

Associazione culturale Dreamini

Trasporto Rapido Costiero di Rimini

Relatore

dott. ing. Antonio Alei

Il sistema a guida immateriale assistita Phileas

Atti del dibattito pubblico sul Trasporto Rapido Costiero di Rimini



Indice

- § -	pagina
1. Introduzione	3
2. Evoluzione del telecontrollo	5
3. La questione delle tolleranze	10
4. Vantaggi e svantaggi della guida automatica	11
5. Problemi di regolamentazione	12
6. La perdita di segnale	13
7. Il sistema di guida FROG	16
8. Sistemi e mezzi Phileas nel mondo	19
9. Il “Phileasco” di Eindhoven	20
10. Douai	21
11. Il Bus Rapid Transit (B.R.T.) di Istanbul	22
12. Il “Metronit” di Haifa	24
13. La Filovia di Pescara	25
14. Il T.R.C. di Rimini	26
15. Confronto costi bus - filobus - Phileas	30
16. Cosa si può realizzare con 93 milioni di euro?	30
Bibliografia	31

1. Introduzione

I primi esperimenti di comando a distanza di autoveicoli e aeromobili risalgono agli anni '20-'30 del secolo scorso.

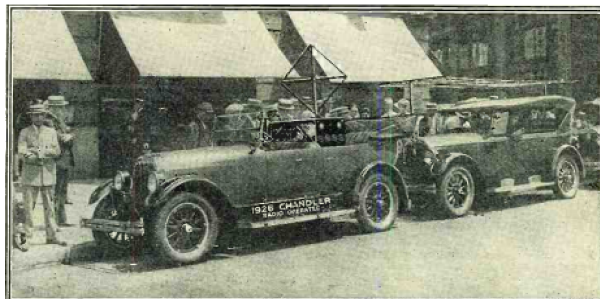


Fig. 1

Prototipo di auto radiocomandata a distanza - 1926

Si trattava in genere di mezzi teleguidati a mezzo di onde radio e dotati di apparecchiature di controllo piuttosto rudimentali conformi al livello tecnologico dell'epoca.

I comandi agivano prevalentemente sullo sterzo, sui freni e sull'acceleratore dei veicoli, mentre nel caso dei velivoli l'assetto in volo era sotto il controllo dei primi prototipi di autopilota girostabilizzato sui tre assi. Il decollo e l'atterraggio inoltre includevano il servocomando a distanza dei principali organi dell'aeromobile (alettoni, timoneria, ipersostentatori, freni, carrello retrattile).

Nelle figure 2, 3, 4, 5 sono illustrati alcuni prototipi sviluppati prima e durante la Seconda Guerra Mondiale.

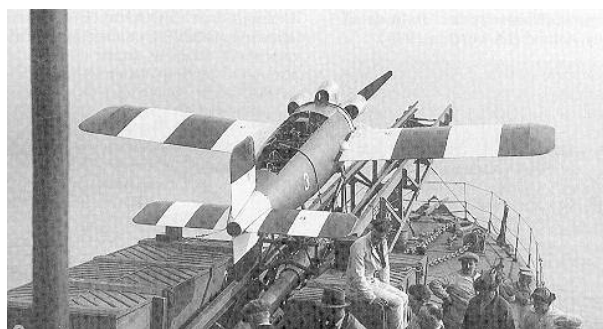


Fig. 2

Bersaglio teleguidato Larynx per esercitazioni di tiro AA - Settembre 1925



Fig. 3

Un aereo da addestramento basico Tiger Moth trasformato in radio-bersaglio per l'artiglieria - 1935



Fig. 4

Il drone OQ-2 è stato il primo aereo teleguidato prodotto in serie negli USA - 1939



Fig. 5

**Un bombardiere Boeing B17 dell'aviazione americana riconvertito nella telebomba volante Aphrodite - 1944
A terra è visibile la stazione mobile di radio-controllo.**

Link di riferimento:

http://en.wikipedia.org/wiki/Houdina_Radio_Control
http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
http://en.wikipedia.org/wiki/RAE_Larynx
http://en.wikipedia.org/wiki/Operation_Aphrodite
<http://people.idsia.ch/~juergen/robotcars.html>

2. Evoluzione del telecontrollo

Subito dopo la fine del Secondo Conflitto Mondiale, con l'acuirsi dei rapporti Est-Ovest e l'inizio della cosiddetta “Guerra Fredda”, riprende l'impulso nella ricerca aerospaziale che porterà allo sviluppo di telearmi, aeromobili e missili dalle prestazioni sempre più spinte e dotati di un alto livello di automazione nella gestione delle diverse fasi, dal decollo al raggiungimento dell'obiettivo e (se del caso) ritorno alla base in condizioni di sicurezza.

Tutte queste ricerche hanno avuto costi di sviluppo elevatissimi e impieghi in ambito strettamente militare, per di più replicate in componenti in quantità ridotta per ovvi motivi.

Le maggiori industrie del settore, quali Sperry, Motorola, IBM, General Dynamics, Bendix, Litton, Lockheed, Raytheon, Matra, cercarono allora di ripianare almeno in parte i costi di sviluppo operando in campi diversi da quello militare: dalle telecomunicazioni civili all'informatica, dalla gestione della produzione industriale (automazione di processo, robotica) ai sistemi di trasporto (aviazione civile, marina mercantile, mobilità su ferro e su gomma).

Fiorirono negli anni '50 e '60 del XX° Secolo una pletora di progetti, prototipi e sistemi che spesso non superarono la fase sperimentale.

Nelle figure seguenti (figg. 6, 7, 8, 9, 10) sono mostrati degli esempi, alcuni bizzarri altri degni di attenzione.



Fig. 6

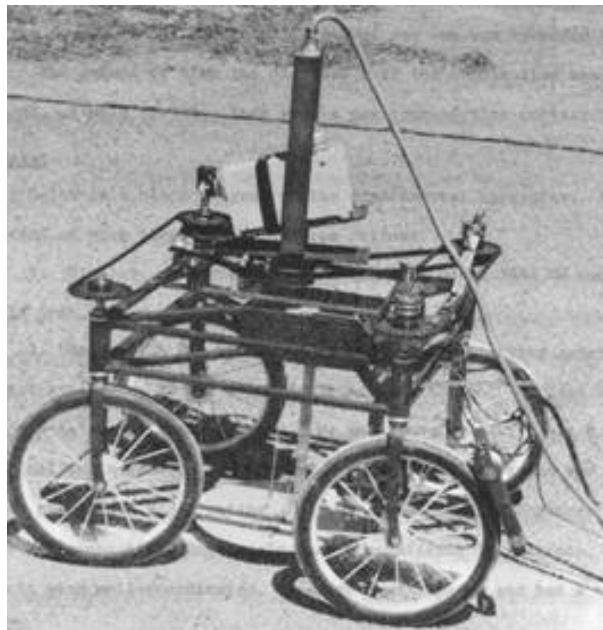
Progetto futuristico per una autostrada con veicoli a guida automatica – U.S.A. 1956

**Fig. 7**

Prove per un Sistema di Autostrada Automatica, anni '50.

GM e RCA misero a punto un prototipo di veicolo con radio controllo dello sterzo e della velocità. La guida era assistita da magneti a bordo del veicolo che captavano un cavo posto sotto il manto stradale.

Fonte: Radio Corporation of America (RCA)

**Fig. 8**

La Stanford Cart costruita nel 1960-61 da uno studente dell'Università di Stanford.

Servì a dimostrare l'impraticabilità di telecomandare dalla Terra un veicolo da esplorazione lunare causa l'eccessivo ritardo nella trasmissione del segnale.

**Fig. 9**

La General Motors Firebird II era equipaggiata con un cervello elettronico che gli permetteva di seguire una traiettoria materializzata da un conduttore metallico posto a terra - 1956

**Fig. 10**

La General Motors Firebird III del 1959 esposta alla Century 21 Exposition di Seattle - 1962

Alle industrie di produzione bellica si affiancarono in seguito anche le principali case automobilistiche mondiali quali General Motors, Ford, Mercedes Benz, Volkswagen, Audi, Nissan, Toyota, BMW, e Volvo. Questo avvenne sia per motivi di “immagine” e di ricadute sul mercato (attrattiva verso la clientela) che per mettere a punto nuovi dispositivi di condotta e gestione del veicolo (servocomandi, regolazione elettronica del motore, ecc.). La ricerca coinvolse anche università prestigiose come quelle di Berkeley, Stanford e la Ohio State University (figg. 11, 12, 13, 14, 15).

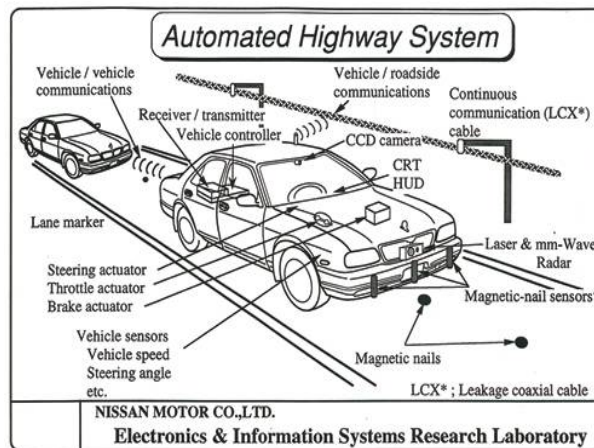


Fig. 11

Schema di autostrada automatizzata, Nissan Motor Co. - 1995

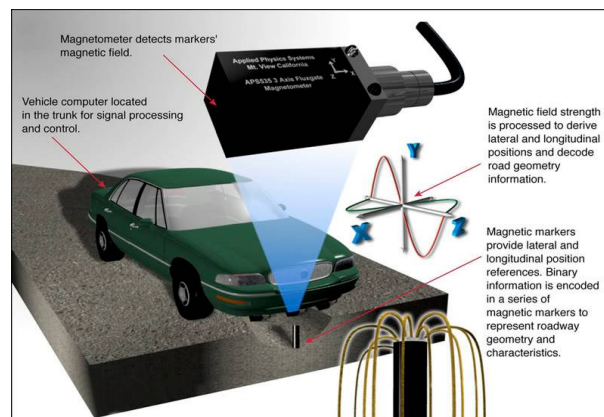


Fig. 12

Schema di captazione dei segnali per la guida automatica del veicolo mediante magneti a terra.
California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH) - UC Berkeley 1997

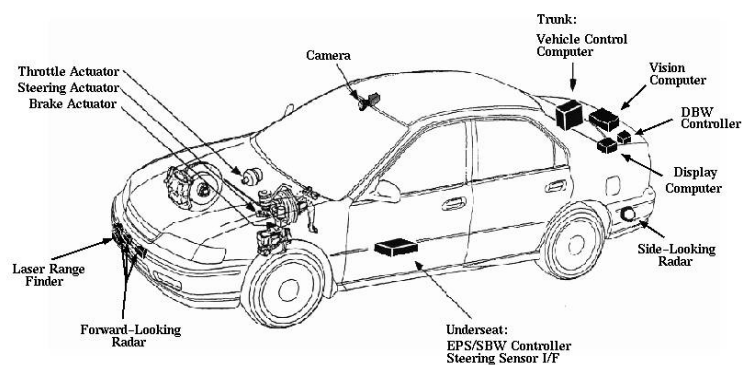
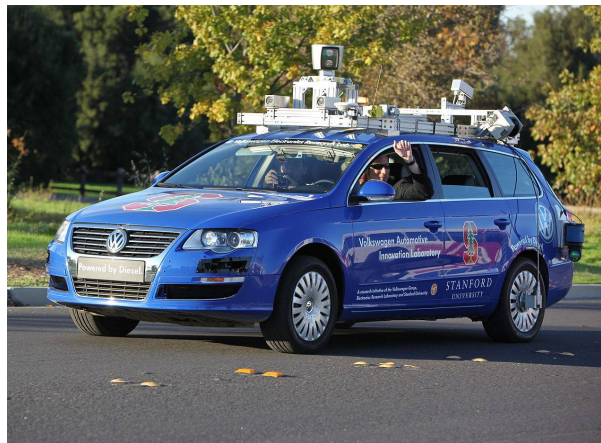


Fig. 13

Studio per un veicolo a guida automatica.
Ohio State University (OSU) - Center for Intelligent Transportation Research (CITR) - 1997

**Fig. 14**

Junior, a robotic Volkswagen Passat, at Stanford University in October 2009.

**Fig. 15**

Prototipo Nissan di auto elettrica a guida automatica - 2013

Oltre ai veicoli su gomma, applicazioni importanti dell'automazione si ebbero nel settore dei trasporti urbani su ferro quali le metropolitane, il cui scopo dichiarato era quello di conseguire risparmi sui costi di gestione eliminando il personale di condotta.

Nel 1972 nell'area metropolitana di San Francisco viene inaugurata la prima metropolitana ad automazione integrale al mondo, il Bay Area Rapid Transit (B.A.R.T.), che subirà nei primi anni di esercizio varie vicissitudini dovute alla gestione di un sistema totalmente nuovo rispetto agli usi tradizionale e, in particolare, dalle procedure di impiego (regolamento di esercizio) non ben definite tanto che, quando il 17 gennaio 1979 si verificò un incendio in galleria a bordo di uno dei treni, la carenza di norme specifiche portò ad un disastro che avrebbe potuto avere pesanti perdite umane (morì un vigile del fuoco, decine di passeggeri vennero sia feriti nella ressa conseguente che intossicati dai fumi velenosi sprigionati dalla combustione dell'imbottitura dei sedili).

Oggi nel mondo vi sono diverse linee di metropolitana e sistemi shuttle (navetta) gestiti in modalità totalmente automatica, l'ultima in ordine di tempo è la linea C di Roma.

Recenti sono gli sviluppi della automazione o “guida assistita” nel trasporto pubblico su gomma applicata ad autobus, filobus e veicoli ibridi innovativi.

In alcuni casi, per una estensione impropria del termine, alcuni di questi sistemi sono stati definiti “tram su gomma” come il TVR di Bombardier, il Translohr di Lohr Industrie, il Civis di Irisbus e il Phileas di APTS. In effetti sono tutti riconducibili alla tipologia dell'autobus o del filobus a “guida assistita” più o meno automatizzata, ma nulla hanno a che spartire con il tram che viaggia su rotaie con ruote di ferro. Questo aspetto peculiare, non di poco conto, sarà approfondito più avanti per un confronto qualitativo e operativo fra i diversi sistemi.

Link di riferimento:

<http://www.utoroadvehicles.com/>

https://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Automated_highway_system.html

<http://www.smithsonianmag.com/history/the-national-automated-highway-system-that-almost-was-63027245/?no-ist>

<http://www.expo2005.or.jp/en/technology/imts.html>

<http://cybercars2.paris-rocquencourt.inria.fr/>

<http://www.citymobil-project.eu/>

<http://kinetic.seattle.wa.us/prt.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_Bay_Area_Rapid_Transit

<http://www.computerhistory.org/atchm/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/>

3. La questione delle tolleranze

I velivoli teleguidati odierni hanno raggiunto un tale livello di automazione e di precisione di guida che, dopo aver percorso oltre 2.000 km dal punto di lancio, possono colpire un bersaglio con uno scarto dell'ordine delle decine di centimetri.

Di fatto i sistemi automatici di controllo e condotta di un velivolo sono talmente sofisticati che un moderno Airbus A380 da 500 posti può decollare dall'aeroporto di Sidney in Australia, percorrere un tragitto di oltre 16.000 km e atterrare a Charles De Gaulle a Parigi senza che i piloti abbiano minimamente toccato i comandi dell'aereo.

Il tutto può avvenire anche in condizioni meteo avverse, quali presenza di forte vento trasversale, pioggia intensa o nebbia. L'unico limite è posto dalla visibilità per cui un atterraggio o decollo strumentale non è possibile al di sotto di una certa soglia, non perché l'automatismo sia inefficace, ma per ragioni di sicurezza (normativa I.C.A.O. - International Civil Aviation Organization). In caso di malfunzionamento del sistema automatico è il pilota che deve prendere i comandi e se la visuale non è sufficiente, l'aereo non può partire o atterrare. Inutile dire che in campo militare tali restrizioni non valgono, anzi si fa del tutto per non far abortire la missione se di primaria importanza.

Qui ritorniamo all'aspetto del controllo umano. L'ultima parola spetta sempre al responsabile della condotta del mezzo, pilota o conducente che sia.

Se le cose stanno così, vi chiederete voi, perché non si è ampiamente diffusa la guida automatica anche per i veicoli stradali? Sarebbe oltremodo vantaggioso avere un sostituto meccanico alla guida che permetta di rilassarsi e viaggiare in sicurezza anche in presenza di traffico intenso o di condizioni meteo avverse.

Ma entrano in gioco altri fattori che fino ad oggi hanno reso ardua l'estensione dell'automazione di condotta nel caso di veicoli dotati di una certa libertà di traiettoria (guida libera). Nel caso degli aerei, l'autopilota è in grado di correggere spostamenti laterali o variazioni di quota dell'ordine anche del centinaio di metri in totale sicurezza, almeno fino a

quando l'aeromobile viaggia a quota di crociera. Anche in fase di decollo o atterraggio, essendo le piste ampiamente più lunghe del necessario, le tolleranze longitudinali sono piuttosto larghe.

Nel campo stradale tali tolleranze si riducono all'ordine di pochi centimetri trasversalmente e a pochi metri longitudinalmente, pena l'interferenza o urto con altri veicoli od ostacoli posti ai lati della carreggiata. Questa non è una questione di poco conto, anzi è il cuore del problema.

A peggiorare la situazione poi ci si mettono le condizioni meteo avverse (nebbia, neve, ghiaccio o fanghiglia sull'asfalto) con conseguente drastica perdita di aderenza da parte dei pneumatici e l'ambiente antropico urbano od extraurbano, ossia la presenza di persone e animali che circolano liberamente per le strade, e non, sotto forma di pedoni o di passeggeri di veicoli a due ruote (bici, moto, ecc.). Un incauto attraversamento pedonale, un attimo di distrazione in bici, una frenata lunga per l'asfalto viscido e la frittata è fatta. Qui non c'è sistema automatico che possa dare risposte certe e sicure in tempo reale. E' per tali motivi che la guida automatica, quando applicata, viene attuata in ambienti controllati e sedi riservate quali quelle offerte da una linea su ferro del tipo metropolitana. L'estensione alla gomma, anche se in sede riservata, ma inserita in ambito urbano, non dà, per i motivi su esposti, quelle garanzie quasi "assolute" che offrono ambienti maggiormente protetti o segregati. Tutto ciò senza tener conto dell'affidabilità stessa dei mezzi che, come tutte le cose prodotte dall'uomo, sono soggetti a guasti improvvisi e imprevedibili, talora dagli effetti catastrofici.

Link di riferimento:

<http://www.auto.it/2013/11/26/16892/16892/>

<http://www.system-agv.com/ita/veicoli-a-guida-automatica.php>

<http://www.tuttogreen.it/un-sistema-per-le-guida-automatica-per-fare-viaggiare-le-macchine-in-colonna-come-vagoni-di-un-treno/>

<http://www.tuttogreen.it/auto-senza-conduttore-lultima-frontiera-della-mobilita-eco-sostenibile-o-bufala/>

<http://www.panorama.it/mytech/cruise-guida-automatica/>

<http://www.challenger-ag.com/EMEA/IT/products/technology/2742.htm>

<http://www.vtti.vt.edu/research/avs/>

4. Vantaggi e svantaggi della guida automatica

L'automazione consentirebbe di conseguire, ove applicabile, vantaggi potenziali ed economie affatto trascurabili, fra cui:

- riduzione delle collisioni stradali per i minori tempi di reazione del sistema rispetto all'uomo;
- incremento della capacità di traffico e riduzione della congestione grazie alla marcia regolamentata;
- alleggerimento per gli occupanti dall'impegno di guida e orientamento;
- velocità di crociera più alta;
- indipendenza della qualità di guida dallo stato degli occupanti (vigili o meno, con mobilità ridotta o ciechi);
- indipendenza dall'ubicazione degli spazi di parcheggio, reperibili anche lontano dal posto di destinazione dei passeggeri;
- mobilità del mezzo anche se privo di occupanti (es. recupero degli stessi tipo taxi o destinazione autonoma verso un centro di manutenzione);
- diminuzione degli spazi destinati a parcheggio;
- minore necessità di controlli di polizia e minori oneri assicurativi;
- diminuzione delle necessità di segnaletica orizzontale e verticale;
- viaggi più confortevoli;

- difficoltà di furto del mezzo;

Gli svantaggi o le problematiche principali sono riassumibili in:

- responsabilità oggettiva per danni;
- resistenza psicologica a lasciare i comandi dell'auto;
- affidabilità del software di sistema;
- manomissione o compromissione della trasmissione dati del computer di bordo o fra veicoli;
- regolamentazione giuridica della guida automatica;
- inesperienza del guidatore nell'assumere la guida manuale in caso di necessità;
- perdita della privacy;
- definizione del range di trasmissione dei segnali radio dedicati;
- utilizzo del veicolo come auto-bomba telecomandata per attentati;
- problemi etici dovuti alla scelta imposta dal sistema in caso di entità del danno per incidente (ad es. per schivare un pedone, investire un'altra auto contromano).

5. Problemi di regolamentazione

La messa in servizio pubblico di un sistema di trasporto su gomma in cui la condotta del mezzo sia affidata unicamente a una macchina pone problematiche che vanno ben oltre quelle sopra enunciate. Innanzi tutto è necessario predisporre delle specifiche tecniche e delle normative apposite per la verifica funzionale di tutti gli apparati e la loro rispondenza a requisiti di sicurezza assai stringenti. Trattandosi di un campo del tutto nuovo e di un ambito inusuale per le normali attività umane, il successo di una sequela di procedure articolate e complesse è tutt'altro che garantito in tempi brevi e a costi ragionevoli, come di fatto si è verificato fino ad oggi.

Oltre al lato tecnico, sono da mettere a punto tutta una serie di norme legislative che regolino l'uso del sistema dal punto di vista giuridico-amministrativo. Come ci si deve comportare di fronte a un sistema ad “intelligenza artificiale” che viene inserito nell'ambito delle attività umane? Che ricadute etico-morali pone? Gli eventuali errori commessi dalla macchina come debbono essere valutati e giudicati? Chi è l'effettivo responsabile della condotta del mezzo e di eventuali incidenti a questo imputabili?

A parole, sembrano cose di relativo poco conto, ma hanno implicazioni e ricadute che pesano come macigni. Non mi risulta a tutt'oggi che tali “spinosi” argomenti siano stati ampiamente discussi, sviscerati a fondo e legiferati o normati. In certi film di fantascienza si pone il problema etico di “spegnere” (ossia uccidere) o meno il cervello artificiale del robot andato fuori controllo, ma qui non siamo sul set di un film e il problema, reale e non virtuale, rimane ancora insoluto e l'approccio tutto da definire. Con le lungaggini burocratiche, legislative giudiziarie cui siamo avvezzi da tempo, la risoluzione di un argomento così complesso in tempi certi è a dir poco aleatoria.

Link di riferimento:

http://cyberlaw.stanford.edu/wiki/index.php/Automated_Driving:_Legislative_and_RegulatoryAction

<http://cyberlaw.stanford.edu/publications/automated-vehicles-are-probably-legal-united-states>

<http://www.livescience.com/45815-self-driving-cars-in-legal-gray-area.html>

<http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development>

6. La perdita di segnale

Alla luce di quanto sopra esposto si direbbe che l'affidamento ad un sistema automatico di un mezzo di trasporto pubblico sia pressoché impossibile, almeno con le tecnologie attuali.

Questo di fatto non è vero perché esistono oramai da parecchi anni sistemi di trasporto altamente automatizzati che vanno dagli shuttle o navette alle funivie/funicolari, dai cosiddetti “traslatori orizzontali” alle metropolitane leggere e pesanti.

Ma tutti questi sistemi hanno in comune un aspetto peculiare, l'accoppiamento con vincolo materiale e solido fra veicolo e via di corsa. Nel caso dei veicoli su gomma questo viene ottenuto con ruote ausiliarie (fig. 16), oltre quelle portanti e motrici, che garantiscono il controllo laterale e longitudinale del veicolo lungo il tracciato; nelle funivie è l'accoppiamento fra le gole delle ruote di sostentamento del mezzo e la fune portante; nei veicoli su ferro (tram, treni, metro) il contatto ruota d'acciaio con bordino e rotaia.

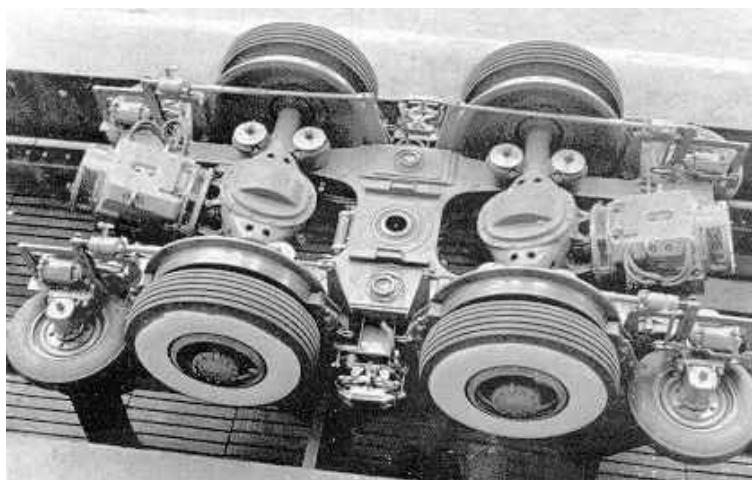


Fig. 16

**Foto di un carrello della metropolitana su gomma di Parigi – 1955
Le 4 ruote orizzontali guidano il veicolo lungo il tracciato o “binario”.**

Sono passati oltre 200 anni dalla geniale intuizione di guidare il veicolo ferroviario mediante un risalto (William Jessop G.B. - 1789), il bordino appunto, della ruota (figg. 17a - 17b). Risalto, si badi bene, dell'ordine di grandezza di 3 cm ($2,8 \div 3,2$ cm).

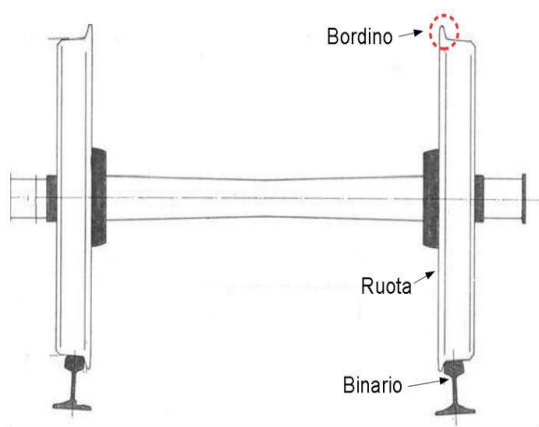


Fig. 17a - Coppia di ruote con bordino sul binario.

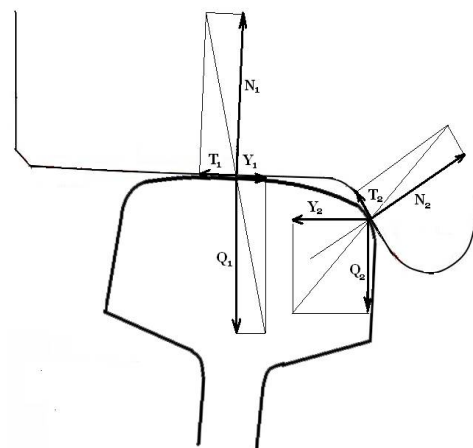


Fig 17b - Particolare accoppiamento ruota/rotaia.

Eppure questo sistema di guida, malgrado tutti gli sforzi fatti per superarlo, rimane tutt'oggi ineguagliabile nella sua semplicità, efficienza e affidabilità anche a velocità da aereo di linea in quanto il record di velocità ferroviaria, appartenente al TGV francese, è di 574,8 km/h conseguito il 3 aprile del 2007, ma era già di 318 km/h nel dicembre del 1972 e di 515,3 km/h il 18 maggio 1990.

Qual'è la ragione di tanto successo? Risiede nel fatto che l'informazione o segnale fra la posizione reciproca della ruota e della rotaia è univoca e non dà adito a “false” interpretazioni, quali si possono verificare nella trasmissione di segnale immateriale in un sistema ad intelligenza artificiale. La ruota e la rotaia d'acciaio (cfr. figg. 17) sono due componenti rozzi e “sempliciotti” nel panorama delle più sofisticate tecnologie cibernetiche odierne; potremmo arrivare a definirli due soggetti privi di qualsivoglia forma di intelligenza artificiale, eppure non falliscono mai, a meno di eventi eccezionali e rarissimi per rotture improvvise o per superamento della condizione di svio.

Pertanto, una volta che ci si è assicurati la posizione reciproca fra via e veicolo (traiettoria di moto), i gradi di libertà del sistema si riducono ad uno e le cose si fanno notevolmente più semplici per l'applicazione della condotta automatica di guida, tanto più se l'ambiente in cui questa opera è confinato e controllato quale quello di una metropolitana in galleria.

La guida immateriale, come quella dei sistemi Civis e Phileas (vedi fig. 18 e 19), rende tutto assai più complicato a causa della possibilità, affatto peregrina, di perdita del segnale di posizione del veicolo rispetto alla via (in questo caso i gradi di libertà del sistema sono due) e questo non è tecnicamente, eticamente e socialmente sostenibile per le conseguenze potenzialmente catastrofiche che implica.



Fig. 18
Veicolo Irisbus CIVIS



Fig. 19
Veicolo APTS Phileas

Altri sistemi intermedi, quali il TVR di Bombardier e il Translohr di Lohr (figure 20 e 21), hanno tentato di ovviare a tale inconveniente, materializzando il segnale veicolo/via mediante un sistema di ruotini ausiliari di guida (figg. 22, 23) che viaggiano a contatto con una rotaia centrale, ma tutti e due non hanno garantito, alla prova dei fatti, condizioni di sicurezza allo svio paragonabili a quelle dell'accoppiamento ruota ferroviaria con bordini/rotaia.



Fig. 20
Veicolo TVR Bombardier a Nancy.



Fig. 22
Particolare dei ruotini di guida del veicolo TVR.



Fig. 21



Fig. 23

Veicolo Translohr a Padova.**Particolare dei ruotini di guida del Translohr.**

Link di riferimento:

http://wiki.iricen.gov.in/doku/doku.php?id=rail_wheel_interaction

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0997753801011500>

http://www2.imm.dtu.dk/pubdb/views/edoc_download.php/2103/pdf/imm2103.pdf

http://it.wikipedia.org/wiki/Metropolitana_su_gomma

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_rail_transport_in_Great_Britain_to_1830

http://it.wikipedia.org/wiki/Irisbus_Civis

<http://it.wikipedia.org/wiki/Phileas>

7. Il sistema di guida FROG

Il termine F.R.O.G. è un acronimo per Free Ranging On Grid che tradotto in un italiano comprensibile significa: “istadamento su di un percorso definito in assenza di un vincolo materiale”. Infatti il segnale che “vincola” il mezzo al tracciato è puramente virtuale, in questo caso di natura elettromagnetica.

La società omonima FROG nasce in Olanda nel 1984 e fin dall'inizio si occupa di realizzazioni industriali nel settore della logistica e movimentazione merci, sviluppando anche in proprio tecnologie avanzate nel campo della automazione dei veicoli (AGV - Automated Guided Vehicle) addetti alla movimentazione nei magazzini e nei piazzali (fig. 24).



Fig. 24

Veicolo con guida automatica FROG adibito allo smistamento merci in magazzino.

Nel 1995 FROG progetta e avvia la realizzazione di un sistema shuttle a guida automatica all'interno dell'area di parcheggio dell'aeroporto Schiphol di Amsterdam (apertura al pubblico dicembre 1997 - vedi fig. 25).



Fig. 25

Sistema shuttle a guida automatica - Aeroporto Schiphol di Amsterdam.

Nell'aprile 1999 FROG, in collaborazione con il gruppo ZWN, mette in servizio un sistema shuttle (navetta) a guida automatica all'interno del Rivium Park nel municipio di Capelle aan den IJssel (Rotterdam) della lunghezza di 1,8 km e 5 fermate con 6 veicoli elettrici da 20 posti alimentati a batteria (fig. 26).



Fig. 26

Sistema shuttle a guida automatica – Rivium Park.

L'impianto collega l'area residenziale "Rivium Park - Fascinatio" con la stazione metro di Ralingare Zoom. La velocità massima è di 32 km/h. Un incidente, la collisione fra due veicoli vuoti, avvenuto il 06.12.2005 nella tratta a senso unico di marcia, ne ha comportato la chiusura per qualche tempo. Successivamente (07.02.2006) un incendio nella rimessa dei mezzi ha portato al danneggiamento di due di questi, con ripresa del servizio nei primi mesi del 2008.

Tutti questi sistemi adottano la stessa concezione di guida che sarà poi mutuata per il Phileas, ossia un insieme di computer di bordo e sensori (GPS, odometri, accelerometri, ecc.) che consentono di memorizzare un tracciato predefinito nella memoria degli stessi. Dei marker o boe magnetiche costituite da cilindretti metallici posizionati a terra appena al di sotto del manto

stradale (fig. 27) e allineati ogni 3-4 metri lungo l'asse del percorso memorizzato fungono da transponder o ricetrasmittitore di segnale. Compito di questi apparecchi è quello di verificare eventuali scostamenti del mezzo rispetto alla traiettoria pre-memorizzata nel sistema di navigazione di bordo ed eventualmente apportare le correzioni del caso.

“Magnetic markers”

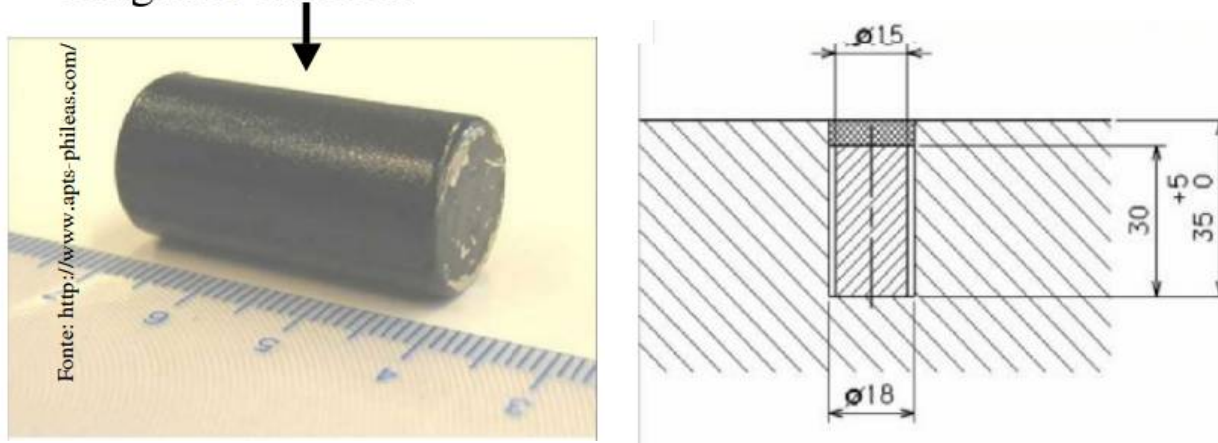
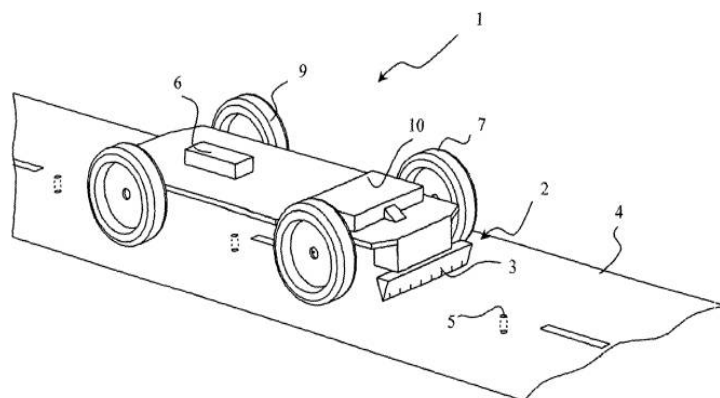


Fig. 27

Dimensioni dei marker magnetici - Schema di posizionamento nel manto stradale.

Il sistema di guida ha una precisione di taratura dell'ordine di 2-3 cm e consente, tra l'altro, l'accosto e l'arresto a bersaglio alle fermate (cfr. fig. 28).



- 1 - Schema Veicolo
- 2 - Antenna
- 3 - Sensore di posizione
- 4 - Manto stradale
- 5 - Magnetino a terra (Marker)
- 6 - Unità di governo
- 7 - Sensori angolo sterzo
- 9 - Odometro
- 10 - Interfaccia di processo

Fig. 28

Schema del sistema di captazione dei segnali a bordo dei veicoli.

Tenendo conto delle variazioni di assetto del veicolo dovute al carico, alle sospensioni, alle deformazioni dei pneumatici in curva, alle mutevoli condizioni di aderenza fra ruote e pavimentazione, alle condizioni ambientali, alle deformazioni della sede stradale, ecc. si può benissimo comprendere quali e quanti siano i problemi che sorgono nel mettere a punto un software in grado di fronteggiare una innumerevole quantità di variabili, senza tener conto poi dell'ambiente in cui si muove il mezzo, popolato di persone, veicoli, animali e soggetto ad una pletora di sorgenti inquinanti di natura elettromagnetica che possono interferire con gli apparati di bordo.

Sta di fatto che le problematiche sopra accennate hanno impedito ad oggi il funzionamento ottimale dell'apparato di guida automatica che pertanto non è mai stato omologato dalle autorità competenti e che, di fatto, ha sancito il fallimento del sistema.

E' da osservare che i primi due sistemi cui è stata applicata la guida automatica sono degli shuttle che si muovono su percorsi ridotti dell'ordine del km e relativamente confinati e protetti rispetto all'ambiente urbano ordinario (assenza di pedoni e veicoli interferenti). Inoltre la velocità massima ammessa è di soli 32 km/h, mentre un Phileas può raggiungere i 100 km/h (prudenzialmente limitati agli inizi dell'esercizio a 60 km/h in modalità di guida assistita).

La positiva risposta ottenuta con gli shuttle lasciò erroneamente intendere che l'estensione del sistema al trasporto pubblico urbano sarebbe stata altrettanto affermativa, ma ciò non è di fatto avvenuto, proprio per i motivi sopra esposti.

8. Sistemi e mezzi Phileas nel mondo

Nella tabella seguente (Tab. 1) sono riepilogate le città in cui sono in esercizio sistemi o veicoli del tipo Phileas di prima e seconda generazione.

C'è da tener presente che al momento le prime applicazioni del Phileas dotato di trolley per la captazione dell'alimentazione da linea aerea, alla stregua dei filobus ordinari, sono Rimini e Pescara. In tutti gli altri casi i mezzi sono dotati di motorizzazione ibrida e la marcia in modalità elettrica è assicurata da batterie di accumulatori a bordo dei veicoli, ricaricate sia recuperando l'energia disponibile in frenatura che da un gruppo motogeneratore diesel ausiliario che si attiva quando la carica scende sotto una certa soglia.

Con questa configurazione si evita la realizzazione della linea di contatto aerea e delle relative sottostazioni elettriche, con un risparmio sui costi di impianto e una riduzione dell'impatto visivo.

Tabella 1

	Paese	anno	lunghezza km	fermate	veicoli
Eindhoven	Olanda	2004	9+6	17+15	11
Douai	Francia	2010	12	21	10
Istanbul	Turchia	2008	50	45 ¹	50
Haifa	Israele	2013	40	150 ¹	6
Pescara	Italia	in corso	8,2	17	6
Rimini	Italia	in corso	9,8	17	9
Colonia²	Germania	2010	sperimentale	-	2
Amsterdam²	Olanda	2010	sperimentale	-	2

(1) Sistema BRT - Bus Rapid Transit (Linea espressa con autobus)

(2) Veicoli ibridi da 18 m dotati di celle a combustibile

9. Il “Phileasco” di Eindhoven

Il Phileas viene posto in servizio pubblico per la prima volta nel 2004 ad Eindhoven, una città olandese di circa 200.000 abitanti. Vengono realizzate due linee di tipo espresso con sede in buona parte riservata. Una, la linea 401, collega il terminal bus della stazione ferroviaria con l'aeroporto; l'altra, la 402, è una linea periferica in sede parzialmente riservata che va dai quartieri di Veldhoven Kometenlaan alla stazione di Eindhoven.

Prima di attuare il servizio con il nuovo mezzo, viene realizzato nel 2003 presso l'università di Groningen un simulatore di guida in grado di riprodurre la cabina del Phileas e il percorso sulla linea per l'aeroporto, allo scopo di addestrare i futuri autisti alla condotta di guida automatica. Le simulazioni comprendevano anche le possibili situazioni di emergenza che potevano manifestarsi lungo il percorso e al programma presero parte 13 conducenti di Phileas su un percorso virtuale di 9 km (fig. 29).



Fig. 29

Simulatore di guida del Phileas presso l'Università di Groningen.

Fin da subito si manifestarono problemi sotto forma sia di avarie al mezzo che di malfunzionamento del sistema di guida assistita.

I guasti interessarono i motori alimentati a GPL, le trasmissioni del moto (giunti cardanici), le sospensioni e la scarsa durata delle batterie. Gli inconvenienti al sistema di guida si rivelarono (ad agosto 2007) invece assai più seri e di difficile risoluzione. Questi comprendevano frequenti perdite di controllo del mezzo con frenate o accelerazioni improvvise, l'effettuazione di fermate “fantasma”, ossia in luoghi non contemplati dalla memorizzazione del percorso, interferenze con il sistema di semaforizzazione a priorità di precedenza e fenomeni di altra natura che non è qui il caso di approfondire. Nel frattempo la società che si occupava dello sviluppo del sistema di guida automatico, la *FROG/2get'there*, aveva dichiarato fallimento.

Per tali ragioni le autorità olandesi preposte al controllo e alla omologazione dei mezzi di trasporto pubblico non diedero mai il benestare all'impiego della guida automatica (abbandonata del tutto dal settembre 2008), se non limitatamente alle fermate a bersaglio con arresto di precisione e all'accosto in banchina.

Frattanto, per ovviare ai problemi meccanici (su 8 veicoli necessari ad espletare il servizio sulle linee 401 e 402, soltanto 4 erano in piena efficienza ad agosto 2007, ridottisi a 3 al 15 dicembre), APTS ritirò dal servizio, fra il dicembre 2007 e il dicembre 2008, nove veicoli su totale di undici per sottoporli alle modifiche del caso, sostituendo inoltre la motorizzazione a

gas con più affidabili motori diesel di maggiore potenza. Tutte queste migliorie, ottenute al prezzo di 500.000 euro per veicolo, comportarono un aumento in lunghezza del Phileas di circa 40 cm e questo sbalzo aggiuntivo nel retrotreno parrebbe che abbia inizialmente provocato problemi di ingombro con gli ostacoli lungo il percorso e messo a rischio l'incolumità dei pedoni nell'impegnare le curve per l'eccessiva sporgenza posteriore.

Tali insuccessi portarono a coniare il neologismo, diffusi sia fra gli addetti ai lavori che tra gli utenti, di “Phileasco”, ossia “fiasco” o fallimento del Phileas.

Link di riferimento:

<http://citytransport.info/Buses03.htm>

<http://www.rug.nl/science-and-society/centre-for-information-technology/research/hpcv/projects/phileas>

http://www.lightrailnow.org/news/n_newslog2007q3.htm

http://www.lavoixdunord.fr/Locales/Douai/actualite/Secteur_Douai/2009/02/04/article_a-eindhoven-les-elus-renoncent-au-guidag.shtml

10. Douai

A Douai l'applicazione del sistema Phileas si è rivelata più ostica che ad Eindhoven. Le autorità municipali avevano inizialmente optato per una tranvia tradizionale, ma il costo era eccessivo per le finanze comunali, così si ripiegò su un più economico sistema su gomma che prometteva di garantire, grazie alla marcia automatica di precisione, il superamento, senza problemi di interferenza con la sagoma ammissibile e di eccessiva riduzione di velocità, di alcune strettoie non modificabili presenti lungo il percorso.

Per soddisfare questa particolare esigenza, unitamente al minore costo di impianto, la scelta cadde sul Phileas già in esercizio ad Eindhoven.

Il contratto venne siglato il 7 luglio 2005 per la fornitura di 12 veicoli Phileas da 18 m di seconda generazione (fig. 30), denominati Évéole (forma sincopata per evoluto).



Fig 30 - Phileas Évéole a Douai

Il sistema si sarebbe dovuto denominare “Tram 2007” in ricordo della tanto desiderata tranvia e tale rimase per la cittadinanza di Douai, anche se di fatto il Phileas è semplicemente un filobus assai sofisticato, per nulla confrontabile con un tram, sia dal punto di vista funzionale che delle prestazioni trasportistiche. La linea 1, lunga 12 km, avrebbe dovuto avere 39 fermate ed un costo preventivato in 117 milioni di euro.

Il primo veicolo Évéole arrivò a Douai il 18 novembre 2006 e l'inizio dell'esercizio era previsto entro i primi tre mesi del 2008. Ma già a settembre 2007 la data di apertura slittò a fine giugno 2008 per scorrere ancor più avanti ad aprile del medesimo anno, fissandosi al mese di settembre. Questi ritardi erano dovuti al fatto che la guida automatica necessitava della

certificazione di sicurezza da parte del Ministero dei Trasporti francese (l'equivalente della nostra Motorizzazione). La certificazione tardava ad arrivare e quindi l'apertura fu ulteriormente procrastinata all'estate del 2009 per arrivare infine al 2010 (circa 2 anni dopo il previsto).

Finalmente si giunse all'inaugurazione l'8 febbraio 2010, ma limitata alla sola guida manuale. La tanto agognata guida automatica non si riusciva a metterla in pratica per tutta una serie di ragioni che ricadevano fra quelle indicate nel caso di Eindhoven. Venne paventata anche una scissione del contratto con APTS per mancato rispetto dei requisiti contrattuali da parte del veicolo, ma si addivenne ad un accordo in cui il comune di Douai si impegnavo ad erogare 9 milioni di euro ad APTS e FROG per una fase sperimentale finalizzata alla messa a punto del software e del sistema di guida, rivelatosi fino ad allora inaffidabile.

Tale sperimentazione avrebbe dovuto produrre i primi risultati utili per l'estate del 2013, ottenere la certificazione di sicurezza alla circolazione con guida assistita entro il mese di novembre e finalmente attivare il pieno esercizio in automatico entro aprile 2014.

Nel frattempo si verificarono tutta una serie di noie e guasti meccanici che misero fuori combattimento buona parte della flotta di bus, mentre dall'Olanda i ricambi necessari arrivavano con forti ritardi e col contagocce. A peggiorare un quadro già abbastanza compromesso intervenne la scadenza di validità della garanzia fornita dal costruttore che era di 2 anni, il che fece lievitare notevolmente i costi di manutenzione dei mezzi.

Non solo, il partner che si era aggiunto ad APTS e FROG per lo sviluppo del sistema di guida improvvisamente diede forfait e uscì dall'impresa, con il che la data preventivata nel 1 febbraio 2013 per la messa a punto di un apparato affidabile venne del tutto disattesa.

A questo punto l'amministrazione di Douai ha richiesto ad APTS la restituzione di 3 dei 9 milioni dati per lo sviluppo del software e la rescissione del contratto con eventuale risarcimento del danno. Si è fatto un ultimo tentativo nel settembre 2013 di recuperare parte dell'utenza e riportare dal 2,5 al 4% la percentuale degli spostamenti serviti dal sistema rispetto alla domanda totale di mobilità mediante un *restyling* dei mezzi, ma anche questo escamotage non ha dato i risultati sperati.

Sfiniti finanziariamente da tutta una serie di eventi negativi, i responsabili locali hanno così deciso di cessare il servizio del Phileas entro fine 2014 e acquistare, con gli 8 milioni di euro destinati alla ulteriore compera di 8 Phileas doppio articolati da 24,5 m, 16 nuovi bus articolati Mercedes da 18 m al costo di 7 milioni di euro e altri 4 bus ordinari al prezzo di 1 milione di euro.

Link di riferimento:

<http://citytransport.info/Buses03.htm>

<http://www.mobilicites.com/011-2769-Douai-remplace-ses-bus-guides-par-16-bus-a-haut-niveau-de-service.html>

<http://www.lineoz.net/forum/viewtopic.php?f=1&t=16019&hilit=douai&start=1>

<http://www.mobilicites.com/011-2769-Douai-remplace-ses-bus-guides-par-16-bus-a-haut-niveau-de-service.html>

11. Il Bus Rapid Transit (B.R.T.) di Istanbul

Il Metrobus di Istanbul è una linea di 50 km con 45 fermate che attraversa la città seguendo il tracciato dell'autostrada E5.

Il sistema appartiene alla categoria dei B.R.T. (Bus Rapid Transit) ossia trasporto rapido di

massa con bus ed è stato adottato da molte metropoli di paesi in via di sviluppo in quanto permette, a costi di impianto ragionevoli, di smaltire un notevole flusso di viaggiatori. Ovviamente i costi di esercizio risultano più alti di una linea bus tradizionale in quanto il BRT richiede un numero elevato di mezzi (la frequenza di passaggio è paragonabile a quella di una metropolitana) e di addetti alla condotta, nonché sottopone la struttura viaria e i veicoli a notevoli stress e usura.

Le corsie di marcia sono due, una per ciascun senso; per cui il blocco di un veicolo in linea comporta l'arresto di tutti quelli che lo seguono (fig. 31).



Fig. 31

Immagine emblematica del sistema BRT di Istanbul

Notare la ridotta distanza che separa i bus successivi e la notevole lunghezza delle banchine specializzate per le diverse destinazioni.

La flotta di bus impiegata ad Istanbul comprende in totale 334 veicoli, tutti del tipo articolato, di cui 50 sono Phileas ibridi a doppia articolazione con lunghezza di 26 m e capacità di 230 posti. Non viene utilizzata la guida automatica integrale. Ogni giorno vengono trasportati circa 800.000 passeggeri con una frequenza di 40 bus/h per senso di marcia.

I primi veicoli Phileas sono stati consegnati ad inizio 2008 e da subito si sono manifestati i seguenti difetti:

- guasti alle sospensioni;
- guasti alla motorizzazione;
- arresti improvvisi in linea per cause diverse;
- difficoltà di marcia in salita a pieno carico.

A Istanbul vi sono tratti di linea con pendenze che si avvicinano al 9% e quando si sono analizzati i problemi alle sospensioni e all'insufficiente potenza della motorizzazione, i tecnici di APTS si sono accorti che i mezzi erano sottoposti a sforzi incredibili dovuti al sovraccarico di utenti che arrivavano a 350 per veicolo (oltre 100 in più dell'ordinario).

Tutti i bus sono stati ritirati dall'esercizio nel corso del 2009 e sottoposti a lavori di adeguamento alle sospensioni e alla motorizzazione.

Rimessi in servizio, sembra che i veicoli non abbiano più dato problemi.

Link di riferimento:

<http://www.hurriyet.com.tr/english/domestic/11474078.asp>

http://en.wikipedia.org/wiki/Metrobus_%28Istanbul%29

<http://arama.hurriyet.com.tr/arsivnews.aspx?id=11474078>

12. Il “Metronit” di Haifa

Il Metronit di Haifa è una rete di 40 km su 3 linee con 150 fermate aperta all'esercizio il 16 agosto 2013.

Il sistema appartiene alla categoria dei BRT e impiega in tutto 90 veicoli articolati, fra cui 6 Phileas da 18,50 m con motorizzazione “ibrida parallela”, utilizzati sperimentalmente dal ministero dei trasporti di Israele per testarne le prestazioni in termini energetici e di inquinamento.

La linea è costata 400 milioni di dollari (fig. 32).



Fig. 32
Metronit di Haifa

I problemi che si sono presentati dopo l'apertura al pubblico sono stati:

- irregolarità e ritardi nell'esercizio dovuti a difetti di funzionamento nella sincronizzazione dei semafori a priorità di precedenza;
- carenza di autisti abilitati;
- afflusso di passeggeri superiore alle previsioni.

Non risulta l'impiego della guida automatica dei veicoli.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Metronit>

<http://www.jpost.com/Enviro-Tech/Comptroller-slams-management-implementation-of-Haifa-Metronit-BRT-system-339027>

13. La Filovia di Pescara

La linea 1 di cui è in corso la realizzazione tra Pescara e Montesilvano ha una lunghezza di 8,2 km con 17 fermate. Il servizio prevede l'impiego di 6 veicoli Phileas da 18,5 m di lunghezza con una capacità di trasporto di circa 150 passeggeri per vettura. Il tempo di percorrenza è stato stimato in circa 20 minuti (la metà di quello attuale).

Per una estesa di 4,8 km la nuova linea utilizzerà il sedime dismesso dell'ex ferrovia adriatica, oggi adibito a parco naturalistico e denominato appunto "Strada Parco".

I primi progetti per la realizzazione di un sistema di trasporto rapido risalgono al 1992 e inizialmente era prevista la messa in esercizio di una tratta di 25 km al costo di 31 milioni di euro. Oggi se ne spenderanno 28 per un percorso di soli 8,2 km. Per di più lungo la Strada Parco sono stati realizzati sentieri pedonali e piste ciclabili che non consentono, stante le ridotte dimensioni trasversali, la circolazione dei disabili in carrozzina. Tale limitazione impedirebbe la libera fruizione del sistema ai disabili per buona parte del tracciato.

A questo si sono aggiunti problemi con la procedura VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) che, secondo la normativa vigente, doveva essere esperita prima dell'apertura dei cantieri, senza contare l'abbattimento di alberature secolari e le accuse di corruzione e di pagamenti indebiti che si sarebbero verificati all'inizio del progetto.

Nel novembre 2011 c'è stata la presentazione ufficiale del primo veicolo destinato a Pescara che non risulterebbe ancora pagato al fornitore, un consorzio di imprese con capofila la società Balfour Beatty. Anche se il sistema è ancora da aprire all'esercizio, sono già stati pianificati due estensioni, una per l'aeroporto e l'altra per l'università (Francavilla). (vedi fig. 33)



Fig. 33

Filovia di Pescara - Rendering del mezzo sul percorso

All'impianto di Pescara è stato dato il nome ufficiale di Filò ed è stato attivato un apposito sito all'indirizzo web <http://www.filo-pe.it>. Detto sito non risulta più attivo dal giugno 2013.

Gli sforzi messi in atto da un gruppo ecologista locale che è contrario alla chiusura della Strada Parco e che l'ex sedime ferroviario sia trasformato in un corridoio di trasporto basato su filobus hanno provocato la sospensione temporanea dei lavori di costruzione per la durata di circa un anno. La ripresa dei cantieri si è avuta a dicembre 2013.

Allo stato attuale dell'opera il mezzo non ha ancora ottenuto la certificazione di sicurezza alla

circolazione per la guida assistita o automatica.

Link di riferimento:

http://www.scribd.com/doc/237013144/Omologazione-phileas-trolley-pescara#force_seo

http://www.comune.pescara.it/files/albo_pretorio/201311/2013-CC-0120.pdf

<http://www.iltempo.it/abruzzo/2014/06/19/dal-tribunale-amministrativo-l-ultima-parola-sulla-filovia-1.1262594?locallinksenabled=false>

<http://ilcentro.gelocal.it/pescara/cronaca/2014/06/29/news/pescara-alessandrini-stop-la-filovia-via-pali-e-cavi-dalla-strada-parco-1.9508837>

http://it.wikipedia.org/wiki/Filovia_di_Pescara

<http://www.primadanoi.it/news/cronaca/555237/Filovia-Pescara--Russo-non-ci.html>

<http://ilcentro.gelocal.it/pescara/cronaca/2014/12/03/news/chiude-il-fornitore-il-progetto-filovia-torna-in-discussione-1.10426665>

14. Il T.R.C. di Rimini

Il Trasporto Rapido Costiero (T.R.C.) previsto fra i comuni di Rimini e Riccione, con estensioni future verso Cattolica e l'area Fiera, è l'ultimo in ordine di tempo che prevede l'esercizio con veicoli Phileas articolati da 18,50 m di lunghezza.

E' in corso di realizzazione la prima tratta Rimini FS-Riccione FS di circa 9,8 km con 17 fermate sita a ridosso del sedime della ferrovia adriatica con l'impiego di 9 veicoli.

Anche qui il progetto parte da lontano:

- il 07/04/1992 la Regione Emilia Romagna ha conferito incarico alla ditta "Bonifica" del Gruppo IRI di realizzare il progetto di fattibilità per la realizzazione del Trasporto Rapido Costiero Ravenna/Cattolica. Costo del Progetto lire 470 milioni;

- il 19 dicembre 1994 la Regione Emilia Romagna, l'Azienda Consortile TRAM, i comuni di Rimini e Riccione hanno sottoscritto un Accordo di Programma per la realizzazione della prima tratta di un sistema di trasporto pubblico rapido a servizio della Riviera Romagnola, denominato, con un secondo Accordo di Programma siglato il 13 ottobre 1997, "Trasporto Rapido Costiero" (T.R.C.).

Il 2 ottobre del 2000 si aggiunsero alla prima tratta del sistema rapido anche il collegamento Rimini FS-Fiera e quello Riccione FS-Cattolica, da finanziarsi con la legge 211/92.

Il 13 giugno 2003 l'opera viene inserita fra quelle prioritarie e finanziabili con la legge n. 443/2001 o "Legge Obiettivo".

Il finanziamento del progetto è così ripartito (delibera CIPE 2006 n. 93):

- euro 46.261.175,08 per lavori e impianti;
- euro 11.700.000,00 per materiale rotabile;
- euro 34.092.042,87 per somme a disposizione (IVA inclusa).

Parte di questi fondi derivano da (vedi Accordi di Programma):

Legge obiettivo (delibera CIPE n. 70/2005)	euro 42.856.861,00
Regione Emilia Romagna	euro 7.746.853,49
Comune di Rimini	euro 15.696.952,59
Comune di Riccione	euro 6.278.781,03
Agenzia TRAM	euro 7.098.700,08

per un costo complessivo dell'opera di euro **92.053.217,95**.

Il 21 maggio 2007 vengono avviate le procedure di gara per l'appalto delle opere e il 22 gennaio 2008 viene aggiudicato in via definitiva l'appalto integrato per la realizzazione del

Trasporto Rapido Costiero Rimini FS - Riccione FS all'ATI capeggiata da CoGel SpA. Nel settembre 2009, causa gravi difficoltà finanziarie, CoGel ha chiesto di recedere dal contratto e di essere sostituita a pari condizioni da una consociata, la Italiana Costruzioni SpA.

I primi cantieri sono stati aperti il 22 agosto 2011 nella zona di Marano a Riccione e sono andati avanti a “macchia di leopardo” fino ad oggi, per cui vi sono tratte non ancora impegnate dai lavori (figure 34, 35, 36, 37, 38, 39).



**Fig. 34 - Avanzamento cantiere altezza viale B. Neri
settembre 2014**



**Fig. 35 - Avanzamento cantiere altezza via del Giglio
agosto 2014**



**Fig. 36 - Avanzamento cantiere altezza via Capizucchi
agosto 2014**



**Fig. 37 - Avanzamento cantiere su via Giacometti
settembre 2014**



**Fig. 38 - Avanzamento cantiere su via Filangeri
settembre 2014**



**Fig. 39 - Nessun cantiere su via Cartesio
novembre 2014**

La collocazione del tracciato a ridosso della ferrovia, il fatto che non colleghi fra loro poli importanti come il porto, l'aeroporto, gli ospedali, l'università ecc. ha innescato numerose critiche e perplessità, sia sull'entità del bacino di utenza servito, sulla qualità del servizio offerta che sui costi di gestione. Resta il fatto che il sistema è stato posto sul lato a monte della città rispetto alla ferrovia e che con la sua presenza accentua la sensazione di cesura fra le due parti separate fisicamente dai binari (fig. 40).

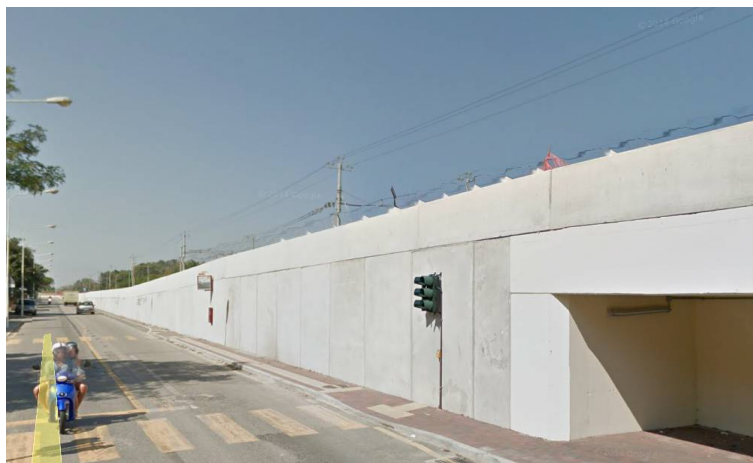
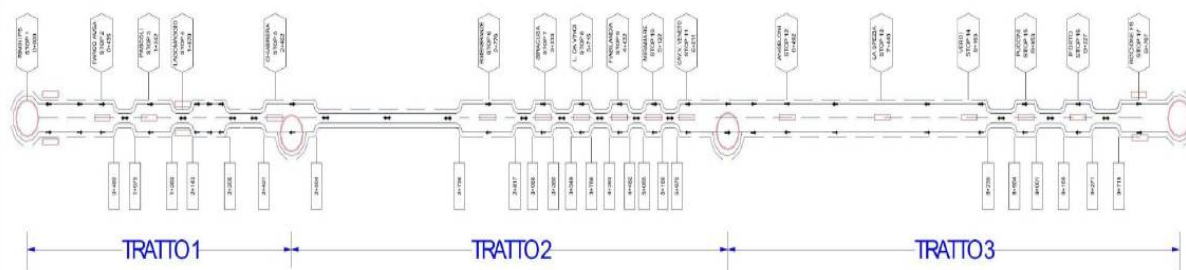


Fig. 40

**Il “muro” su viale Aosta: la doppia cesura, TRC + Ferrovia
settembre 2014**

L'inserimento stesso del sedime risulta difficoltoso in alcune zone particolarmente sensibili, tanto da dover ricorrere ad espropri di manufatti, cortili e giardini (come mostrato nelle foto precedenti) per reperire gli spazi necessari; malgrado ciò, alcune tratte debbono essere percorse a senso alternato e gestite da un apposito apparato centralizzato di controllo del traffico mutuato da quello utilizzato per l'esercizio di linee ferroviarie a binario unico.

Per ragioni di spazio parte delle fermate (Pascoli, Chiabrera, Siracusa, Leonardo da Vinci, Fiabilandia, Puccini e Porto di Riccione) sono previste con banchina centrale e marciapiedi disposti in serie; mentre le fermate Parco Ausa, Rimembranze, Miramare, Cavalieri di Vittorio Veneto, Angeloni, La Spezia e Verdi, nonché i due capolinea di Rimini Stazione e Riccione Stazione, saranno invece realizzate con due banchine laterali, una per senso di marcia (vedi schema tracciato).



Piano schematico del tracciato del TRC.

Le tratte riprodotte strette sono quelle a corsia unica con sistema di precedenza di tipo ferroviario.

Questa scelta comporta che il mezzo dovrà essere dotato di porte su entrambe le fiancate, come avviene nelle metropolitane, e potrebbe essere un ulteriore problema qualora il Phileas dovesse essere sostituito o surrogato da veicoli prodotti da altre case.

Assai diversa, per confronto visivo, è stata la collocazione di un analogo sistema nelle città di Eindhoven e Douai, dove gli spazi a disposizione sono stati di ben altra entità (figg. 41, 42, 43, 44).



Fig. 41

Eindhoven - Corsie centrali riservate al Phileas



Fig. 42

Douai - Viabilità periferica con fermata del "Tram"



Fig. 43

Eindhoven - Phileas in prossimità dell'aeroporto



Fig. 44

Douai - Capolinea esterno del "Tram" Phileas

Link di riferimento:

http://it.wikipedia.org/wiki/Trasporto_Rapido_Costiero

<http://trasportorapidocostiero.blogspot.it/>

<http://www.amrimini.it/metro-di-costa.html>

<http://www.citizenrimini.it/disastro-trc/>

<http://qn.quotidiano.net/cronaca/2014/01/05/1005485-metro-ferrovia-rimini-riccione.shtml>

<http://www.meetingrimini.org/detail.asp?c=1&p=6&id=629&key=3&pfix=>

<http://www.trasportipubblici.info/filobusrimini.htm>

<http://www.riminiduepuntozero.it/trc-se-lo-conosci-lo-eviti-veicoli-costi-e-tracciato-sotto-la-lente-dellesperto/>

<http://www.riminiduepuntozero.it/trc-un-fallimento-tira-laltro-le-ripercussioni-del-flop-phileas-sul-metro-di-costa/>

<http://www.riminiduepuntozero.it/addio-phileas-a-douai-entra-in-funzione-evea-e-a-rimini/>

15. Confronto costi bus - filobus - Phileas

Nella tabella 2 sono riportati per confronto i costi di acquisto e di esercizio relativi ad autobus e filobus di varie taglie, nonché indicazioni sui costi parametrici di una filovia completa di impianti e veicoli.

Tabella 2 - Sintesi dei costi di sistema, confronto fra costi bus/filobus/tram

- bus tradizionale da 12 m	350.000	euro
- bus articolato da 18 m	500.000	euro
- filobus da 12 m	500.000	euro
- filobus articolato da 18 m	750.000	euro
- filobus ibrido da 18 m	1	milione euro
- Phileas da 18 m	1,5	milioni euro
- 1 km di filovia, compresi veicoli	1÷3	milioni euro
- Costi di esercizio di un bus	3,0÷4,0	€/vettura km
- Costi di esercizio di un filobus	4,5÷5,5	€/vettura km

16. Cosa si può realizzare con 93 milioni di euro?

Con i costi parametrici della precedente tabella e decurtando del 40% la somma disponibile di 93 milioni per spese di progetto, sicurezza, imprevisti, IVA, ecc., sarebbero disponibili circa 56 milioni netti. Con questa cifra si possono acquistare o realizzare:

- a) 150 autobus da 12 m;
- b) 100 filobus standard da 12 m;
- c) 75 filobus articolati da 18 m;
- d) 55 veicoli articolati ibridi da 18 m;
- e) 25 km di filovia, compresi veicoli e deposito (a 2 milioni €/km);
- f) 20 vetture tranviarie articolate da 20 m;
- g) 6 km di tranvia completa.

Bibliografia

1. **Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers** - James M. Anderson, Nidhi Kalra, Karlyn D. Stanley, Paul Sorensen, Constantine Samaras, Oluwatobi A. Oluwatola - RAND Corporation - 2014
2. **Review and Evaluation of Wireless Power Transfer (WPT) for Electric Transit Applications** - August 2014 FTA Report No. 0060 Federal Transit Administration - U. S. Department of Transportation - Volpe National Transportation Systems Center
3. **Human Factors Evaluation of Level 2 And Level 3 Automated Driving Concepts - Past Research, State of Automation Technology, and Emerging System Concepts** Trimble, T. E., Bishop, R., Morgan, J. F., Blanco, M. (2014, July). (Report No. DOT HS 812 043). Washington, DC: U.S. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration.
4. **Vehicle Catalog - A Compendium of Vehicles and Powertrain Systems for Bus Rapid Transit Service** - U.S. Department of Transportation - 2006 Update
5. **Electric Trolleybuses For The Lacmta's Bus** - System Arieli Associates Management, Operations And Engineering Consulting - Report No. 1302
6. **Lane Assist Systems for Bus Rapid Transit** - California Path Program - Institute Of Transportation Studies - University Of California, Berkeley Volume I: Technology Assessment UCB-ITS-PRR-2007-21 - California PATH Research Report
7. **Integrated Maneuvering Control For Automated Highway Systems Based On A Magnetic Reference/sensing System** - Pham, Hung, Tomizuka Masayoshi, Hedrick, J. Karl - California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH) - UC Berkeley 01-01-1997
8. **Autonomous Navigation Control with Magnetic Markers Guidance of a Cybernetic Car Using Fuzzy Logic*** - Luis Conde Bento and Urbano Nunes - Machine Intelligence & Robotic Control, Vol. 6, No. 1, 1-10 (2004)
9. **Autonomous Cars and Society** - Alex Forrest, Mustafa Konca - IQP OVP 06B1 - Department of Social Science and Policy Studies Worcester Polytechnic Institute - Worcester, MA
10. **Bus Rapid Transit: Worldwide Success Of A Modular Toolbox** - Rainer Hesse - TransTec Consult GmbH
11. **Autonomous Land Vehicle Navigation using Millimetre Wave Radar** - Stephen Clark – Australian Centre for Field Robotics - Department of Mechanical and Mechatronic Engineering University of Sydney
12. **Comparison of Fuel-Cell-Vehicles with Other Alternative Systems** - Dr. Johannes Töpler - Deutscher Wasserstoff und Brennstoffzellenverband (DWV)
13. **Moving People-Bus Service Contracts Principles and Guidelines** – B.I.C. Bus Industry Confederation - Australia - February 2012
14. **Looking beyond the Guided-Bus?** - Paul Hodgson - The Open University

15. **The modern Trolley Bus-System Facts and Arguments** - Kummeler+Matter - 3 Februar 2013
16. **The Trolleybus in Edmonton: a step toward better public Transit and a Cleaner Environment** - Kevin Brown - Edmonton Trolley Coalition Affiliated with the TBus Group - May 2001
17. **Driving the Phileas, a new automated public transport vehicle** - Dick de Waard, Karel A. Brookhuis, Eva Fabrick, Peter C. van Wolffelaar - University of Groningen, Department of Psychology, The Netherlands
18. **Een nieuwe manier van chaufferen - De rijnsimulator van het Phileas-project** - Frank den Hollanderf, Kristien Piersma
19. **Phileas, a Safety Critical Trip around the World** - Jean-Luc Valk, Hans Vis, Gerard Koning
20. **IrisBus IVECO** - UITP Trolleybuses - Philippe Grand - Salzburg - 20th April 2006
21. **Civis, the sense of the city, Irisbus** - Matra Transport International - 2002
22. **Civis: in tune with the city** - Siemens Transportations - 2002
23. **Les Dossiers: CIVIS** - Matra Transport International - 2002
24. **Translohr, gamme de trams** - Lohr Industries - 2002
25. **Appassionatamente Translohr** - Lohr Industries - 2003
26. **ParkShuttle II: Review of the Antibes Experiment** - Adriano Alessandrini, Francesco Filippi, Georges Gallais, Michel Parent, Daniele Stam
27. **Il trasporto pubblico locale** - Elena Scopel - Politecnico Milano
28. **La determinazione del costo standard nei servizi di Trasporto Pubblico Locale: l'esperienza di Regione Lombardia** - Roberto Laffi - Dirigente Unità Organizzativa Servizi per la Mobilità - DG Infrastrutture e Mobilità, Regione Lombardia
29. **Sistemi Di Trasporto Collettivo: costi di investimento e gestione** - Pierluigi Coppola - corso Trasporti Urbani e Metropolitani
30. **Impianti fissi per il trasporto urbano** - Prof. Umberto Petruccelli - Università della Basilicata
31. **Sistemi di Trasporto a Via Guidata** - Ing. Andrea Spinosa
32. **Bus, Filobus oppure Rotaie?** - Ing. Andrea Spinosa
33. **Muoversi Naturalmente - Il trasporto filoviario** - Ing. Andrea Spinosa
34. **Classificazione e Tipologia dei Sistemi di Trasporto Collettivo Urbano - Parte A** - Prof. Marino Lupi - Corso Di Tecnica ed Economia dei Trasporti - Anno Accademico: 2012/13 Facoltà di Ingegneria - Università di Pisa
35. **Impianto TPL elettrificato a tecnologia innovativa tra Pescara e Montesilvano** - A.T.I. Balfour Beatty Rail S.p.A. / APTS BV - Vossloh Kiepe GmbH
36. **Phileas, APTS** - Advanced Public Transport Systems BV - 2003

37. Rapporto sul sistema di trasporto a guida immateriale tipo Phileas - ing. Antonio Alei
Roma 01.10.2014

38. La vicenda del TRC di Rimini: un po' bufala tecnologica un po' trappola finanziaria -
Intervento ing. Antonio Alei - Provincia di Rimini, Sala Marvelli - 18.11.2014