

Progetto TRIP

Transport Routing Information Platform

Regione Piemonte
2 Novembre 2009



Sommario:

1. Gli enti

2. Progetto TRIP
3. Architettura del sistema
4. Aree di ricerca scientifica
5. Sviluppi Futuri





IEIIT CNR Istituto di Elettronica e di Ingegneria
dell'Informazione e delle Telecomunicazioni,
Consiglio Nazionale delle Ricerche



Professori Ordinari:

Oreste Andrisano (Director)
Marco Chiani
Roberto Verdone

Professori Associati:

Davide Dardari
Gianluca Mazzini (UniFe)
Velio Tralli (UniFe)

Ricercatori:

Andrea Conti
Andrea Giorgetti
Gianni Pasolini
Matteo Mazzotti
Alessandro Bazzi (CNR)
Alberto Zanella (CNR)
Cristina De Castro (CNR)
Rudy Paganelli (CNR)
Barbara M. Masini (CNR)

Dottorandi:

Enrico Paolini
Chiara Buratti
Matteo Lucchi
Enrica Salbaroli
Laura Toni
Raffaele Soloperto
Giovanni Chiurco
Stefano Severi
Virginia Corvino
Flavio Zabini

Collaboratori:

Thomas Pavani
Giacomo Leonardi
Paolo Toppan
Andrea Toppan
Mauro Fadda
Fabio Mantovani
Luca Piras
Luca Gallo



Principali Applicazioni

- ▶ Sistemi di Telecomunicazione Mobile e Personale (UMTS, WiFi, WiMAX, cellular 4G, DVB-T/H, ...)
- ▶ Localizzazione
- ▶ Applicazioni Context Aware
- ▶ Reti di Sensori Wireless
- ▶ Sistemi Wireless Short-Range
- ▶ Intelligent Transportation Systems
- ▶ Sistemi Satellitari
- ▶ Laboratori Virtuali Distribuiti

Cooperazioni Industriali

- ▶ Siemens Mobile
- ▶ Alcatel Alenia Space
- ▶ Metasystem
- ▶ Telecom Italia Mobile (TIM)
- ▶ Thales (Italy)
- ▶ Regione Emilia Romagna
- ▶ TSF
- ▶ Octotelematics
- ▶ RayTalk





The Italian Innovation Company

Leader italiano nel mercato ICT per:

- ▶ la pubblica amministrazione centrale;
- ▶ il territorio e l'ambiente;
- ▶ i trasporti e la logistica.

A chiusura esercizio 2008:

- ▶ 20.000 addetti in Italia e all'estero;
- ▶ 630 milioni di Euro di fatturato.





Trasporto Pubblico Locale:

- ▶ Bigliettazione contactless per PAT, CTP NA, Regione Liguria, Regione Marche;
- ▶ Context Aware per PAT.

Logistica:

- ▶ City Logistic per CAL Parma;
- ▶ Slimport;
- ▶ Pegasus.

Hanno collaborato direttamente alla ricerca:

- ▶ Sandro Cornetto - Francesco Daprà - Roberto Donato - Guido Occhetti - Fabio Perrone

Consulenze esterne:

- ▶ Niccolò Avico - Giuseppe Santo - Mario Scerrati



The logo for T.S.F. (Tele Sistemi Ferroviari) features the letters 'TSF' in a bold, dark blue, sans-serif font. Below the letters is a thick, horizontal blue brushstroke.

Una delle principali società italiane operanti nello sviluppo e nella gestione dei servizi ICT per il trasporto e la logistica:

- ▶ outsourcer del gruppo Ferrovie dello Stato;
- ▶ sistemi per il Trasporto Pubblico Locale;
- ▶ sistemi per i nodi logistici e il trasporto intermodale.

A chiusura esercizio 2008:

- ▶ 700 addetti;
- ▶ 200 milioni di euro di fatturato.



- Bando Regione Piemonte per la ricerca industriale e lo sviluppo precompetitivo per l'anno 2006.
- Selezione di proposte progettuali nei settori: Energie alternative e rinnovabili, Mobilità sostenibile, Infomobilità, Logistica avanzata, Biotecnologie e Scienze della vita, Nanotecnologie, Nanoscienze, Aerospazio, Agroalimentare.
- Inizio attività: 22 ottobre 2007
- Conclusione: 31 luglio 2009

Il Team

<i>Ente</i>	<i>Costo (€)</i>
Proponente: IEIIT/CNR	1.014.729
Coproponente: Almaviva-TSF	602.552



Sommario:

1. Gli enti

2. Progetto TRIP

3. Architettura del sistema

4. Aree di ricerca scientifica

5. Sviluppi Futuri

• Il servizio

• Stato dell'Arte



Il progetto si propone di fornire all'utente **un'assistenza costante e in real time** per la pianificazione e il corretto compimento del viaggio con i mezzi pubblici, all'interno della Regione Piemonte.

Richiesta



Notifica



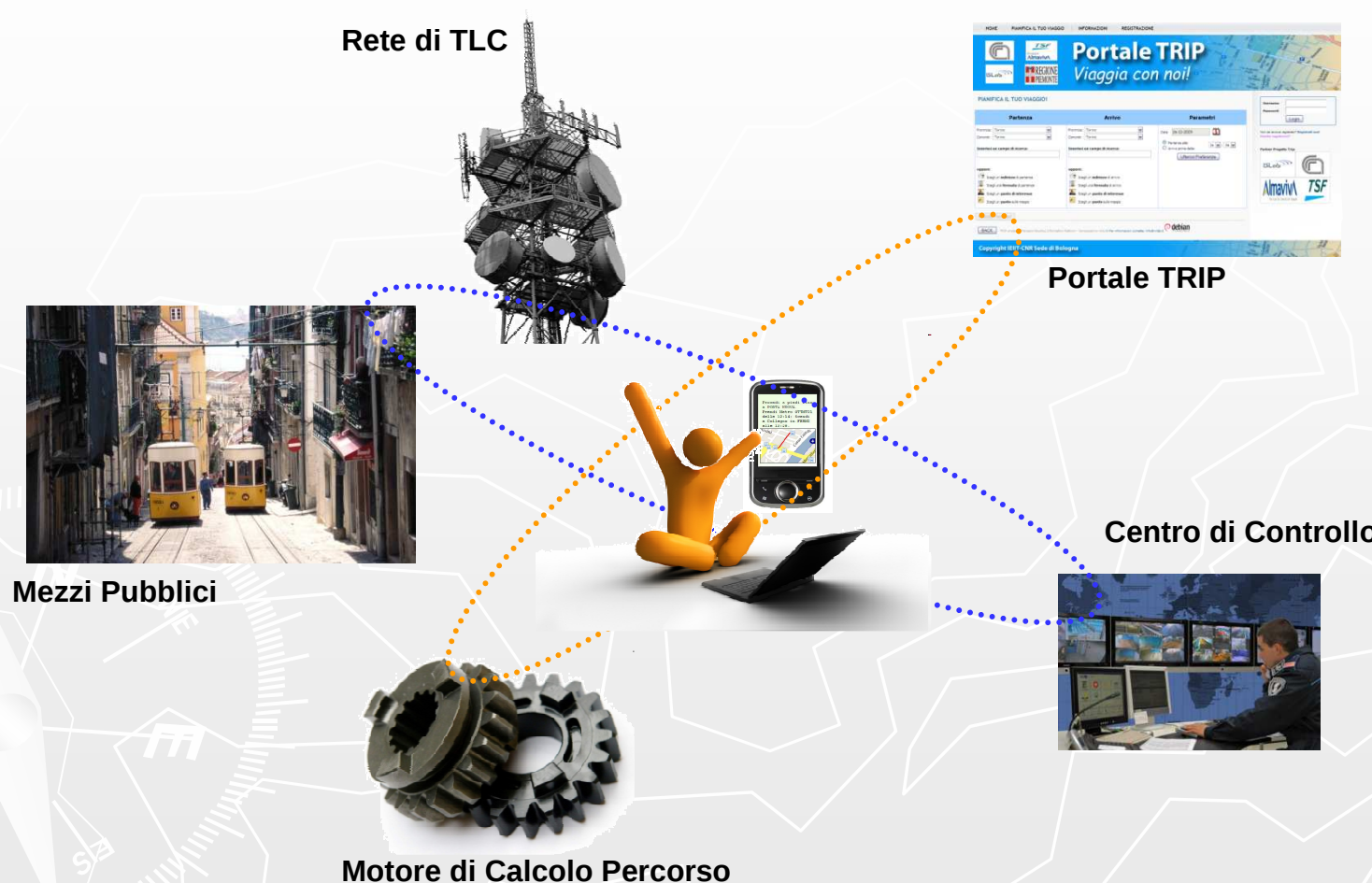
Risposta



Real Time



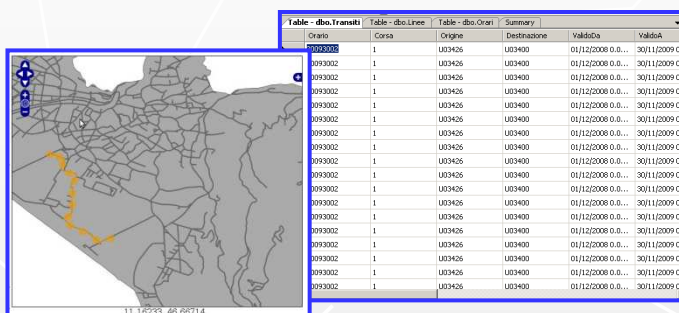
L'utente si trova dunque ad essere al centro di un **ecosistema di servizi** mediante l'integrazione della rete di TLC, del Centro di Controllo e della flotta dei mezzi pubblici.



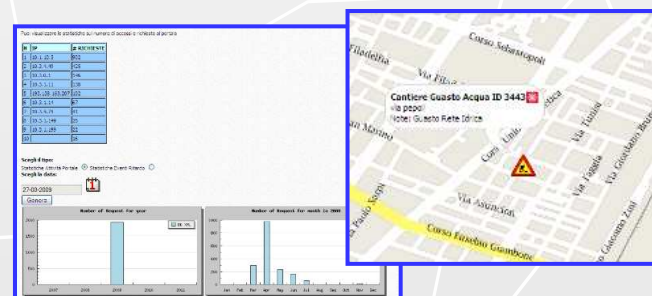
- all'utente



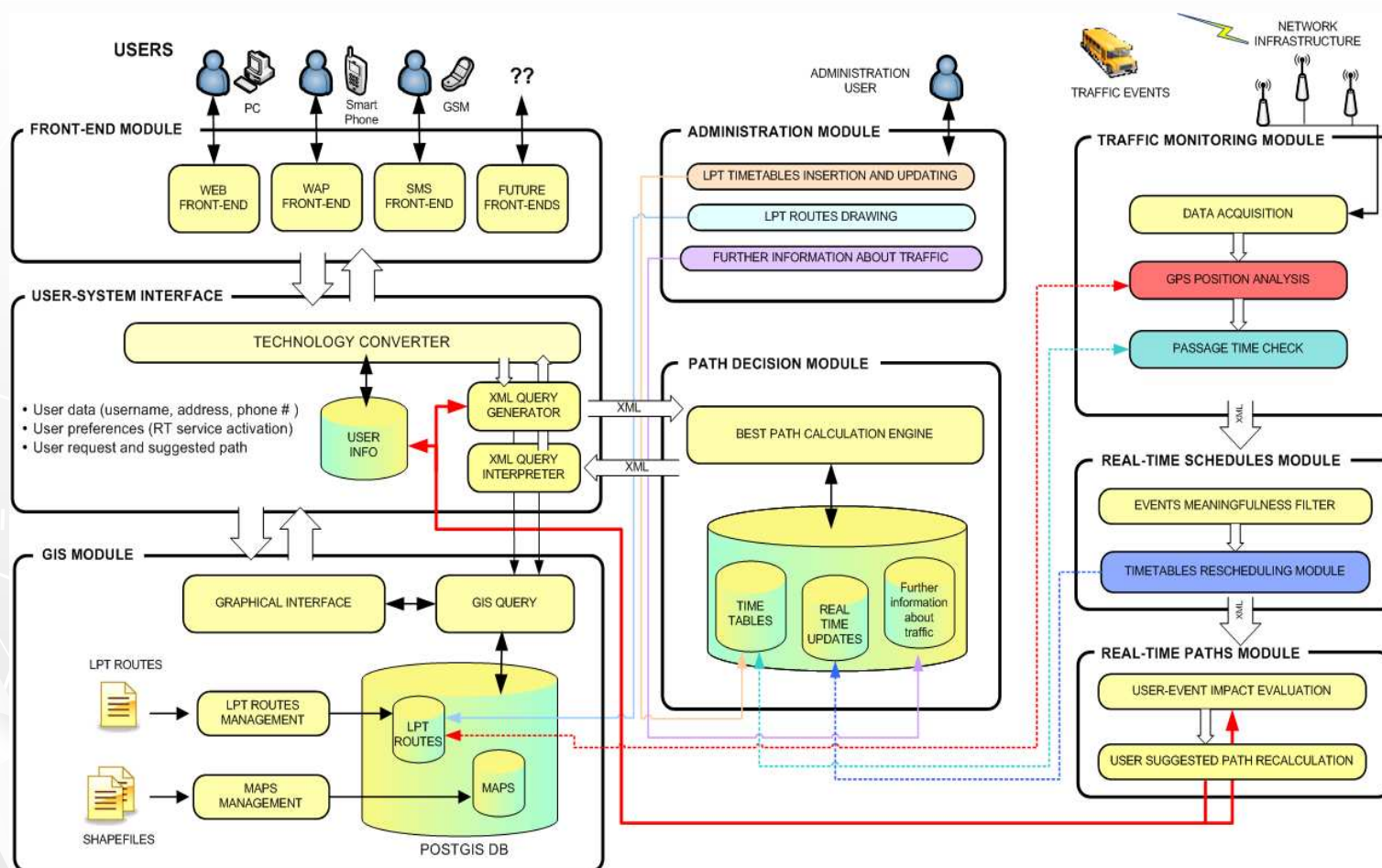
- ai gestori dei mezzi pubblici



- alle Pubbliche Amministrazioni



L'architettura del sistema alla base del Progetto TRIP è fortemente modulare, scalabile e riusabile



Sommario:

1. Gli enti

2. Progetto TRIP

• Il servizio

• Stato dell'Arte

3. Architettura del sistema

4. Aree di ricerca scientifica

5. Sviluppi Futuri



Architettura di riferimento adottata da **molte aziende di TPL**:

- base cartografica proprietaria
- caricamento dati in maniera disomogenea e proprietaria
- motore di calcolo percorso statico
- database e software con licenza (a volte molto costose!)

Architettura di riferimento adottata dal **Progetto TRIP**:

- base cartografica commerciale (aggiornata) multistandard
- caricamento dati in maniera omogenea e aperto
- motore di calcolo percorso real - time
- database libero con estensioni per dati cartografici
- software open source (riduzione costi di licenza)



L'ambiente di riferimento definito per il benchmark del Sistema TRIP riguarda alcuni tra i più conosciuti e/o innovativi Sistemi di Infomobilità esistenti:

HAFAS: 60 clienti in 16 paesi. Oltre 20 milioni di collegamenti
gg,
HaCon Hannover

GOOGLE Transit: 120 USA, 10 Canada, 220 Asia, 25 Europa di cui 7
Italia (anche Torino) *Google CH – Zurigo Svizzera a livello Nazionale*

Go Europa: Sistema basato su piattaforma Windows .NET
DkIT Campus – Ireland

EnRoute: Innovativo Sistema Open Source basato su Linux
Spokane, USA



Per prima cosa sono state analizzate le diverse architetture e piattaforme utilizzate dai vari Sistemi con una particolare attenzione alla portabilità, modularità e trasparenza.

	Open Source	DB	Personalizzabile	Modulare	Multilingue	Multi Piattaforma	Multi canale
HAFAS	●	●	●	●	●	●	●
TRIP	●	●	●	●	●	●	●
GOOGLE Transit	●	●	●	●	●	●	●
Go Europa	●	●	●	●	●	●	●
EnRoute	●	●	●	●	●	●	●

● Integrato

● Adattabile

● Assente



Successivamente abbiamo analizzato i vari livelli di gestione di ogni singolo Sistema in relazione ai dati elementari del TPL.

	Gestione Intermodale	Gestione VCO	Gestione Orari	Amministrazione Linee	Calcolo Tariffa
HAFAS	●	●	●	●	●
TRIP	●	●	●	●	●
GOOGLE Transit	●	●	●	●	●
Go Europa	●	●	●	●	●
EnRoute	●	●	●	●	●

● Integrato ● Adattabile ● Assente



In questa scheda vengono comparate le capabilities principali del Motore di Composizione Viaggio dei vari Sistemi:

	Cartografia	Composizione Intermodale	Composizione Viaggio /Orario	Composizione Viaggio/Real Time	Aggiornamento Composizione in Tempo Reale
HAFAS	Da acquistare insieme al sistema	●	●	●	●
TRIP	Da acquistare Non vincolante	●	●	●	●
GOOGLE Transit	Google Maps Navteq e Tele Atlas	●	●	●	●
Go Europa	Google Maps Navteq e Tele Atlas	●	●	●	●
EnRoute	Google Maps Navteq e Tele Atlas	●	●	●	●

● Integrato ● Adattabile ● Assente

Sono state inoltre verificate alcune funzionalità indispensabili ad un Sistema di Infomobilità innovativo quali:

	Parcheggi	Cantieri	Traffico	Ritardi TPL	Tracking	Webcam
HAFAS	●	●	●	●	●	●
TRIP	●	●	●	●	●	●
GOOGLE Transit	●	●	●	●	●	●
Go Europa	●	●	●	●	●	●
EnRoute	●	●	●	●	●	●

● Integrato ● Adattabile ● Assente



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP

3. Architettura del sistema

4. Aree di ricerca scientifica
5. Sviluppi Futuri

• Generalità

• GIS

• Real Time

• Motore



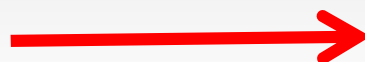
Raccolta dei dati dai mezzi pubblici

Progetto TRIP

Grazie alla tecnologia GPS (e Galileo in futuro) ogni mezzo può conoscere istantaneamente la propria posizione.



Costellazione Satelliti
GPS o Galileo



Coordinate di posizionamento
globale GPS (7,21°E, 45,3°N)

Ricevitore GPS installato sul mezzo pubblico

Raccolta dei dati dai mezzi pubblici

Progetto TRIP

Grazie alla tecnologia GPRS (e UMTS in futuro) ogni mezzo può inviare la propria posizione al Centro di Controllo



Coordinate di posizionamento globale GPS (7,21°E, 45,3°N)

Rete
Cellulare

GPRS
UMTS

SMS

IP Network

Centro di
Controllo



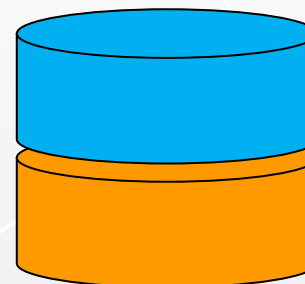
Sulla base dell'informazione di posizione inviata da ogni mezzo, il centro di controllo può sapere dove si trova ciascun mezzo e l'eventuale ritardo



Coordinate di posizionamento globale GPS (7,21°E, 45,3°N)

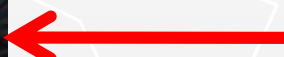


Centro di Controllo



Database Orari

Database Percorsi

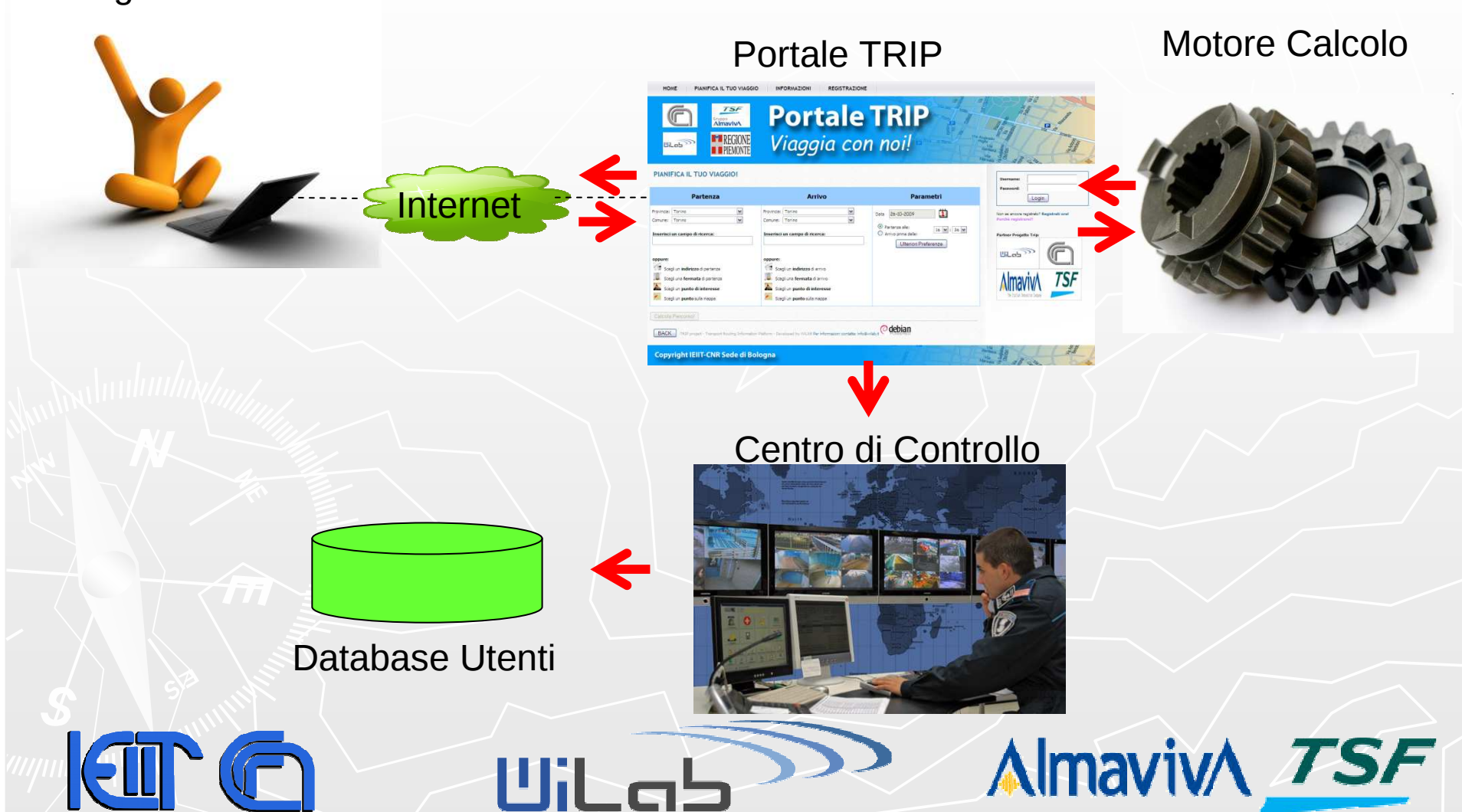


Geolocalizzazione

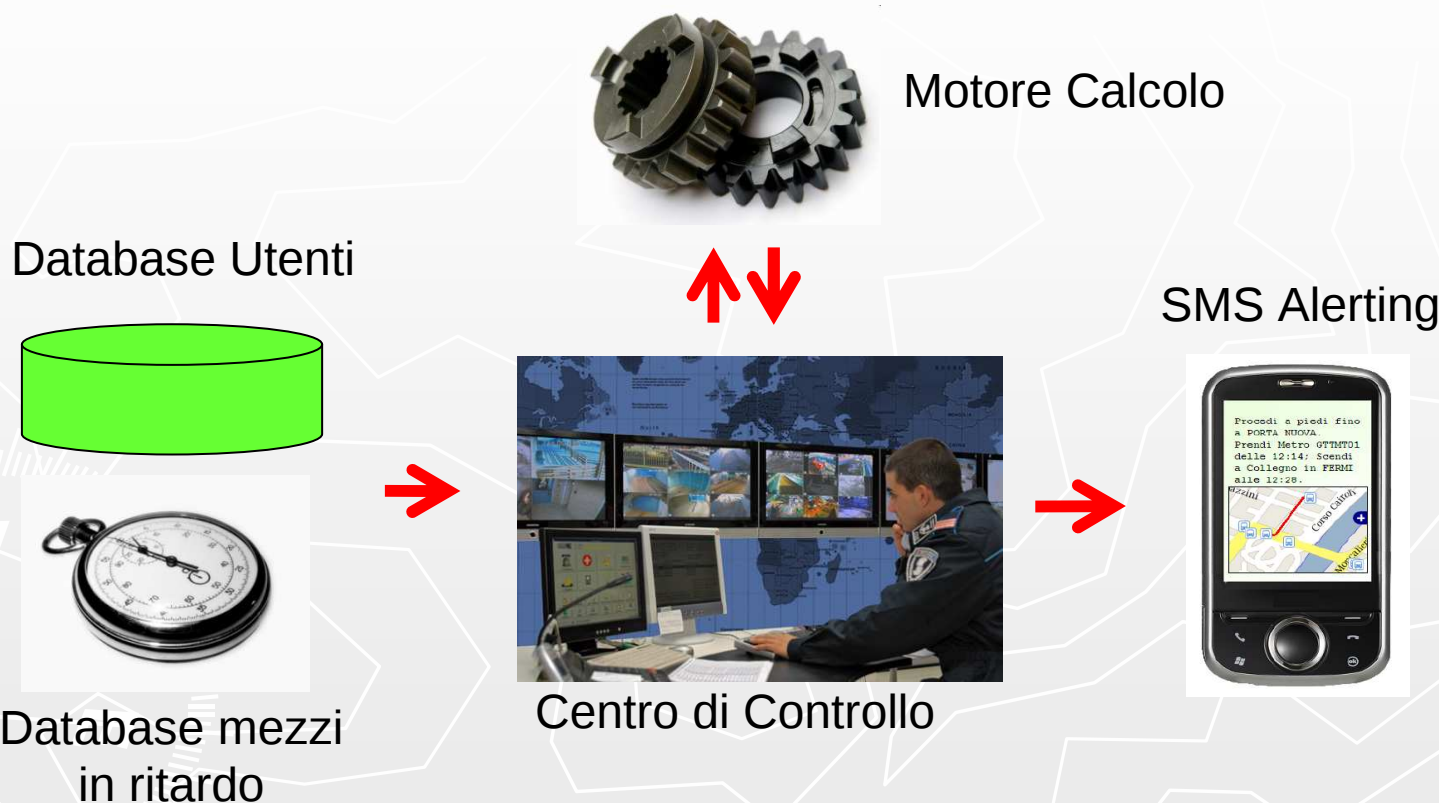


Calcolo Ritardi

Per mezzo del portale messo a disposizione su Internet, l'utente può cercare diverse soluzioni di viaggio per pianificare i propri spostamenti. Tutte le richieste vengono elaborate dal Motore di Calcolo e archiviate nel Centro di Controllo.



Il Centro di Controllo incrociando i dati sui ritardi dei mezzi e le richieste degli utenti, ricalcola in tempo reale il percorso ottimo e lo comunica direttamente all'utente via SMS o MMS.



Sommario:

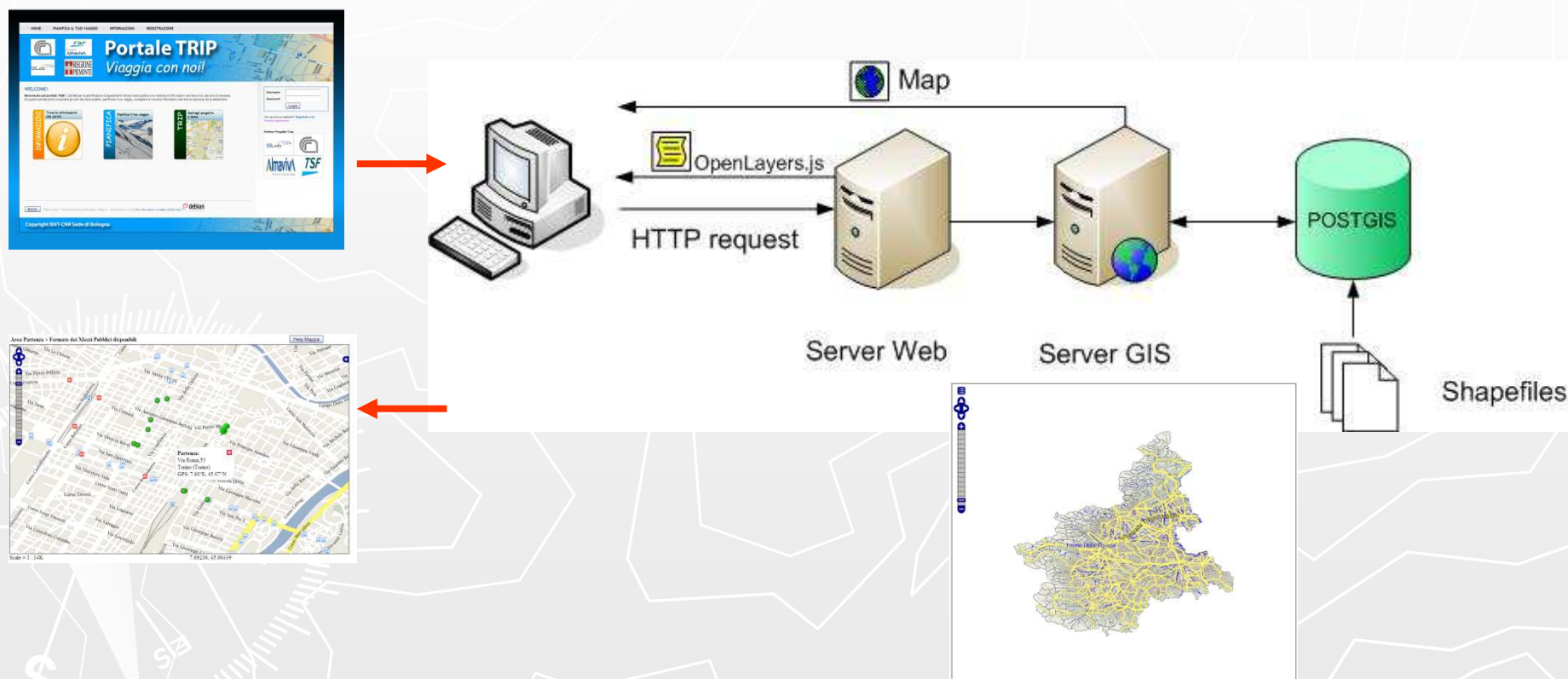
1. Gli enti
2. Progetto TRIP

3. Architettura del sistema

- Generalità
- **GIS**
- Real Time
- Motore



Grazie all'architettura modulare e scalabile della piattaforma GIS e del relativo database "spatial object oriented" tutte le informazioni vengono geo-localizzate ed è possibile fornire all'utente mappe complete, fluide e personalizzabili.



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP

3. Architettura del sistema

- Generalità
- GIS

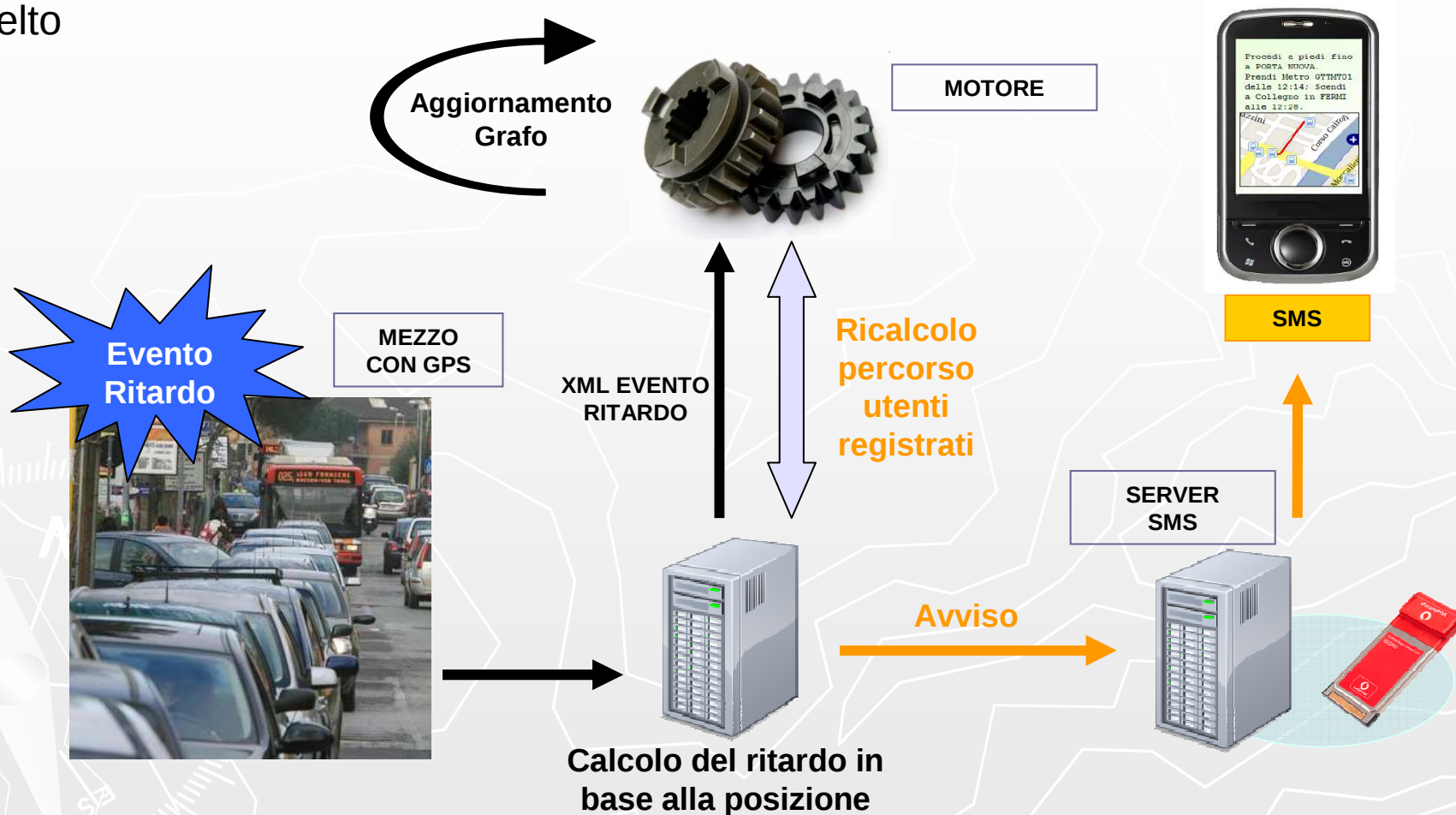
• Real Time

- Motore

4. Aree di ricerca scientifica
5. Sviluppi Futuri



Grazie all'architettura modulare e scalabile della piattaforma Web based è possibile informare in tempo reale l'utente di tutte le variazioni che intervengono sul percorso scelto



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP

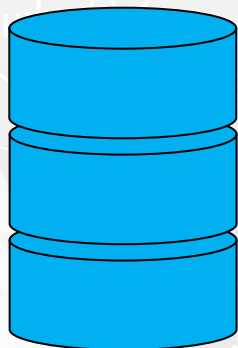
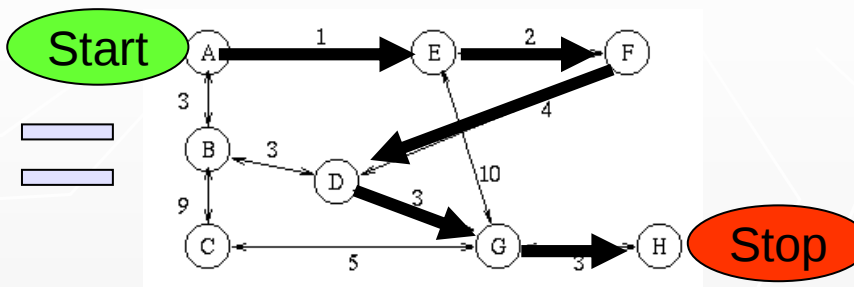
3. Architettura del sistema

- Generalità
- GIS
- Real Time

• **Motore**



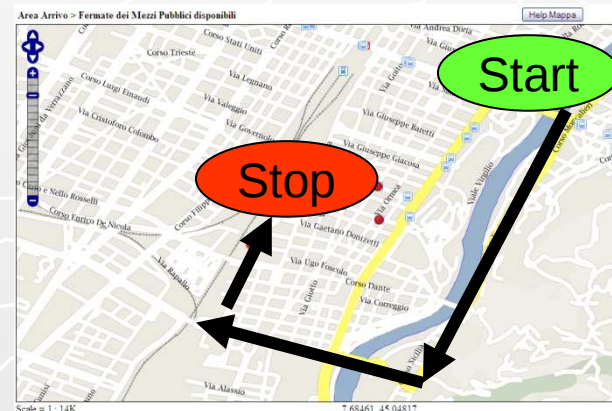
Grazie al motore di Calcolo del Percorso, che sfrutta l'algoritmo di Dijkstra, è possibile individuare il percorso ottimo per raggiungere la destinazione sfruttando tutti i mezzi pubblici a disposizione.



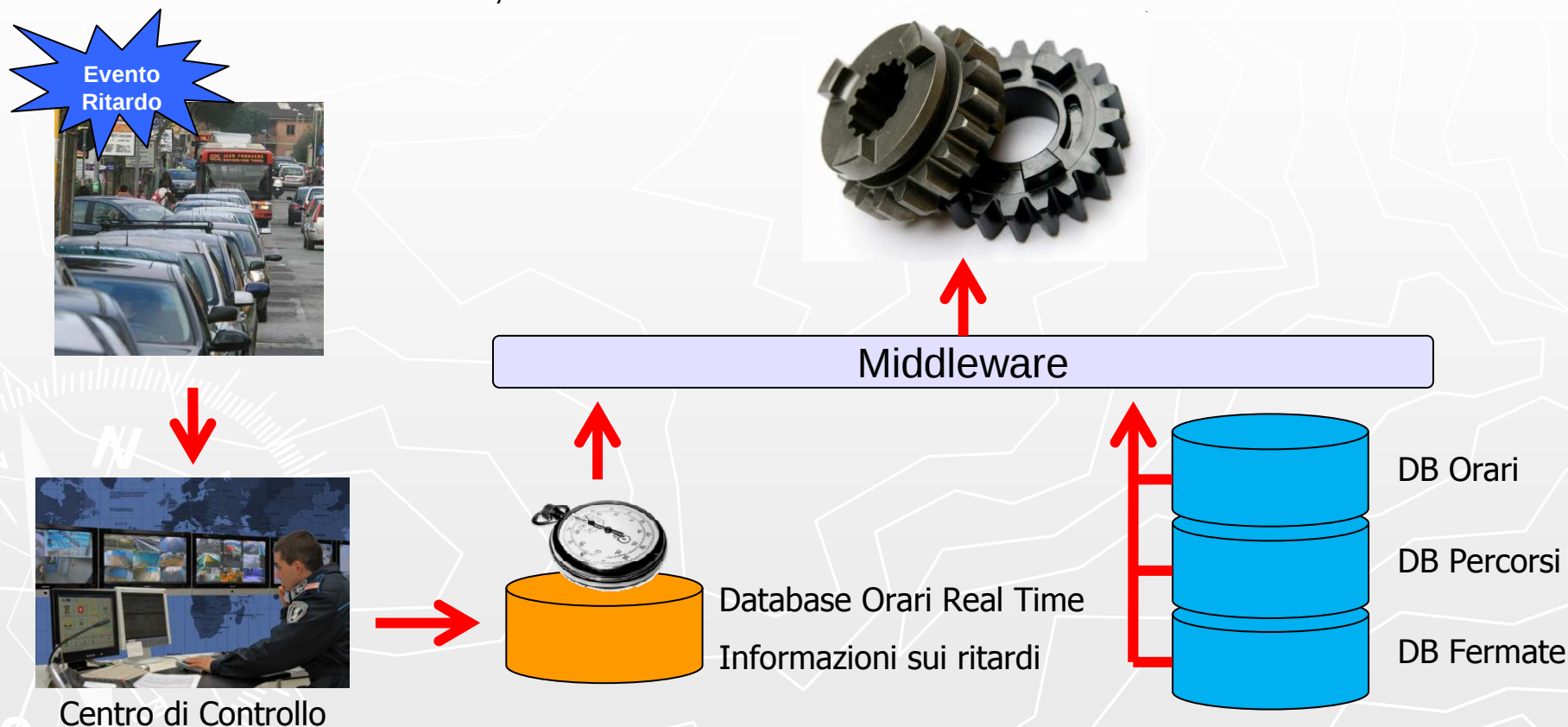
Database Orari (Metro, Autobus, Treni, ...)

Database Percorsi

Database Fermate



Per le peculiarità del progetto TRIP il motore ha richiesto una forte evoluzione e personalizzazione, ed ora permette la gestione in tempo reale delle indicazioni di ritardi e/modifiche alle corse che giungono dall'esterno, permettendo di adattare la soluzione istantaneamente, in funzione delle condizioni di traffico.



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP
3. Architettura del sistema

4. Aree di ricerca scientifica

5. Sviluppi Futuri



Il servizio di infomobilità richiede trasmissioni in due direzioni:

- dal mezzo mobile/utente verso la rete
- dalla rete al mezzo mobile/utente



Il servizio di infomobilità richiede trasmissioni in due direzioni:

- dal mezzo mobile/utente verso la rete
- dalla rete al mezzo mobile/utente

Il nuovo servizio si aggiunge a quelli già forniti dalla rete di telecomunicazioni (telefonia, trasmissione dati)



Il servizio di infomobilità richiede trasmissioni in due direzioni:

- dal mezzo mobile/utente verso la rete
- dalla rete al mezzo mobile/utente

Il nuovo servizio si aggiunge a quelli già forniti dalla rete di telecomunicazioni (telefonia, trasmissione dati)



Necessità di “dimensionare” opportunamente la rete di telecomunicazioni per assicurare un livello di qualità adeguato a tutti i servizi



Il servizio di infomobilità richiede trasmissioni in due direzioni:

- dal mezzo mobile/utente verso la rete
- dalla rete al mezzo mobile/utente

Il nuovo servizio si aggiunge a quelli già forniti dalla rete di telecomunicazioni (telefonia, trasmissione dati)



Necessità di “dimensionare” opportunamente la rete di telecomunicazioni per assicurare un livello di qualità adeguato a tutti i servizi



Sviluppo di simulatori di rete di telecomunicazioni per orientare il progetto/dimensionamento della rete



Il servizio di infomobilità richiede trasmissioni in due direzioni:

- dal mezzo mobile/utente verso la rete
- dalla rete al mezzo mobile/utente

Il nuovo servizio si aggiunge a quelli già forniti dalla rete di telecomunicazioni (telefonia, trasmissione dati)



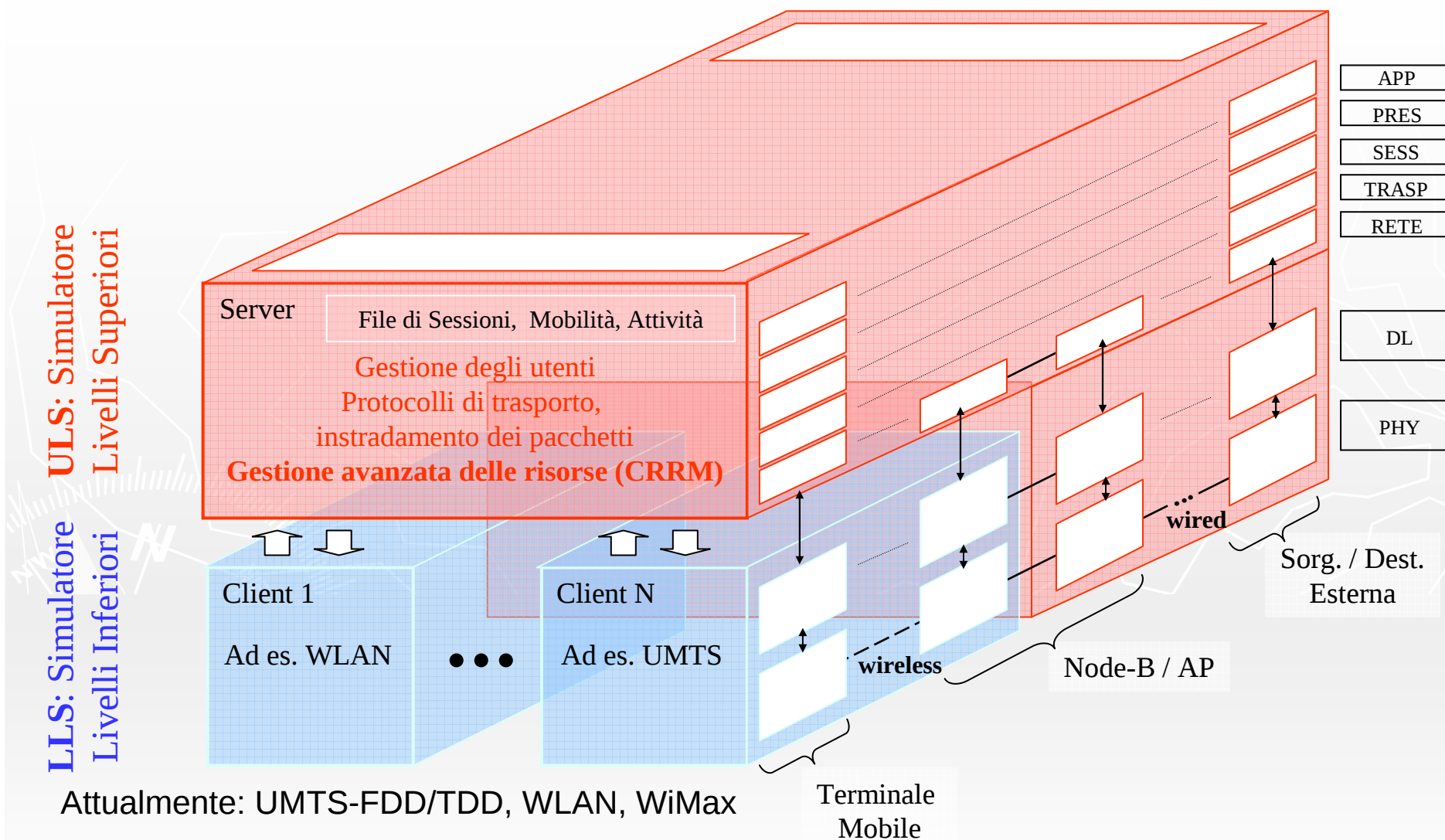
Necessità di “dimensionare” opportunamente la rete di telecomunicazioni per assicurare un livello di qualità adeguato a tutti i servizi



Sviluppo di simulatori di rete di telecomunicazioni per orientare il progetto/dimensionamento della rete

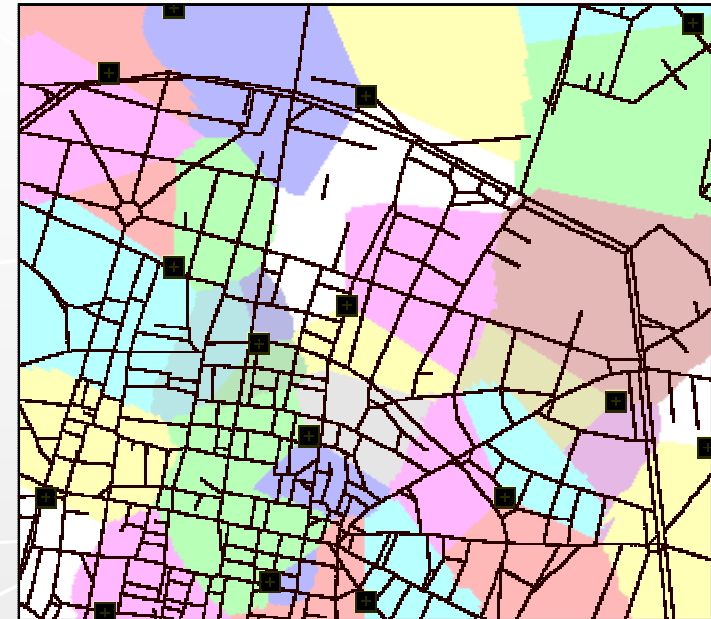
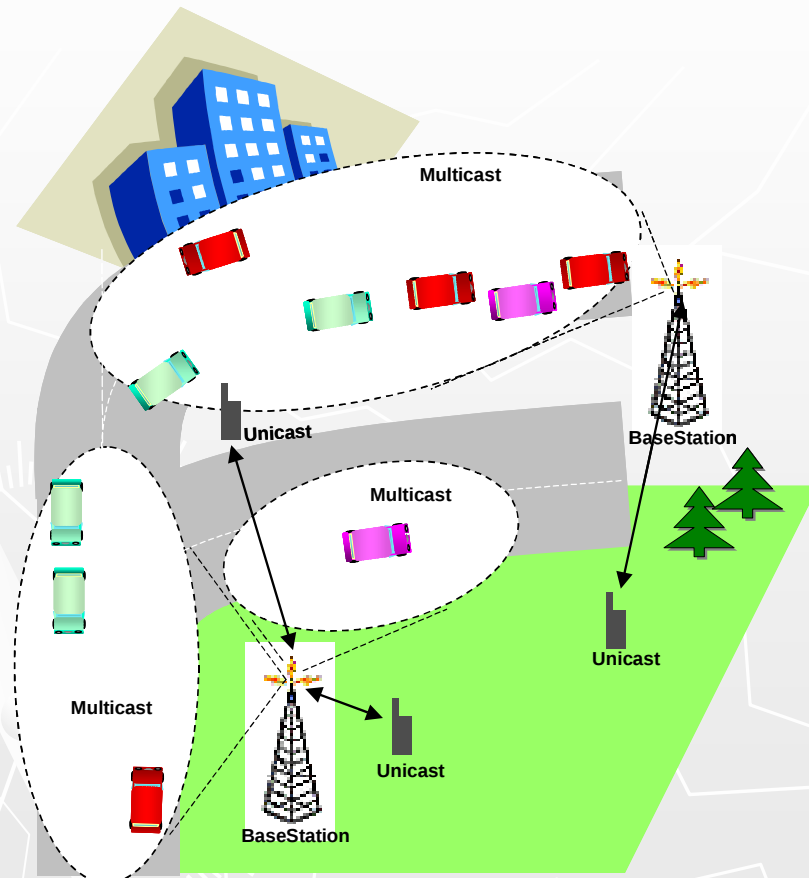


SHINE (Simulation platform for Heterogeneous Interworking Networks)



Utenti pedonali che effettuano normali chiamate (servizio voce)

Utenti veicolari che effettuano connessioni “dati” attraverso il sistema UMTS/MBMS



Scenario: 15 radiobasi, 54 celle

Scenario con traffico voce e servizio di infomobilità

Utenti **pedonali** che si muovono senza vincoli con velocità media 1.5km/h (max 3km/h) ed effettuano chiamate **voce** di durata media 90s

Utenti **veicolari** con servizio di **infomobilità** (DOWNLINK) che si muovono lungo le strade con **velocità media 30km/h**



Anche servizio di infomobilità

N = chiedono il servizio

Nb = bloccate

Nt = terminate

No = non terminate ma in outage

Call setup success rate

$$CSSR = \frac{N - Nb}{N} [\%]$$

Satisfaction rate

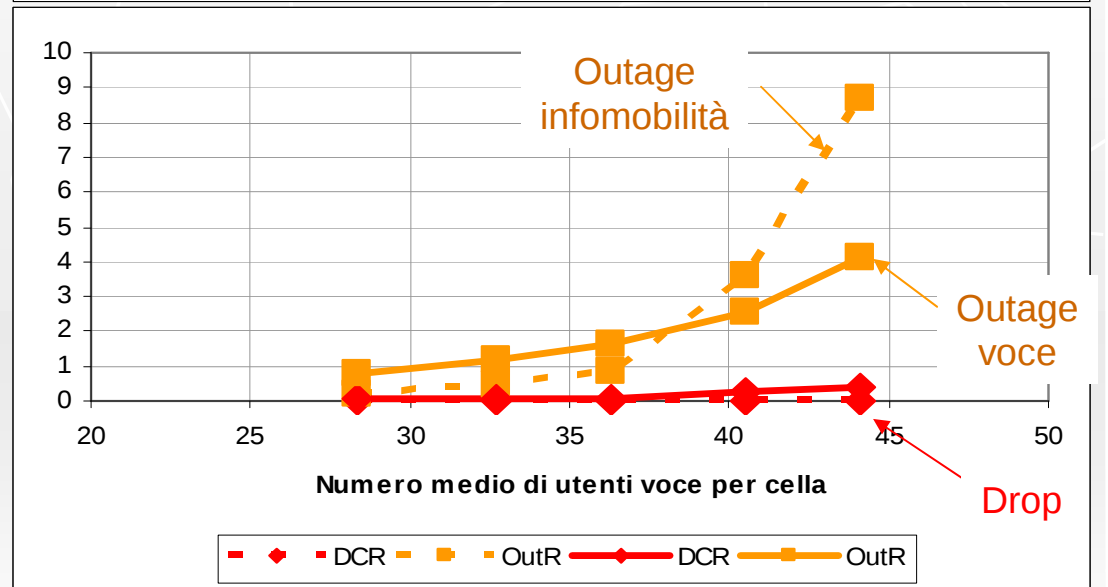
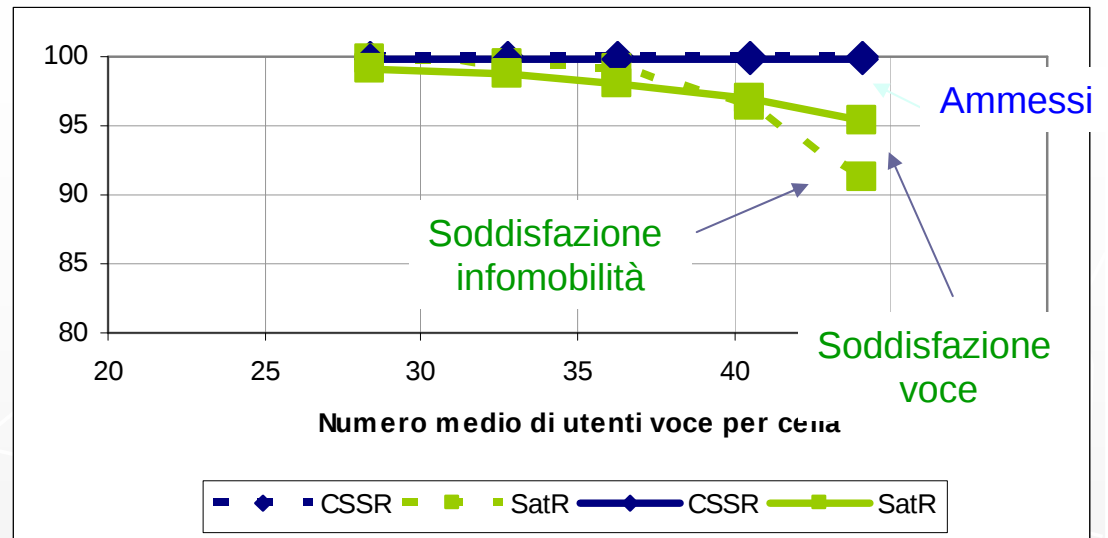
$$SatR = \frac{N - Nb - Nt - No}{N} [\%]$$

Drop call rate

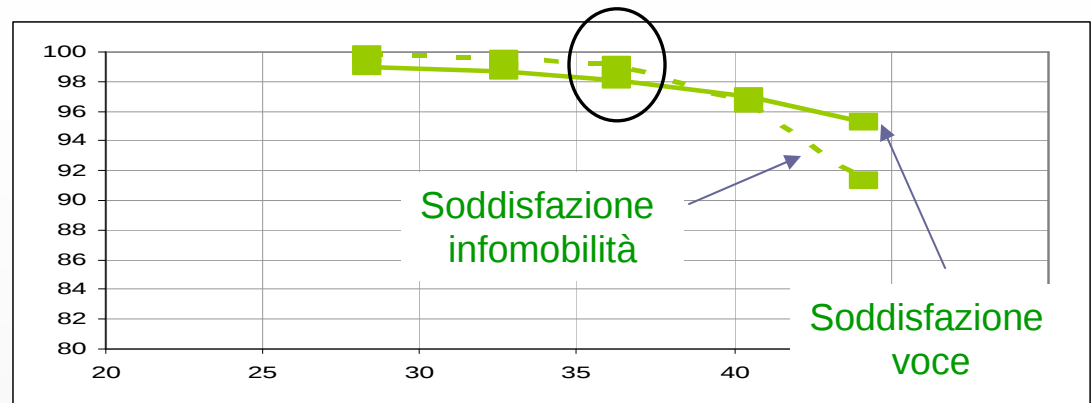
$$DCR = \frac{Nt}{N - Nb} [\%]$$

Outage rate

$$OutR = \frac{No}{N - Nb - Nt} [\%]$$

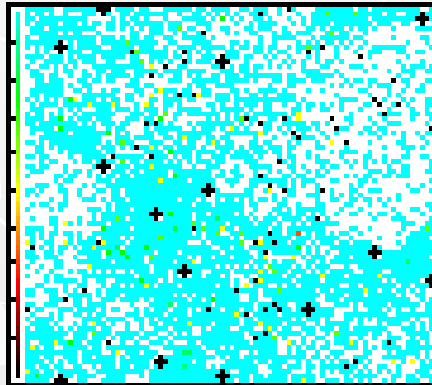


Anche servizio di infomobilità

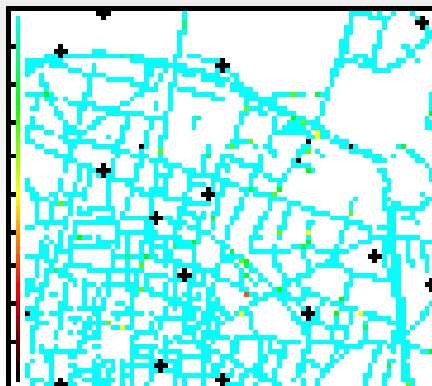


36 Erlang voce

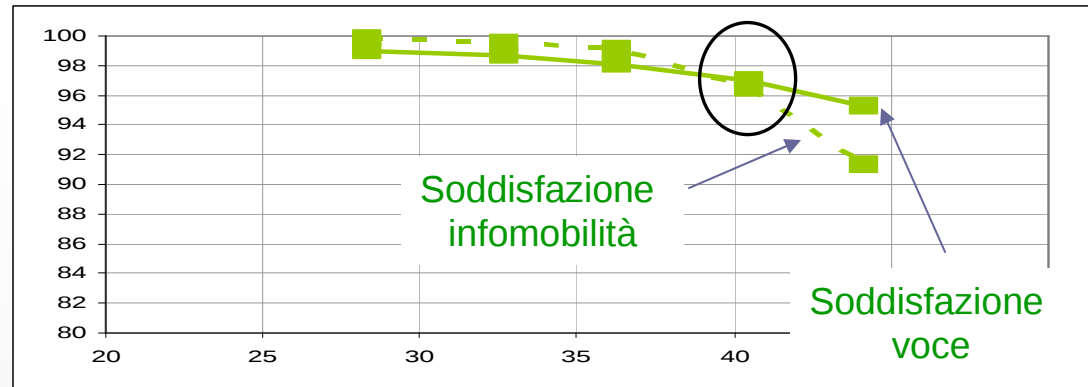
voce



inf



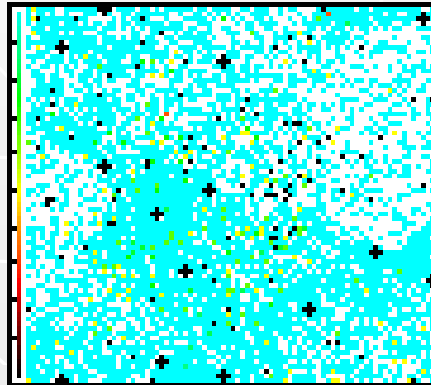
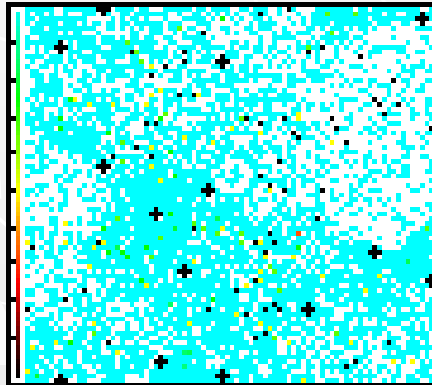
Anche servizio di infomobilità



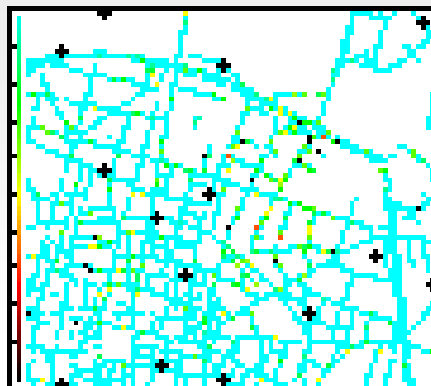
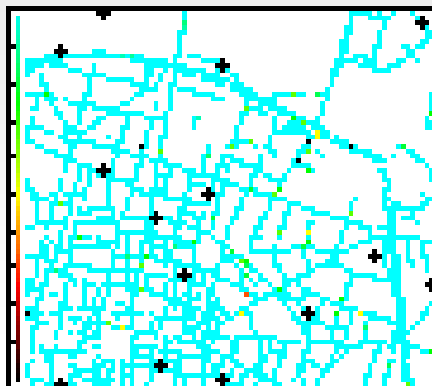
36 Erlang voce

40 Erlang voce

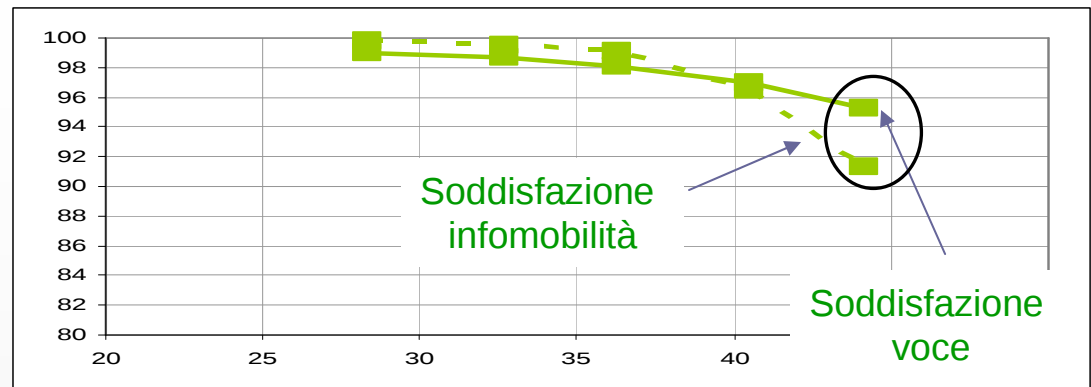
voce



inf



Anche servizio di infomobilità

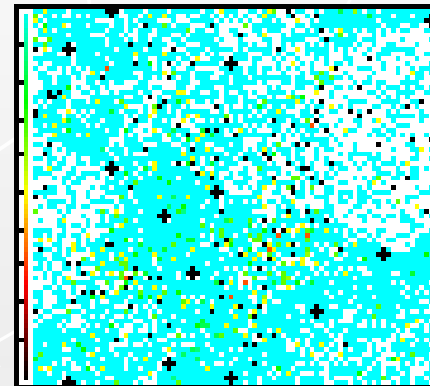
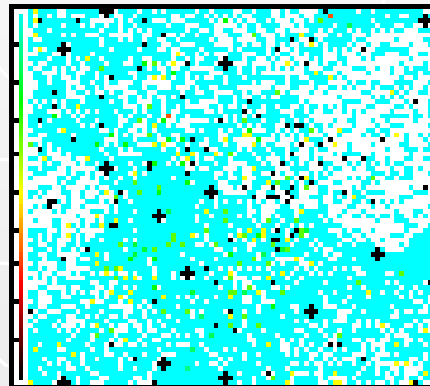
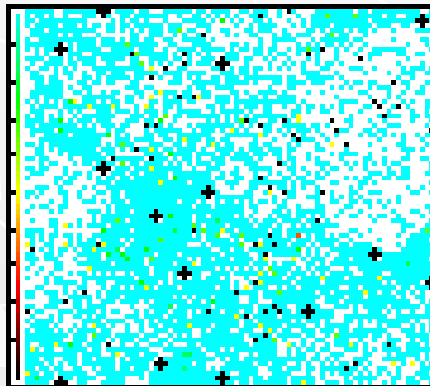


36 Erlang voce

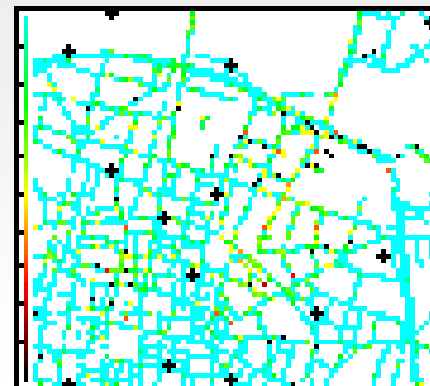
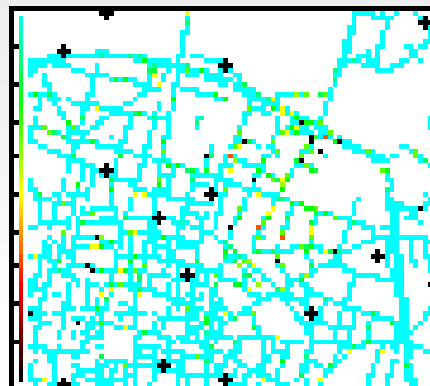
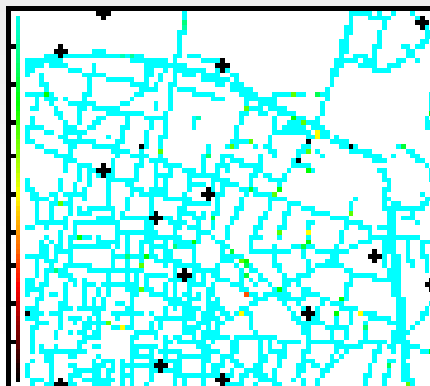
40 Erlang voce

44 Erlang voce

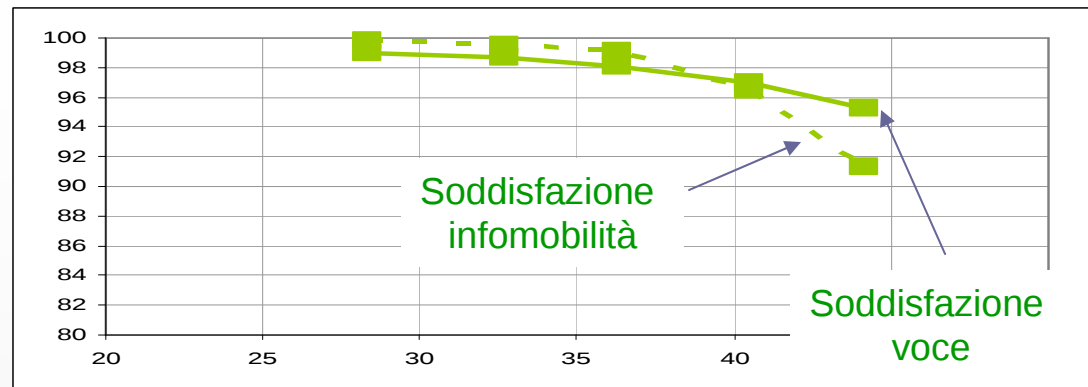
voce



inf



Anche servizio di infomobilità



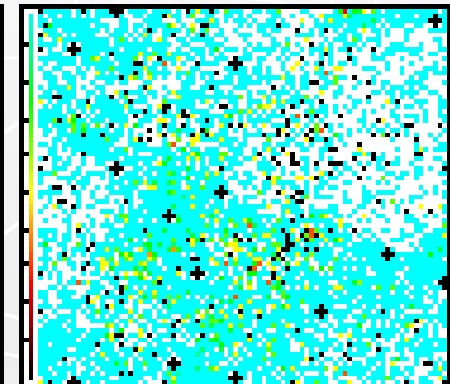
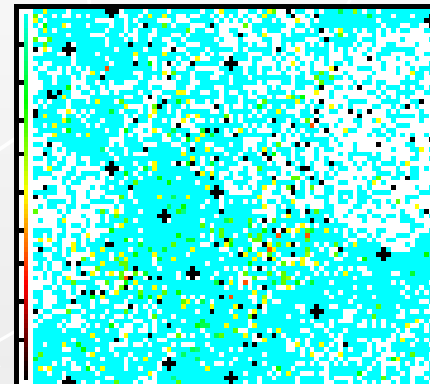
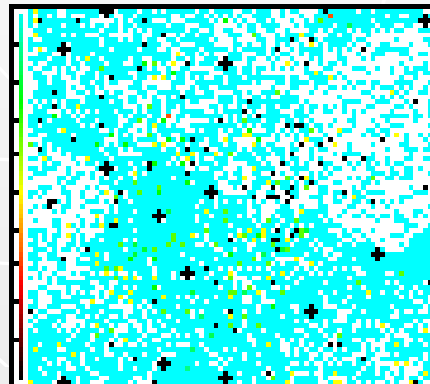
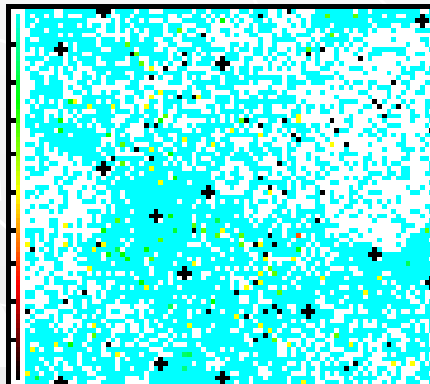
36 Erlang voce

40 Erlang voce

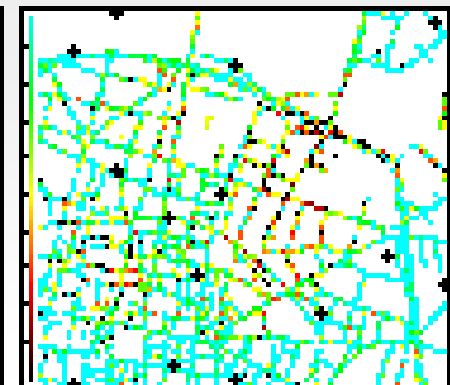
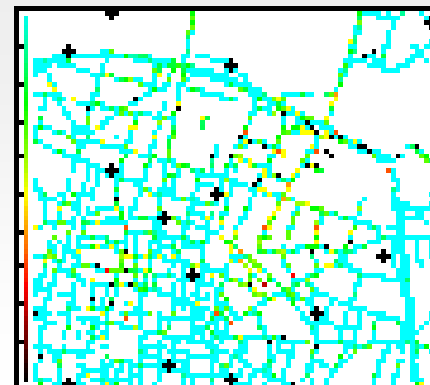
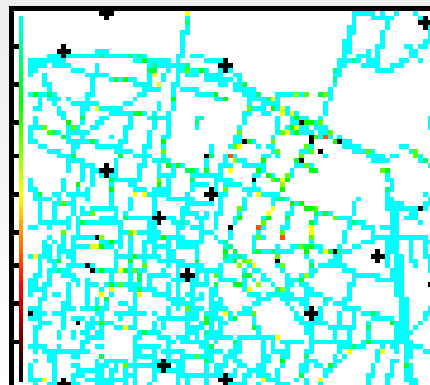
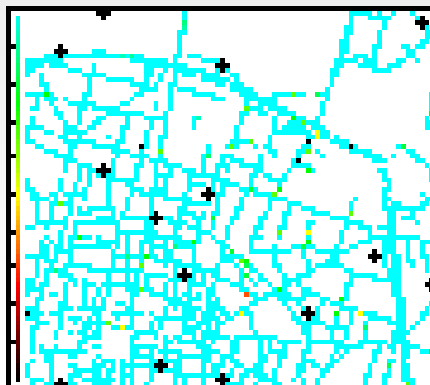
44 Erlang voce

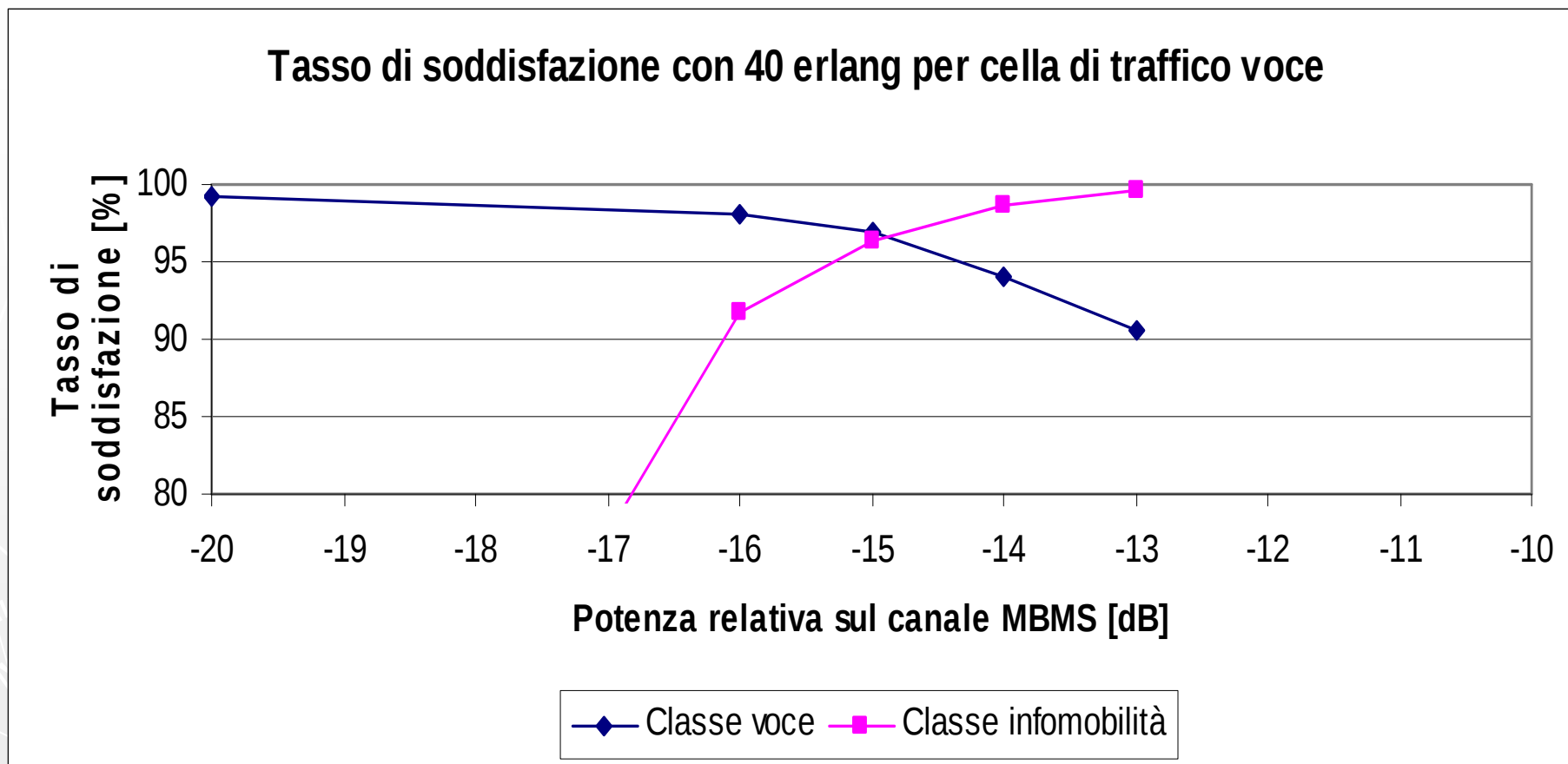
48 Erlang voce

voce



inf





La trasmissione della posizione degli autobus: tratta di UPLINK



GPRS
UMTS
SMS



UPLINK: uso di un canale RACH (UMTS) per l'invio di brevi pacchetti dati

- 40 oppure 80 byte inviati ogni 10 secondi da ogni veicolo (burst dati di 20ms)



UPLINK: uso di un canale RACH (UMTS) per l'invio di brevi pacchetti dati

- 40 oppure 80 byte inviati ogni 10 secondi da ogni veicolo (burst dati di 20ms)

Nota:

Stimando un 70% di efficienza del canale RACH (da letteratura), possono essere **attive fino a 350 connessioni** ($= 0.7 \times 10\text{sec} / 20\text{ms}$) **per ogni cella** per singolo canale RACH

(E' ovviamente possibile incrementare il numero di canali o ridurre la frequenza di invio dei pacchetti.)

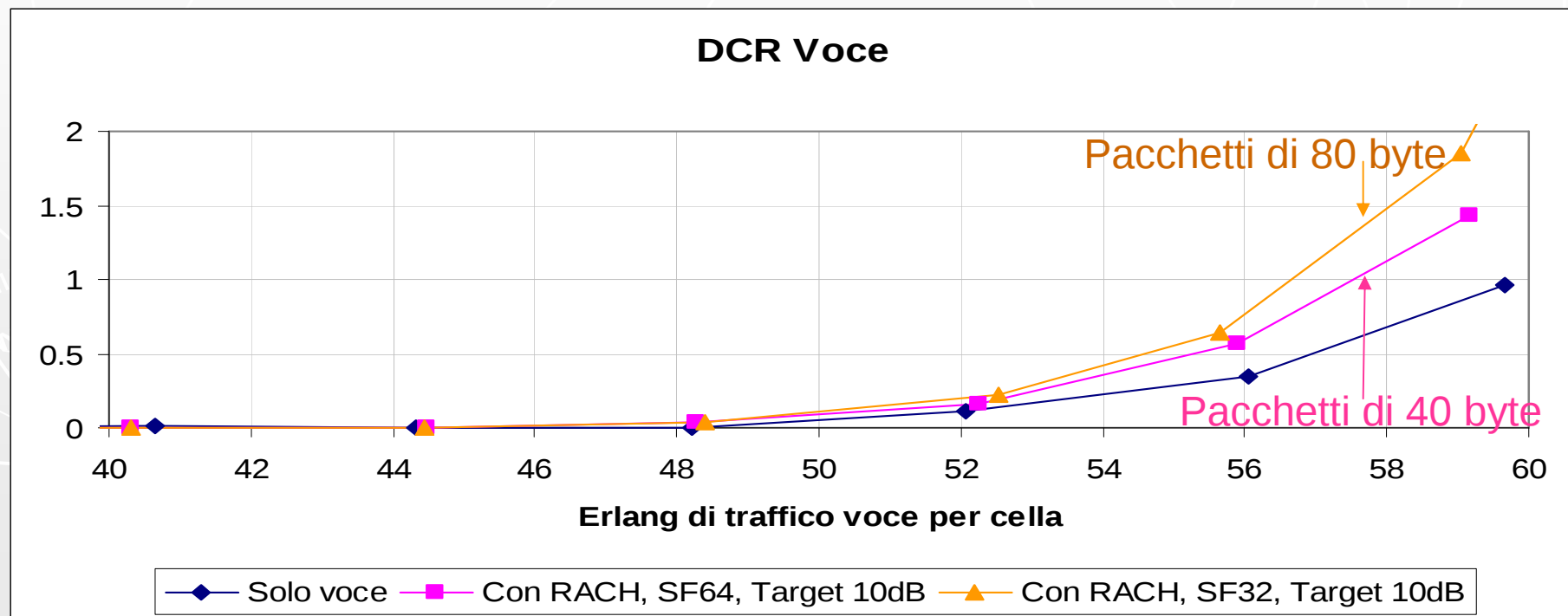


UPLINK: uso di un canale RACH per l'invio di brevi pacchetti dati

- 40 oppure 80 byte inviati ogni 10 secondi da ogni veicolo

Risultati ottenuti al variare del numero di utenti voce

Sono **simulati 80 Erlang per cella** per gli utenti veicolari con traffico di **infomobilità**



“TRIP: a Transport Routing Information Platform for Real-Time Path Planning ”

L'articolo è stato sottomesso a:

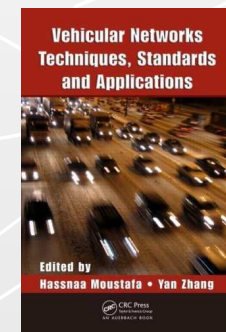
IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Special Issue on Exploiting Wireless Communication Technologies in Vehicular Transportation Networks.



*A. Bazzi, B.M. Masini, A. Conti and O. Andrisano,
“Infomobility Provision through MBMS/UMTS in Realistic Scenarios”,
IEEE ITSC 2008, Beijing (China), October 12-15, 2008*

ITSC08
The 11th International IEEE
Conference on Intelligent
Transportation Systems
October 12-15, 2008, Beijing, China

*A. Conti, A. Bazzi, B. M. Masini, O. Andrisano,
“Heterogeneous Wireless Communications for Vehicular Networks”
chapter in the book “Vehicular Networks: Techniques, Standards, and Applications”,
edited by H. Moustafa and Y. Zhang, Auerbach Pub., CRC Press, 2009.*



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP e stato dell'arte
3. Il sistema e la sua architettura
4. Aree di ricerca scientifica

5. Sviluppi Futuri



Sommario:

1. Gli enti
2. Progetto TRIP e stato dell'arte
3. Il sistema e la sua architettura
4. Aree di ricerca scientifica

5. Sviluppi Futuri

- Valutazione altri progetti (es. VICSUM)
- Definizione del Testbed
 - Definizione tecnologie TLC
 - Attivazione Centro di controllo
- Sperimentazione
 - Altre Regioni?

