aeroporto internazionale di Roissy Charles de Gaulle, rilevante centro di attività e servizi. Il servizio è disponibile 7 giorni alla settimana, 24 ore al giorno, su quattro linee a percorso fisso ma prenotate e gestite a domanda. Creato nel marzo 1998 da una collaborazione tra il Consiglio Regionale dell'Ile-de-France, il Consiglio Dipartimentale della Val d'Oise, il Consiglio Comunale, l'Autorità degli Aeroporti di Parigi (ADP) e l'Azienda di Trasporti dell'Ile-de-France (STIF, Syndicat des Transports d'Ile-de-France) il servizio Allobus è stato utilizzato da 210.000 passeggeri già il primo anno di esercizio.

<http://www.publicar.ch>

Publicar, servizio offerto dalle Poste Svizzere (società Autopostale) in alternativa ai tradizionali autopostali, nelle zone di campagna e scarsamente popolate. PubliCar è un servizio di bus a chiamata in modalità porta a porta, che circola su ordinazione e secondo le esigenze. Attualmente il servizio è attivo in 19 zone all'interno del territorio federale, con varie modalità e orari, ed è gestito da un'unica centrale nazionale. Il servizio Vivacar è la versione di Publicar dedicata alla mobilità di disabili e anziani.

<http://www.omniride.com>

OmniLink è un servizio DRT attivo all'interno di due corridoi ad alta densità di traffico in una zona rurale a sud di Washington DC, USA. Concepito e gestito per mobilità di tipo *commuter*, ha come obiettivo la riduzione della congestione nell'area offrendo soluzioni di trasporto collettivo personalizzate. Utilizza tecnologie telematiche per la gestione del servizio.

<http://www.olympus.net/gettingAbout/busMason.html>

<http://www.matatawa.org/org/holland/acitymgr/dialride.htm>

<http://www.tempe.gov/traffic/transit.htm>

<http://www.ci.midland.mi.us/deptinfo/dialarid.htm>

<http://www.vta.org/dial-a-ride.html>

<http://www.ci.malibu.ca.us/taxi.htm>

Alcuni esempi di applicazioni di sistemi DRT negli USA, effettuati nelle seguenti località: Mason County, Washington; Holland, Michigan; Tempe, Arizona; Midland, Michigan; Santa Clara, California; Malibu, California. Si tratta, per la maggior parte, di servizi sociali (per anziani, disabili) attuati su prenotazione o abbonamento.

Fornitori di sistemi e tecnologia

<http://www.delijn.be>

De Lijn è l'operatore di trasporto pubblico delle Fiandre (Belgio). La Divisione Informatica di De Lijn ha sviluppato e sperimentato il sistema telematico RING, per la pianificazione e la gestione del servizio a domanda. Il sistema comprende funzionalità di interazione vocale e di prenotazione tramite internet.

<http://www.mobisoft.fi>

Mobisoft Oy, software house finlandese specializzata in applicazioni di comunicazione e scambio dati su reti *wireless*. Produttore dei sistemi MobiRouter® e MobiTaxi®, per la gestione di servizi DRT e taxi. Diverse applicazioni in Finlandia.

<http://www.pps-edv.de>

PPS/EDV, produttore tedesco di sistemi telematici per il trasporto pubblico. Produttore del sistema COVER® (Co-operative Vehicle Routing) per la gestione di servizi DRT e servizi flessibili di tipo commerciale (trasporto merci, corrieri espresso, servizi tecnici...).

<http://www.softeco.it>

Softeco Sismat SpA, system house specializzata in applicazioni industriali e infomobility. Produce e commercializza il sistema PERSONALBUS®, per la pianificazione e gestione di servizi a domanda. Diverse applicazioni in Italia.

<http://www.transmation.fi>

Transmation Oy, società finlandese che coniuga esperienza di gestione dei servizi di trasporto pubblico (Korsisaari) e di sviluppo di applicazioni software (Softmade) per la gestione del servizio. Offre un prodotto di gestione dei servizi DRT.

<http://www.teleride.com>

Teleride, produttore americano di sistemi software per il settore del trasporto pubblico, in particolare per lo scheduling del servizio. Sistema TransView, per la gestione di servizi DRT.

<http://www.multisystems.com>

Multisystems, produttore USA del sistema Midas-PT, utilizzato per la pianificazione e gestione di routing flessibile, servizi Dial-a-Ride e DRT.

<http://www.trapezesoftware.com>

Trapeze, società americana che produce e commercializza una suite di prodotti per il trasporto pubblico. Tra essi, TRAPEZE PASS e FLEX, per la gestione di servizi DRT.

<http://www.paramatch.com>

Paramatch, società americana produttrice del sistema Paramatch, un prodotto per la gestione di servizi DRT concepito specificatamente per il mercato del trasporto rurale.

Glossario

Questa appendice raccoglie i principali termini specialistici e gli acronimi richiamati nei vari capitoli del libro fornendone una breve descrizione. Le voci riportate sono di uso comune nella letteratura internazionale relativa ai sistemi telematici applicati ai trasporti. Sono inclusi anche riferimenti a diversi progetti e iniziative Europee nel settore. La dizione inglese è riportata in corsivo, la corrispondente dizione italiana, ove esista, in testo normale.

ARCHITETTURA DEL SISTEMA

System architecture

Definisce, seguendo una determinata metodologia o formalismo, i componenti principali del sistema in oggetto e le relazioni tra essi. In generale, in funzione dei particolari obiettivi di analisi o progettuali, sono possibili differenti concezioni dell'architettura del sistema, considerandone gli aspetti funzionali, informatici, fisici, organizzativi ecc. Il progetto Europeo CONVERGE ha sviluppato una metodologia generale per la descrizione delle architetture dei sistemi ITS (Intelligent Transport System).

ATT

Advanced Transport Telematics

Programma di Ricerca e Sviluppo della Commissione Europea per l'applicazione della telematica al trasporto stradale; DGXIII, 4° Programma Quadro. Segue l'analogo programma DRIVE (I e II).

AVL

Automated Vehicle Location

Sistema che consente la determinazione automatica della posizione del veicolo, solitamente tramite tecnologia GPS o altra sensoristica di bordo (es. odometro, girometro). L'informazione di posizione è trasmessa dal veicolo alla centrale (TDC) che è così in grado di monitorare i diversi aspetti del servizio. Solitamente la posizione viene presentata all'operatore mediante una mappa digitale o analogica rappresentazione grafica.

AVM

Automatic Vehicle Monitoring

Sistema che consente di determinare gli spostamenti e le attività dei veicoli appartenenti ad una flotta su una rete stradale. Spesso include funzionalità di monitoraggio e gestione della flotta.

CODE

Co-Ordination of Dissemination in Europe of transport telematics

Progetto di supporto ai progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione nell'ambito del programma Europeo TAP, Settore Trasporti. Ha sviluppato metodologie generali e linee guida ad esempio per le attività di analisi dei requisiti degli utenti nello sviluppo di sistemi telematici per i trasporti.

CONVERGE

Telematics sector consensus and support

Progetto di supporto ai progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione nell'ambito del programma Europeo TAP, Settore Trasporti. Ha sviluppato metodologie generali di specifica e definizione delle architetture nei sistemi telematici applicati ai trasporti.

CORD

Co-Ordination of Research and Development

Progetto di supporto ai progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione nell'ambito del programma Europeo DRIVE II; coordinamento e valutazione strategica dei progetti di ricerca e sviluppo nel settore.

DGINFSO

Directorate General Information Society

Direzione Generale INFSO della Commissione Europea; gestione dei Programmi Quadro e delle specifiche iniziative di ricerca e sviluppo e di supporto all'innovazione della Società dell'Informazione. Dal 1999 ha acquisito la struttura e le attività delle precedenti DGXIII (Information Technology) e DGIII (Industria).

DGXIII

Directorate General XIII

Direzione Generale XIII della Commissione Europea; gestione dei Programmi Quadro e delle specifiche iniziative di ricerca e sviluppo e di supporto all'innovazione nell'Information Technology. Dal 1999 ristrutturata nella Direzione Generale Information Society - DGINFSO).

DRIVE (I E II)

Dedicated Road Infrastructure for Vehicles in Europe

Programma di Ricerca e Sviluppo della Commissione Europea per l'applicazione della telematica al trasporto stradale; DGXIII, 3° Programma Quadro di R&S.

DRT

Demand Responsive Transport

Trasporto pubblico a domanda.

EVA

Evaluation process for road transport informatics

Progetto di supporto nell'ambito del programma Europeo DRIVE I. Ha sviluppato metodologie generali per la valutazione dei sistemi telematici nei trasporti.

FATTIBILITÀ ECONOMICA

Economic viability

Costi e benefici economici di un sistema, tenuto conto dei livelli di finanziamento pubblico o privato necessari alla sua realizzazione e gestione.

GIS

Geographic Information System

Sistema Informativo Geografico; classe di sistemi e applicazioni software per la rappresentazione grafica e la gestione di informazione geografica.

GPS

Global Positioning System

Sistema di localizzazione basato su una rete di satelliti geostazionari. Può essere utilizzato per la stima della posizione dei veicoli nei sistemi AVL.

GUI

Graphical User Interface

Interfaccia grafica. Applicazione (o parte di un'applicazione) software a supporto della presentazione dell'informazione e dell'interazione degli utenti con un sistema. È dotata di capacità grafiche e di gestione di mouse e altri dispositivi per la selezione delle informazioni e la navigazione all'interno di un ambiente multi-finestre.

INTEGRAZIONE DEL SISTEMA

System integration

Denota le diverse attività e fasi di realizzazione e messa in funzione di un servizio di trasporto, nell'ambito del territorio di riferimento, tramite l'interazione e collaborazione dei diversi soggetti coinvolti (fornitori della tecnologia, operatori del servizio, autorità ecc.). Il prodotto finale è il servizio pronto per la fase di valutazione tecnica e operativa e di esercizio sperimentale, prima della successiva fase di esercizio permanente.

INTERMODALITÀ

Intermodality

Caratteristica di uno spostamento, servizio ecc. quando il percorso tra il punto di origine e il punto di destinazione del viaggio coinvolge almeno due modalità differenti.

IST

Information Society Technologies

Programma di Ricerca e Sviluppo della Commissione Europea per lo sviluppo, applicazione e dimostrazione dell'Information Technology; DGINFSO, 5° Programma Quadro di R&S.

ITS

Intelligent Transport System

Qualsiasi sistema di trasporto che faccia uso di dispositivi, tecnologie e sistemi di gestione dell'informazione e telecomunicazione in alcune fasi della pianificazione o gestione del servizio.

IVRS

Interactive Voice Response System

Sistema per la gestione automatica e interattiva del dialogo telefonico con l'utente. Solitamente consente la selezione di opzioni all'interno di un menu prestabilito. Le scelte dell'utente possono essere comunicate tramite pressione di tasti (sulla tastiera telefonica) o tramite riconoscimento del parlato.

LAN

Local Area Network

Rete telematica a ridotta estensione geografica (ad es., un edificio, un ufficio, un veicolo ecc.) per l'interconnessione di computer, dispositivi elettronici ed applicazioni informatiche.

OBU

On-Board Unit

Denota genericamente qualsiasi dispositivo elettronico installato a bordo di un veicolo, in grado di interagire localmente con persone (ad es., autista, passeggero...) o altri dispositivi ed eventualmente di comunicare con infrastrutture di terra.

PERCORSO FLESSIBILE

Flexible route

Il percorso seguito dal mezzo tra due punti terminali secondo itinerari e tempi determinati dalle richieste dei passeggeri (salita o discesa).

POPOLAZIONE TARGET

Target population

La popolazione per la quale viene prodotto un determinato servizio. Solitamente risiede all'interno dell'area nella quale si svolge il servizio; ad es., nel caso dei servizi DRT, la popolazione target può essere costituita da tutti i residenti a breve distanza (es. 100 metri) dalle fermate.

PRENOTAZIONE AUTOMATICA

Automated booking

L'utilizzo, da parte dell'utente, di strumenti telematici che consentono di contattare la centrale di gestione dei viaggi (v. TDC) interagendo direttamente con le funzionalità di prenotazione, senza alcuna necessità di passare attraverso un operatore. Canali per la prenotazione automatica sono, ad esempio, internet, risponditori automatici (v. anche IVRS), lettori di carte magnetiche.

PRODUZIONE DEL SERVIZIO

Service provision

L'effettiva realizzazione e offerta al pubblico di un servizio (ad es. DRT) e la percezione, da parte degli utenti e degli operatori, della sua rispondenza agli obiettivi, affidabilità e convenienza.

PROIEZIONE DI MERCATO

Market projection

Stima delle possibilità di applicazione e sviluppo di un sistema ad un nuovo (settore di) mercato, misurata in termini di fattibilità economica, fattibilità del servizio e capacità dei sistemi tecnologici coinvolti.

PROMISE

Personal Mobile Traveller and Traffic Information

Progetto Europeo nell'ambito del programma ATT finalizzato allo sviluppo e dimostrazione di sistemi e architetture per la diffusione delle informazioni ai viaggiatori, principalmente basati sulle tecnologie per la telefonia mobile (telefoni cellulari, terminali palmari).

SAMPO

System for the Advanced Management of Public Transport Operations

Progetto Europeo nell'ambito del programma TAP finalizzato allo sviluppo e dimostrazione di sistemi e architetture per la gestione di servizi di trasporto a domanda (DRT).

SERVIZI DI ADDUZIONE

Feeder service

Servizio di trasporto pubblico con funzioni di raccordo, all'interno di un determinato bacino di utenza, da e per altre linee primarie o altre modalità di trasporto (linee extra-urbane, tram, treno ecc.).

SMS

Short Message Service

Brevi messaggi di testo, della lunghezza massima di 160 caratteri, che possono essere inviati e ricevuti da terminali cellulari connessi ad una rete GSM.

STS

Special Transport Service

Servizi di trasporto speciali concepiti per rispondere alle esigenze di categorie di utenza quali anziani e disabili. Solitamente vengono svolti da veicoli appositamente attrezzati in grado di

281

ospitare specifiche attrezzature, carrozzelle ecc. Possono essere gestiti dalle municipalità (come avviene solitamente nei Paesi Nord Europei) o da organizzazioni del volontariato (ad es. in Italia, Regno Unito ecc.).

TAP

Telematics Applications Programme

Programma di Ricerca e Sviluppo della Commissione Europea per l'applicazione della telematica a settori e servizi di interesse generale per il cittadino; DGXIII, 4° Programma Quadro di R&S (1994-1998). Il sottoprogramma TAP / Transport riguarda l'applicazione e sviluppo della telematica al settore dei trasporti.

TDC

Travel Dispatch Center

Centrale di gestione dei viaggi in un sistema/servizio DRT.

TELSCAN

Telematics Standards and Co-ordination of Advanced Transport Telematics Systems in relation to elderly and Disabled Travellers

Progetto di supporto ai progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione nell'ambito del programma Europeo TAP, Settore Trasporti. Finalizzato al settore della telematica per l'ausilio a disabili e anziani, in particolare nel campo dei trasporti e dell'ambiente, ha sviluppato linee guida e raccomandazioni per la progettazione dei sistemi telematici in diverse aree di applicazione.

TRASFERIBILITÀ

Transferability

La possibilità di trasferire una tecnologia, un'applicazione, una metodologia o dei risultati da un'area applicativa ad un'altra, o da un contesto geografico, organizzativo, operativo ecc. ad un altro.

WAN

Wide Area Network

Rete telematica ad ampia estensione geografica (ad es. un'area industriale, un quartiere cittadino, una città ecc.) per l'interconnessione di computer, dispositivi elettronici ed applicazioni informatiche.

Autori

GIORGIO AMBROSINO

G.A. Consultancy

Livorno

ambro@tin.it

MASSIMO BENEDETTI

AMI

Fano

massimobenedetti@amibus.it

CLAUDIA BINAZZI

ATAF Spa

Firenze

binazzi@ataf.fi.it

MARCO BOERO

Softeco Sismat Spa

Genova

marco.boero@softeco.it

NERI DI VOLO

ATAF Spa

Firenze

divolo@ataf.fi.it

PEKKA ELORANTA

Mobisoft Ltd.

Tampere, Finlandia

pekka.eloranta@mobisoft.fi

DIRK ENGELS

Tritel

Mechelen, Belgio

dirk.engels@tritel.be

ANDREA FERRARI

SITA Spa

Firenze

aferrari@sita-on-line.it

BRENDAN FINN

ETTS Ltd.

Dublin, Irlanda

etts@indigo.ie

ANTONINO GENOVESE

ENEA

Roma

genovese@casaccia.enea.it

MARCO GORINI
Softeco Sismat Spa
Genova
marco.gorini@softeco.it

MAEVE KENNEDY GRIMES
The Gate Lodge
Kilkenny, Irlanda
grimes32@indigo.ie

ANDREA IACOMETTI
MemEx Srl
Livorno
memex@tin.it

ANTTI KALLIOMAKI
Municipality of Tuusula
Tuusula, Finlandia
antti.kalliomaki@iki.fi

ALESSANDRO PERUGIA
ENEA
Roma
perugia@casaccia.enea.it

FABRIZIO PETTINELLI
ATAF Spa
Firenze
pettinelli@ataf.fi.it

ROBERTO RAGONA
ENEA
Roma
ragona@casaccia.enea.it

MAURIZIO ROMANAZZO
ENEA
Roma
romanazzo@casaccia.enea.it

PIERO SASSOLI
ATAF Spa
Firenze
sassoli@ataf.fi.it

JOHAN SCHOLLIERS
VTT Automation
Tampere, Finlandia
Johan.Scholliers@vtt.fi

LAURA SETTI
MemEx Srl
Livorno
memex@tin.it

MARCO TALLURI
ATAF Spa
Firenze
talluri@ataf.fi.it

GAETANO VALENTI
ENEA
Roma
g.valenti@casaccia.enea.it

YNGVE WESTERLUND
Logistic Centrum Vast AB
Gothenburg, Svezia
ywk@logistikcentrum.se

LEO WAYNS
De Lijn
Mechelen, Belgio
leo.wayns@delijn.be

Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione
Lungotevere Thaon di Revel 76 – 00196 Roma
www.enea.it

Edizione del volume a cura di Diana Savelli e Mauro Ciamarra

Impaginazione: Stefano Seghetti - Copertina: Cristina Lanari

Stampa: Grafiche Ponticelli SpA

Finito di stampare nel mese di agosto 2002

***I SERVIZI FLESSIBILI DI TRASPORTO
PER UNA MOBILITA' SOSTENIBILE***

ENEA
Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente

www.enea.it

ISBN 88-8286-014-0