

# *La Qualità dell' accesso mobile ad Internet*

*Advisor:  
Prof. Aldo Roveri*

*Advisor:  
Ing. Francesco Matera*

*PhD student:  
Arianna Rufini  
[rufini@net.infocom.uniroma1.it](mailto:rufini@net.infocom.uniroma1.it)  
[arufini@fub.it](mailto:arufini@fub.it)*

# Attività Fondazione Bordini: concluse

- ❑ Analisi diffusione banda larga mobile ed in particolare:
  - Femtocelle
    - Aspetti propagativi nelle femtocelle
    - Architetture di rete femtocellulari: studio di alcuni scenari
      - Cable TV
      - Fiber (GPON)
      - ADSL
  
- ❑ Liberazione banda UHF
  - Analisi fenomeni interferenziali tra i sistemi a larga banda e i sistemi DVB-T nella banda UHF (790-862MHz)
  
- ❑ Progetto Europeo SafeTRIP
  
- ❑ Progetto I-mule: scrittura fino alla fase di startup

---

## Attività Fondazione Bordini: in corso

---

- ❑ Delibera QoS mobile
  
- ❑ Studio di tecniche per la valutazione della QoS per i sistemi mobili
  
- ❑ Caratterizzazione dei terminali mobili:
  - Piattaforma per la caratterizzazione dei terminali mobili

---

# La Qualità dell' accesso mobile

---

## □ Problematiche dell' accesso mobile ad Internet

- Gli **attori** coinvolti
- Gli **standard** e le **bande** di frequenze utilizzate
- Il variegato panorama dei **terminali**

## □ Le problematiche specifiche del mobile

- Intrinseca **variabilità**
- Accesso **condiviso**
- **Dinamicità** nella fruizione

# Valutazione della QoS: parametri di qualità

## □ Considerazioni generali per la valutazione della QoS delle reti mobili:

- Copertura di rete
- Disponibilità della rete
- Accessibilità al servizio (ha senso solo quando vi è accesso alla rete)
- Mantenimento del servizio
- Qualità della voce



---

# Parametri QoS per accesso ad Internet da mobile

---

- Indicatori di qualità per l'accesso ad Internet (KPI):
  - Velocità di trasmissione dei dati (Throughput)
  - Tasso di insuccesso nella trasmissione dati
  - Perdita dei pacchetti (Packet Loss)
  - Ritardo di trasmissione dati (Delay)
  - Variabilità del ritardo (Jitter)

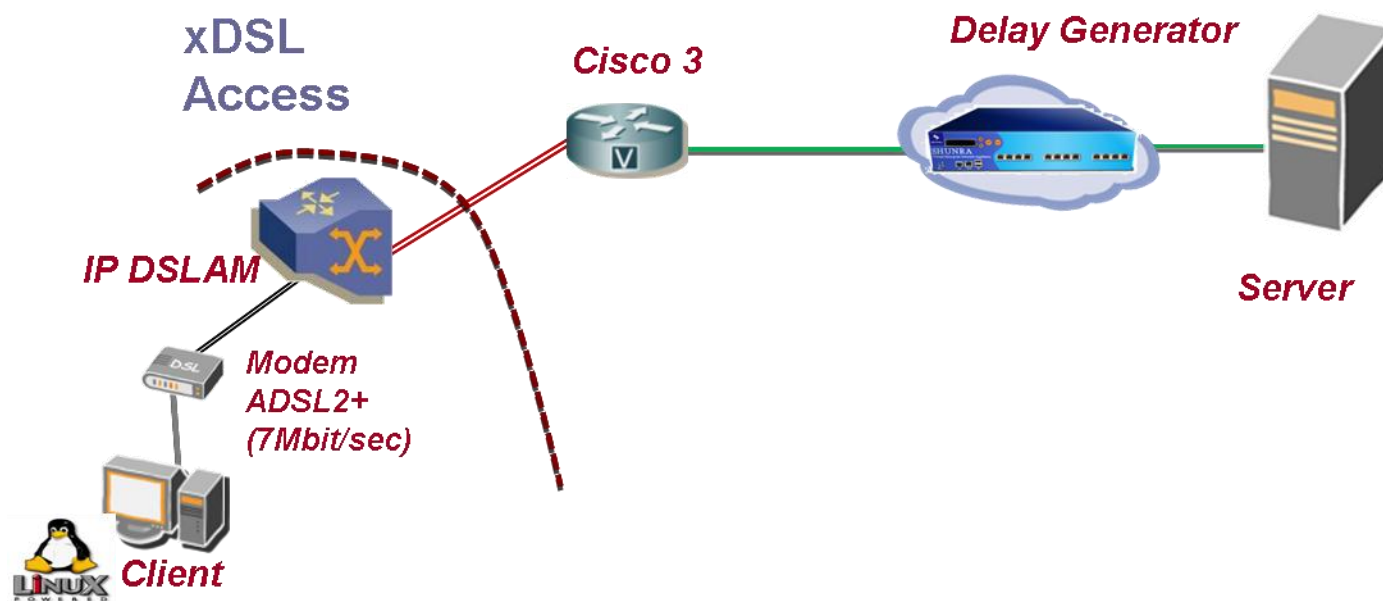
---

## Attività sperimentali

---

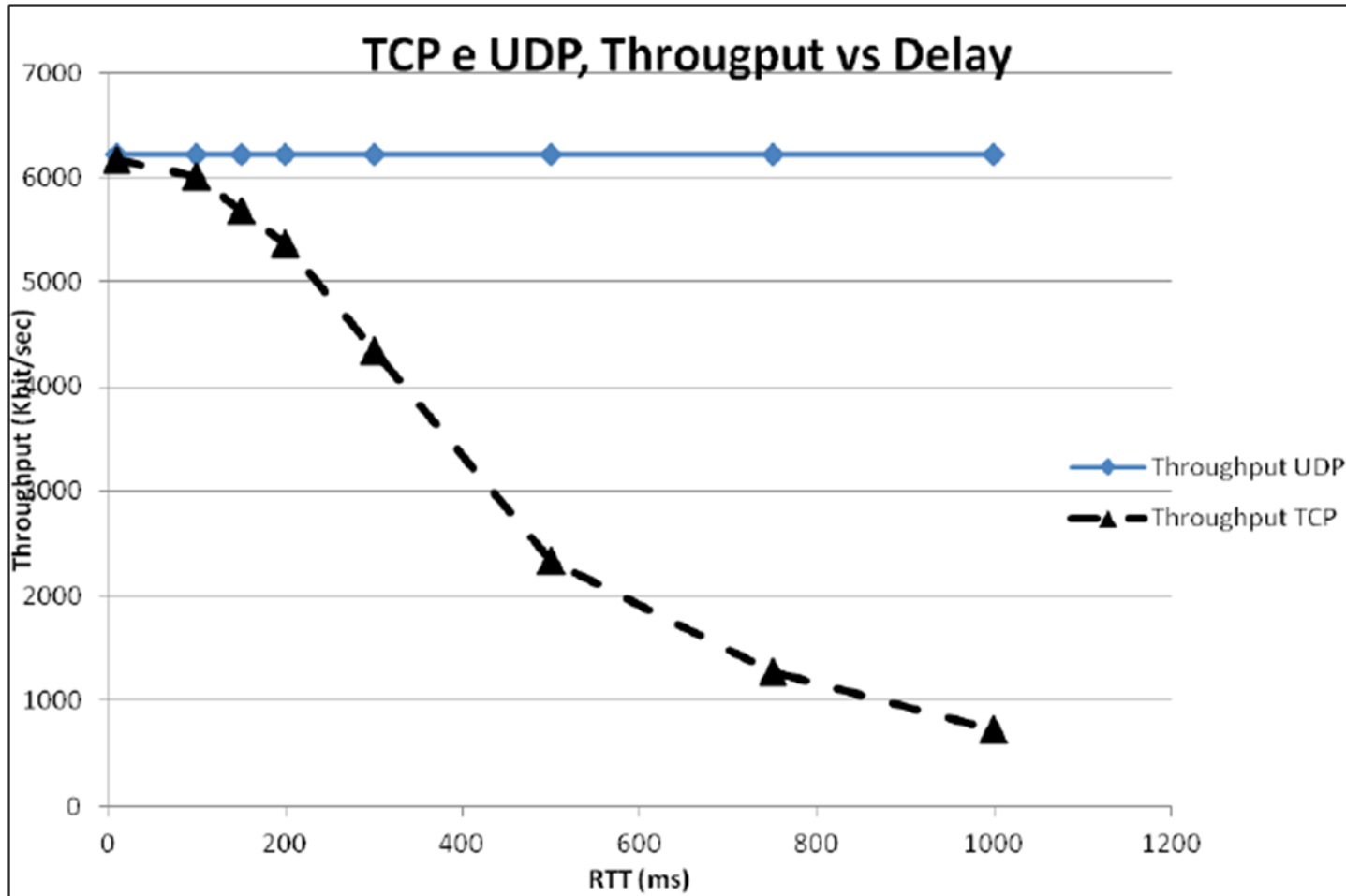
- ❑ Studio delle tecniche di valutazione delle prestazioni di rete mobile con tecniche basate sul TCP
- ❑ Dimensionamento dei test TCP per la valutazione del throughput per accesso mobile
- ❑ Applicabilità di queste tecniche alle Next Generation Access Networks

# Test Bed



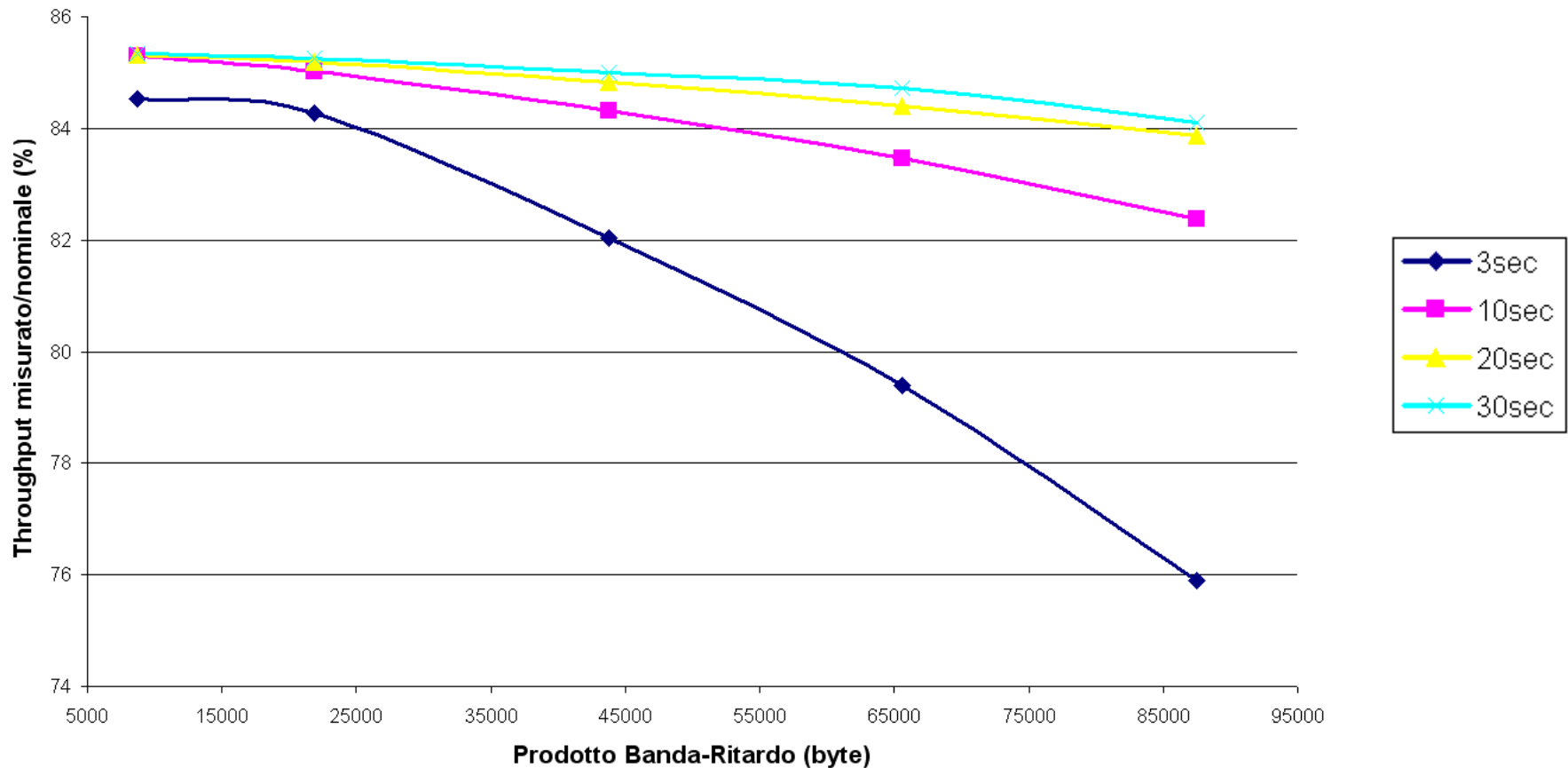
- ❑ Iperf: tool utilizzato come strumento di test per le reti
  - Crea flussi di dati TCP o UDP e misura la velocità della rete che li trasporta

# Risultati sperimentali: Misura di Throughput



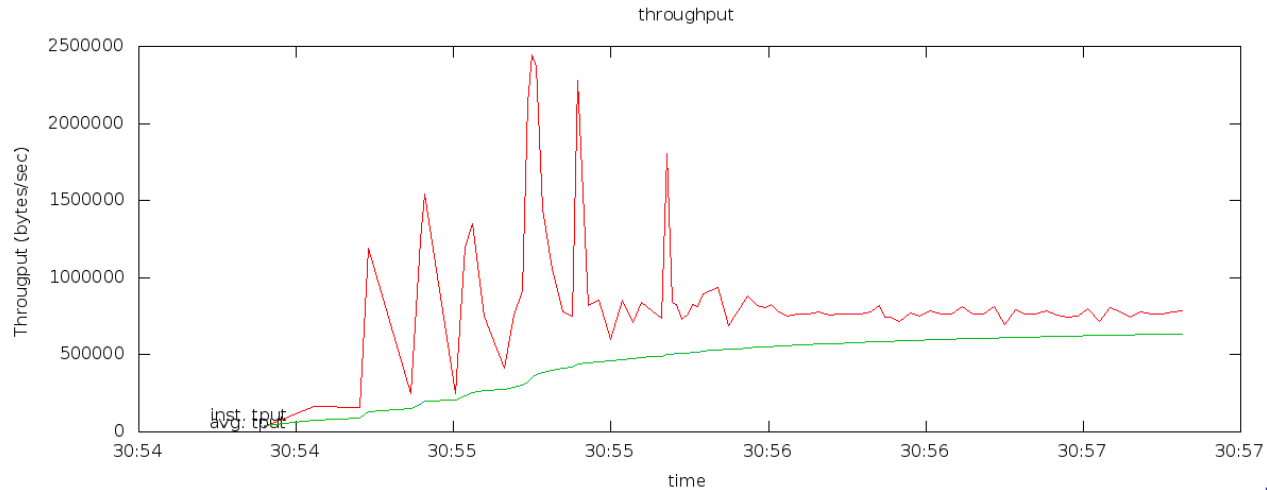
# Throughput TCP: dimensionamento durata del test

## TCP, Throughput vs BDP

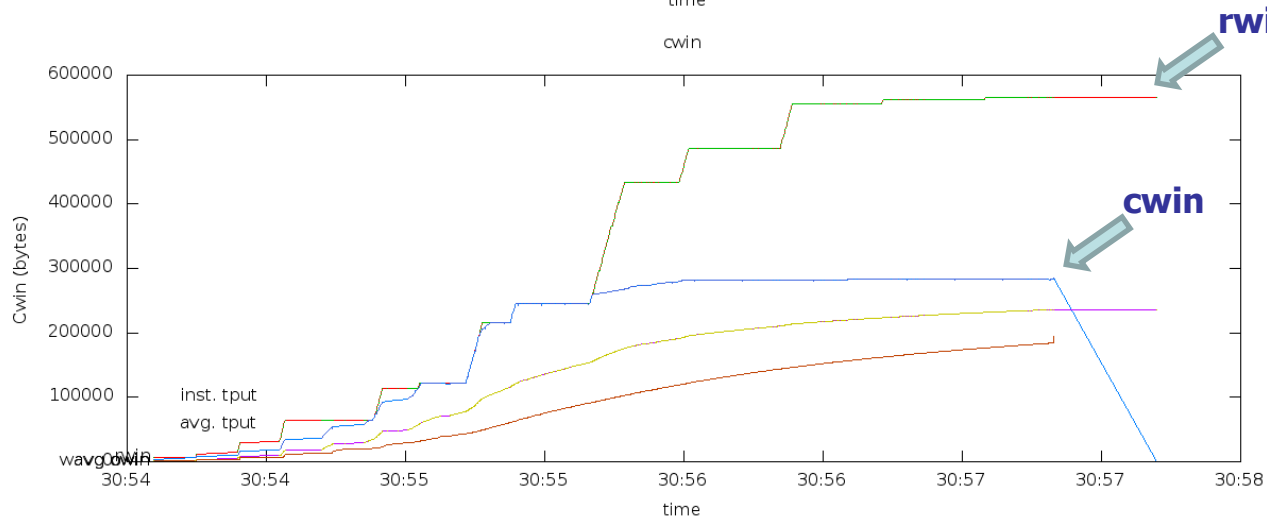


# 7M 150ms durata test 3sec

192.168.138.2:52892\_==>\_192.168.61.10:5001 (throughput)



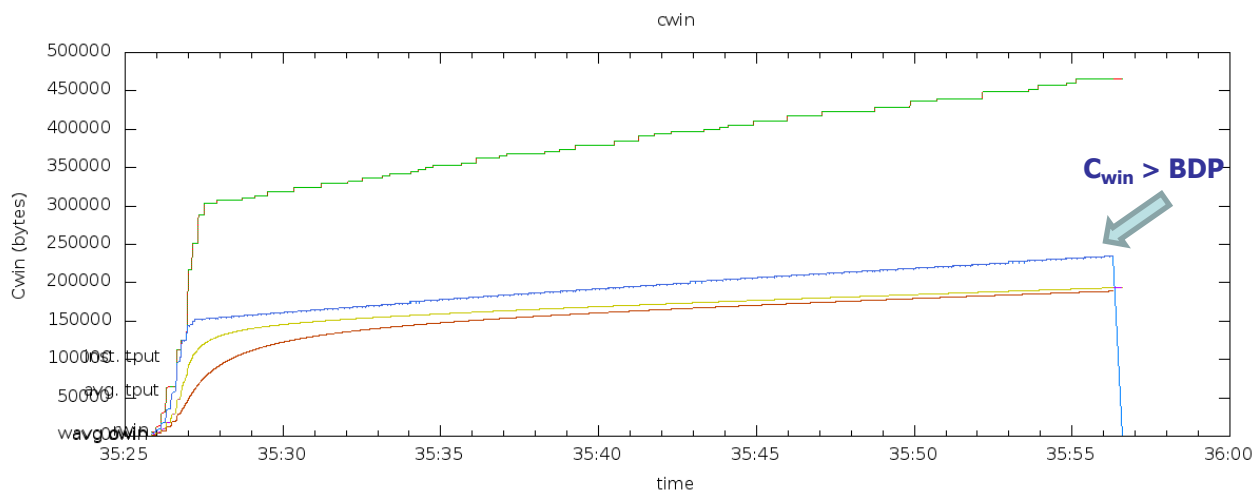
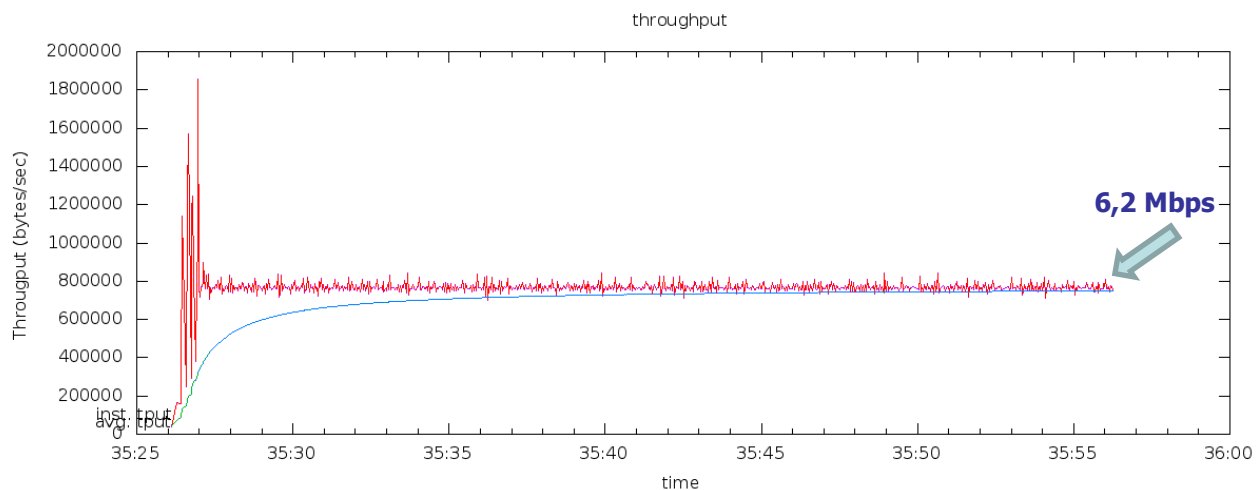
- Media Throughput istantaneo
- Throughput Medio



- Rwin
- Cwin
- Cwin media
- Cwin media pesata su campioni

# 7M 150ms durata test 30sec

192.168.138.2:42822\_==>\_192.168.61.10:5001 (throughput)

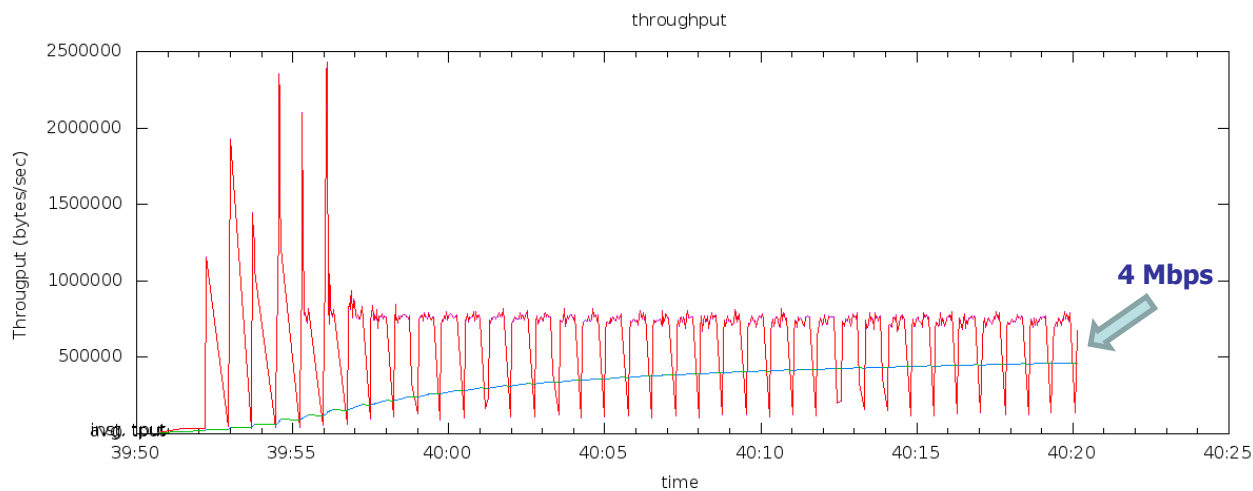


**BDP=131250 byte**

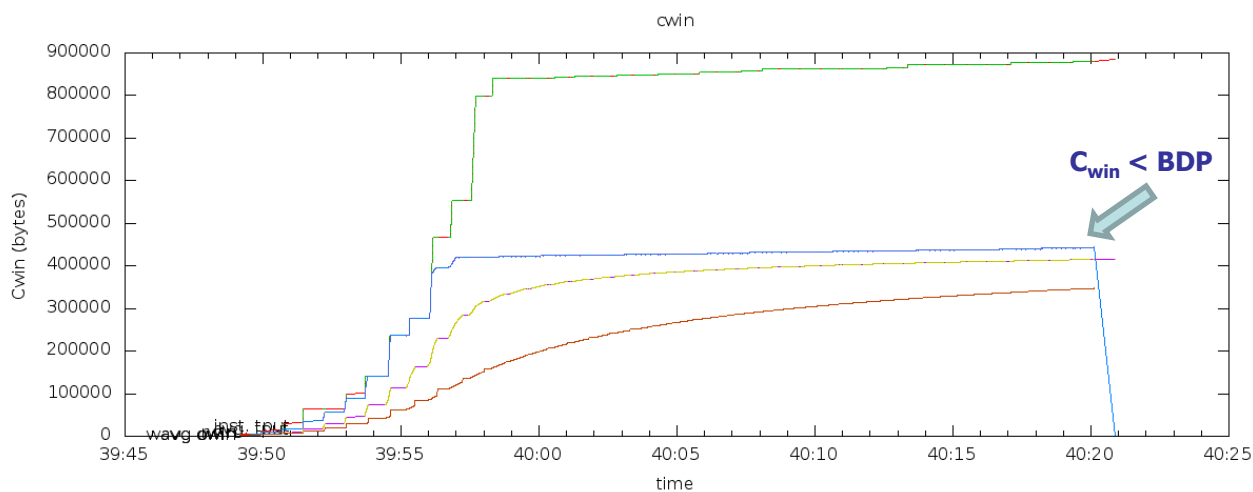
**$C_{win}$ =240000 byte**

# 7M 750ms durata test 30sec

192.168.138.2:48000\_==>\_192.168.61.10:5001 (throughput)



$Th = C_{win} / RTT$



$BDP = 656250$  byte

$C_{win} = 400000$  byte

# Dimensionamento di una misura: Startup TCP

## □ Durata fase di Slow-Start:

$$\text{slow-start} = \lceil \log_2 (\text{ideal\_window\_size\_in\_MSS}) \rceil * RTT$$

## □ Time to reach 90% of the achievable bandwidth:

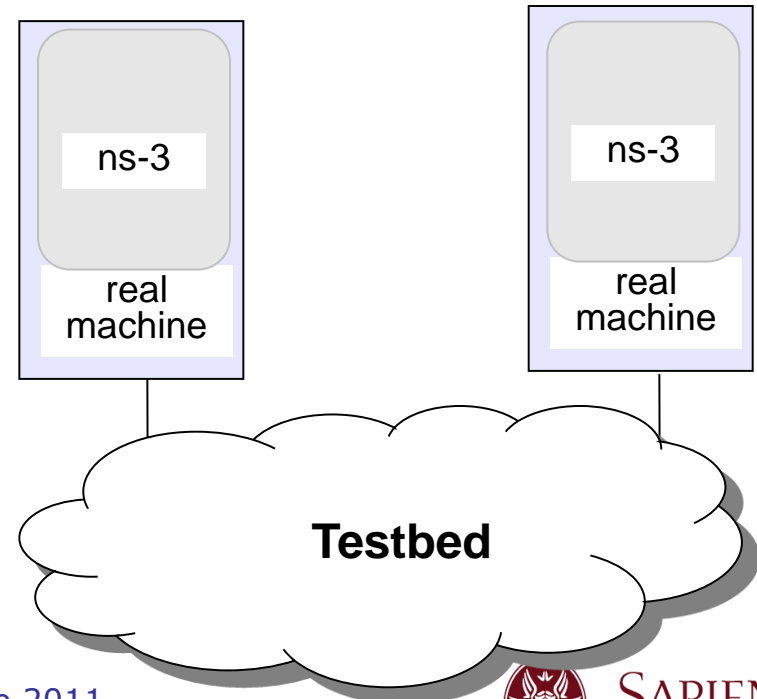
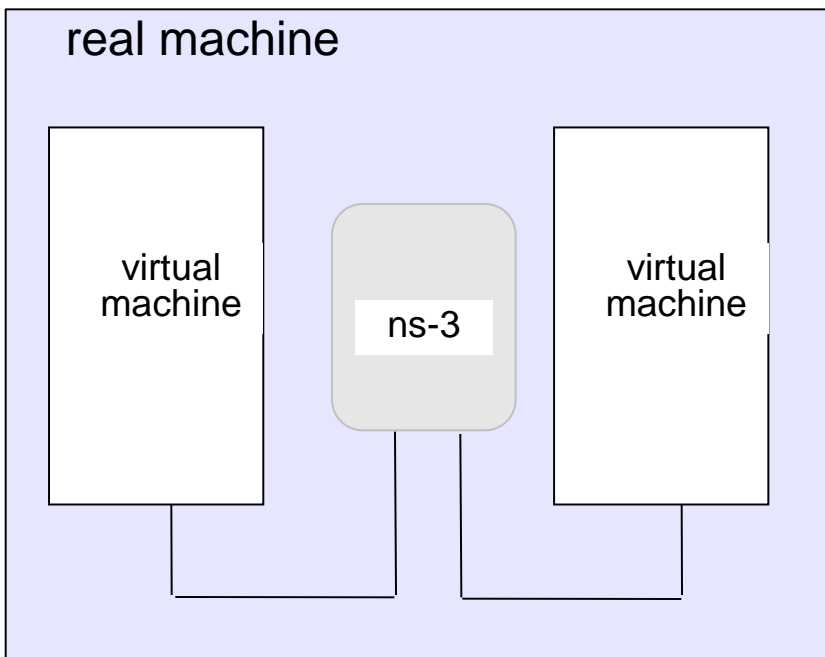
$$\text{time} = 10 * \text{slow\_start\_duration} - 10 * RTT$$

## □ Risultati sperimentali/simulativi

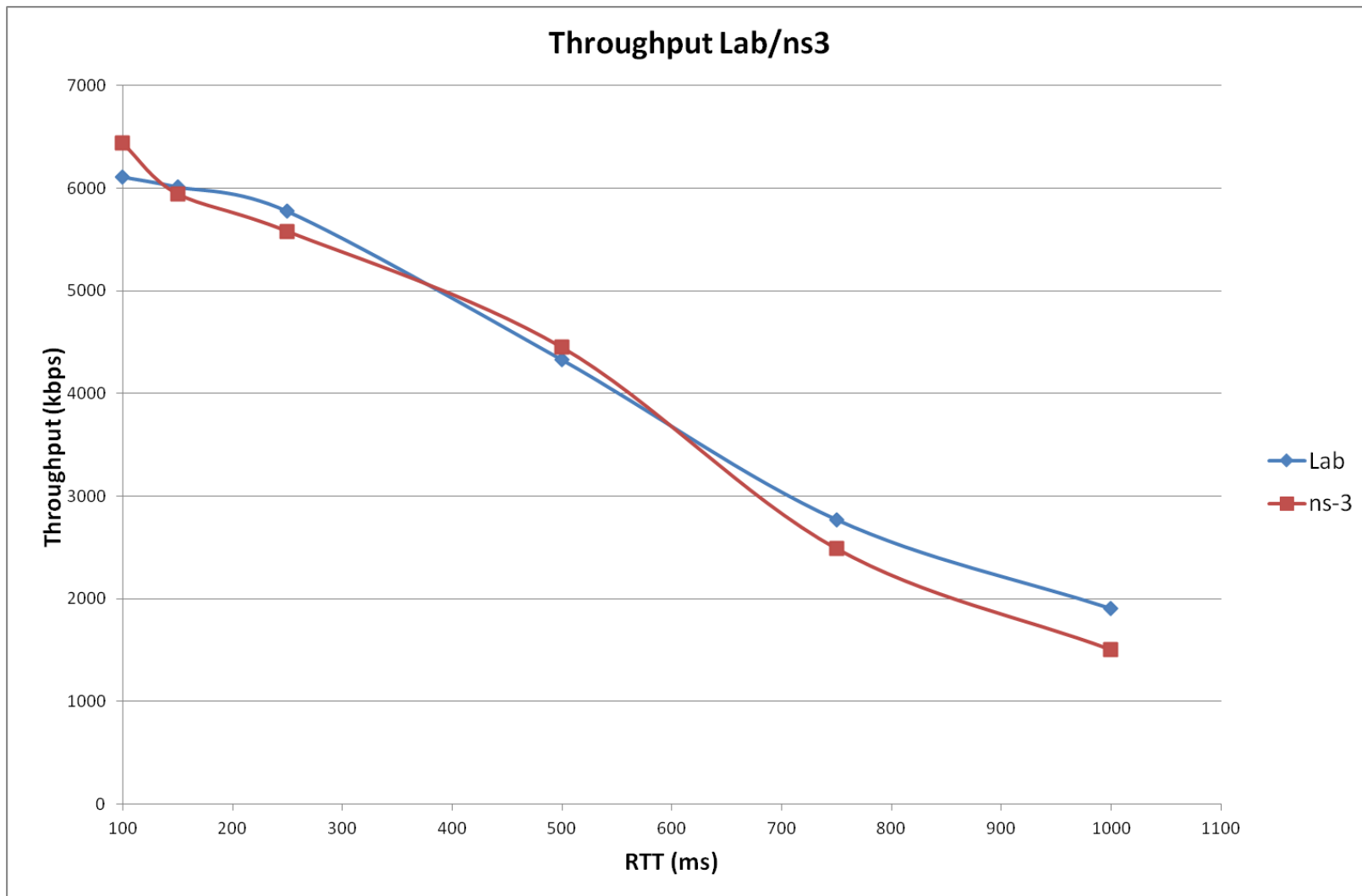
- 7Mbps-150ms network path
  - slow start  $\sim$  1sec
  - time = 8.5sec
- 7Mbps-750ms network path
  - slow start  $\sim$  7sec
  - time > 30sec

## NS-3

- ❑ Simulatore di rete a eventi discreti, free e open source
- ❑ Scritto in C++ (+ Python), struttura Object Oriented
- ❑ Input/Output con estensioni compatibili agli standard dei più comuni software di rete (es. WireShark)
- ❑ Prevede l'interazione con i sistemi reali in due modalità

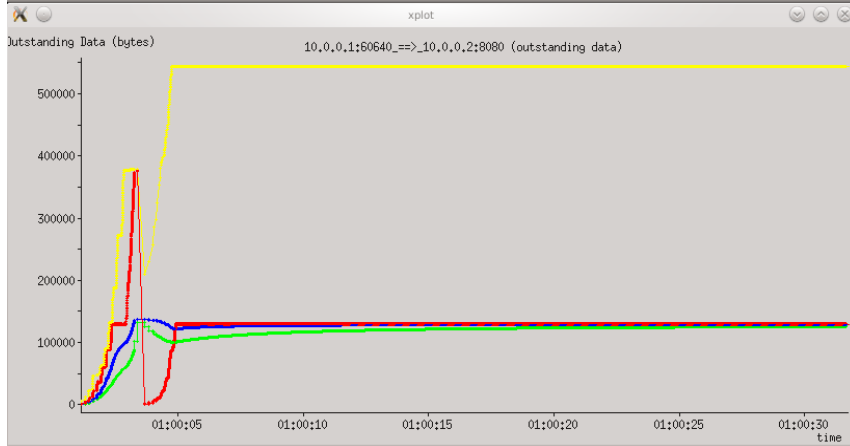
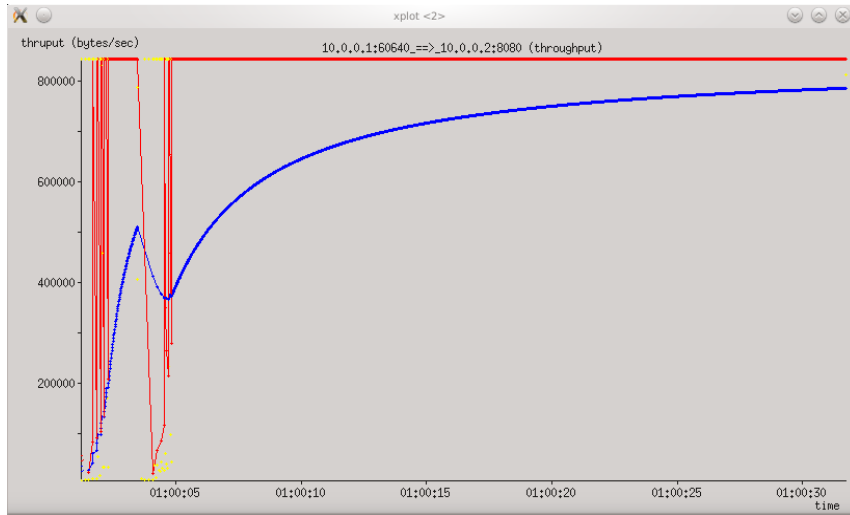


# Confronto risultati sperimentali/simulati

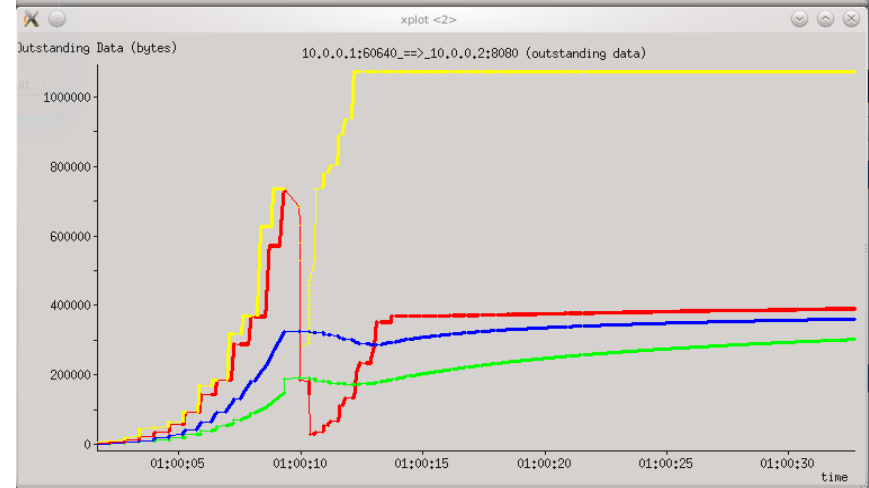
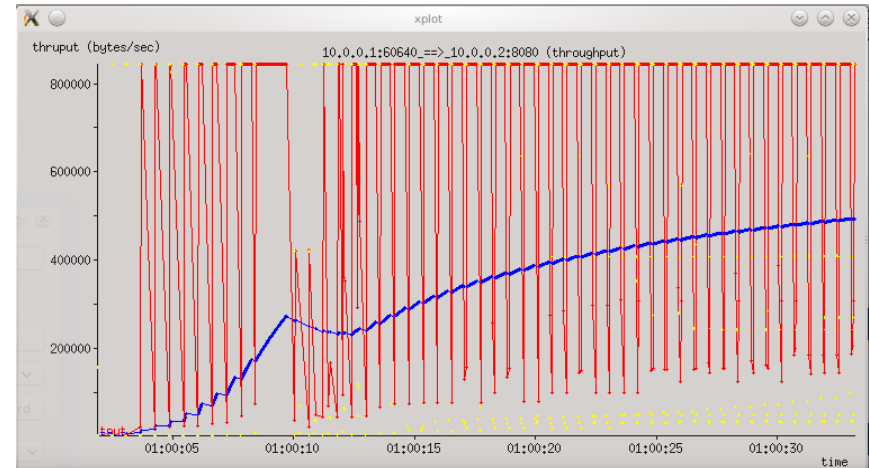


# Risultati Simulativi: 7M durata del test 30sec

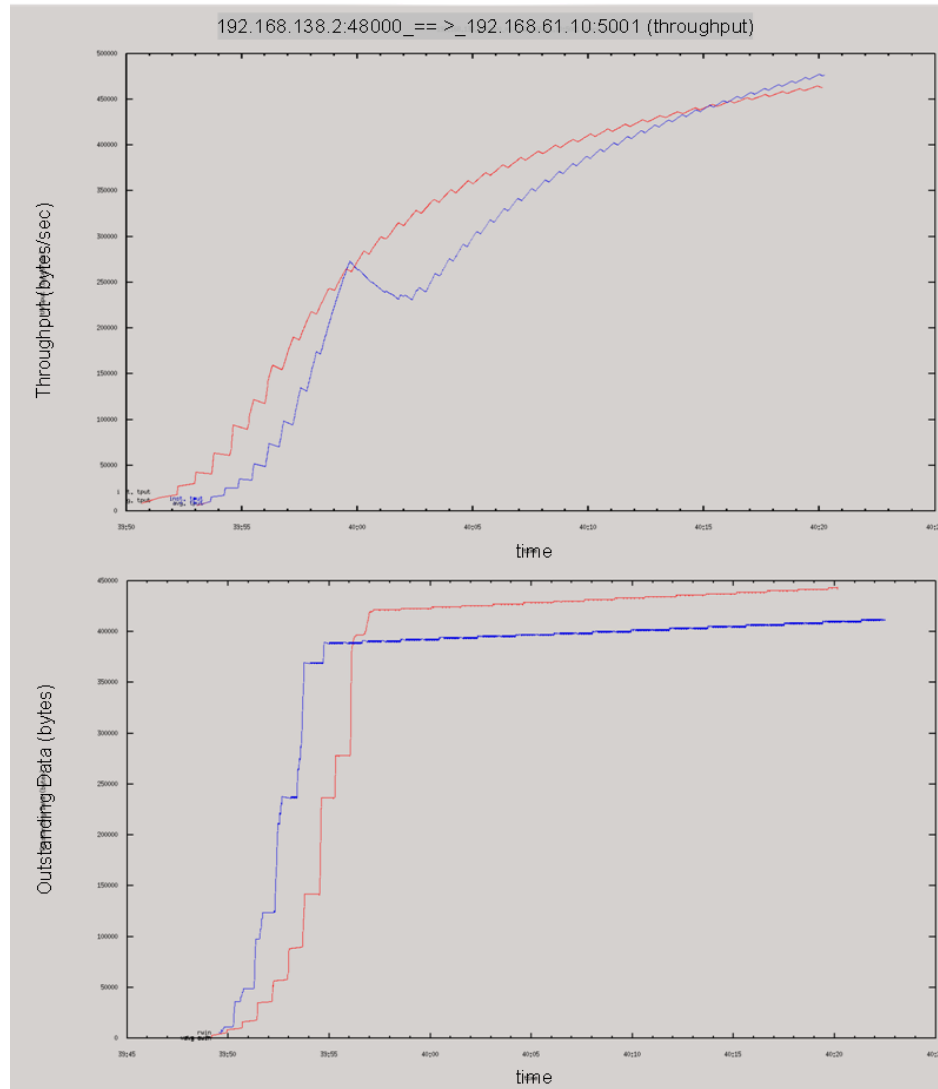
RTT=150ms



RTT=750ms



# Throughput e CWIN test bed/ns-3



— LAB.  
AVG Throughput

— NS-3 SYM.  
AVG Throughput

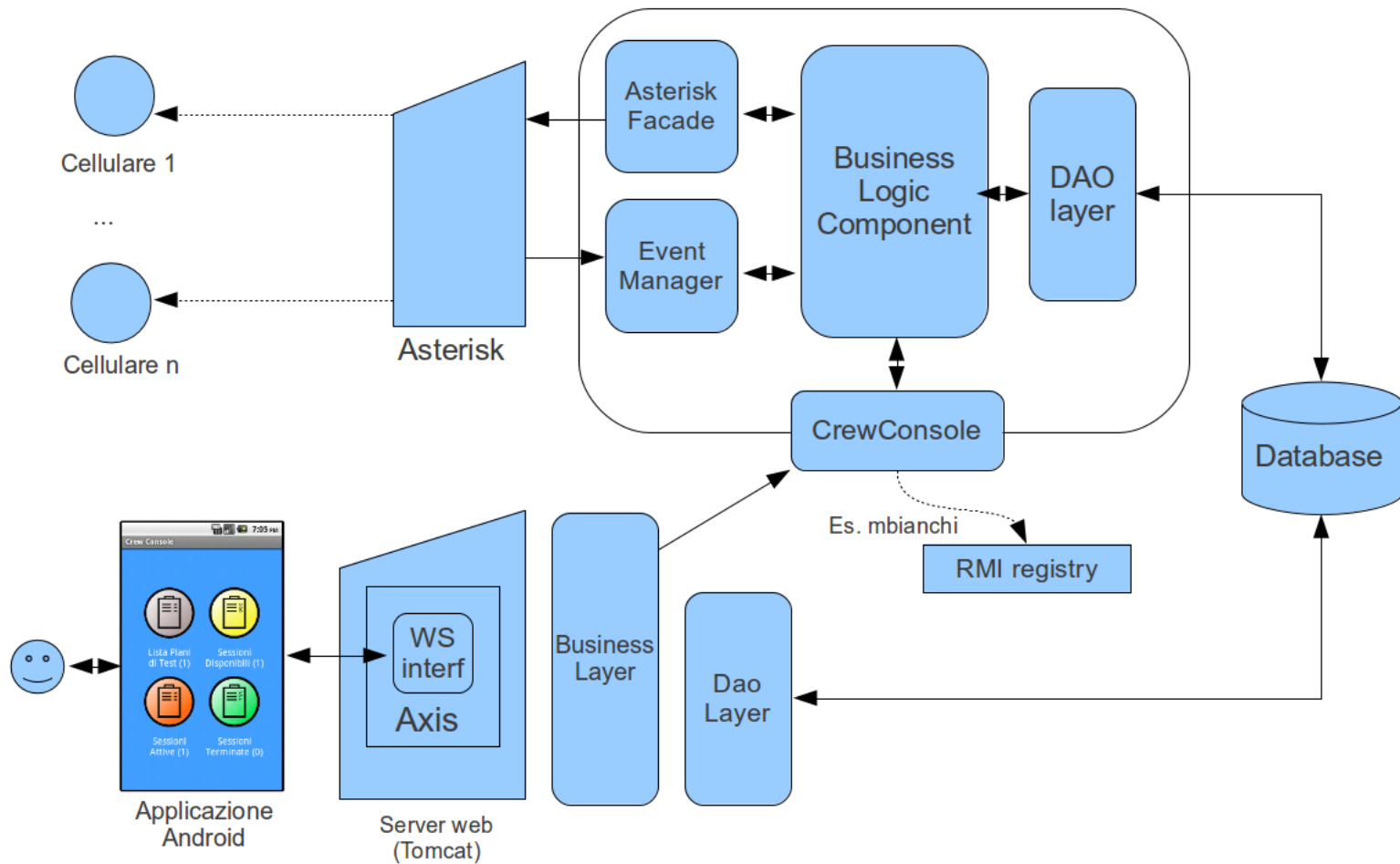
— LAB.  
AVG CWND

— NS-3 SYM.  
AVG CWND

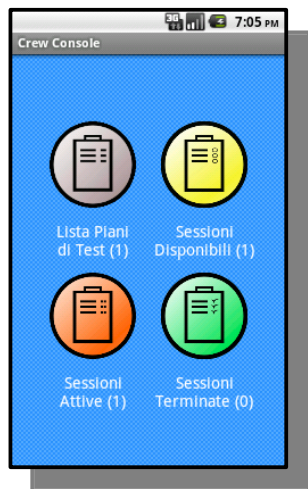
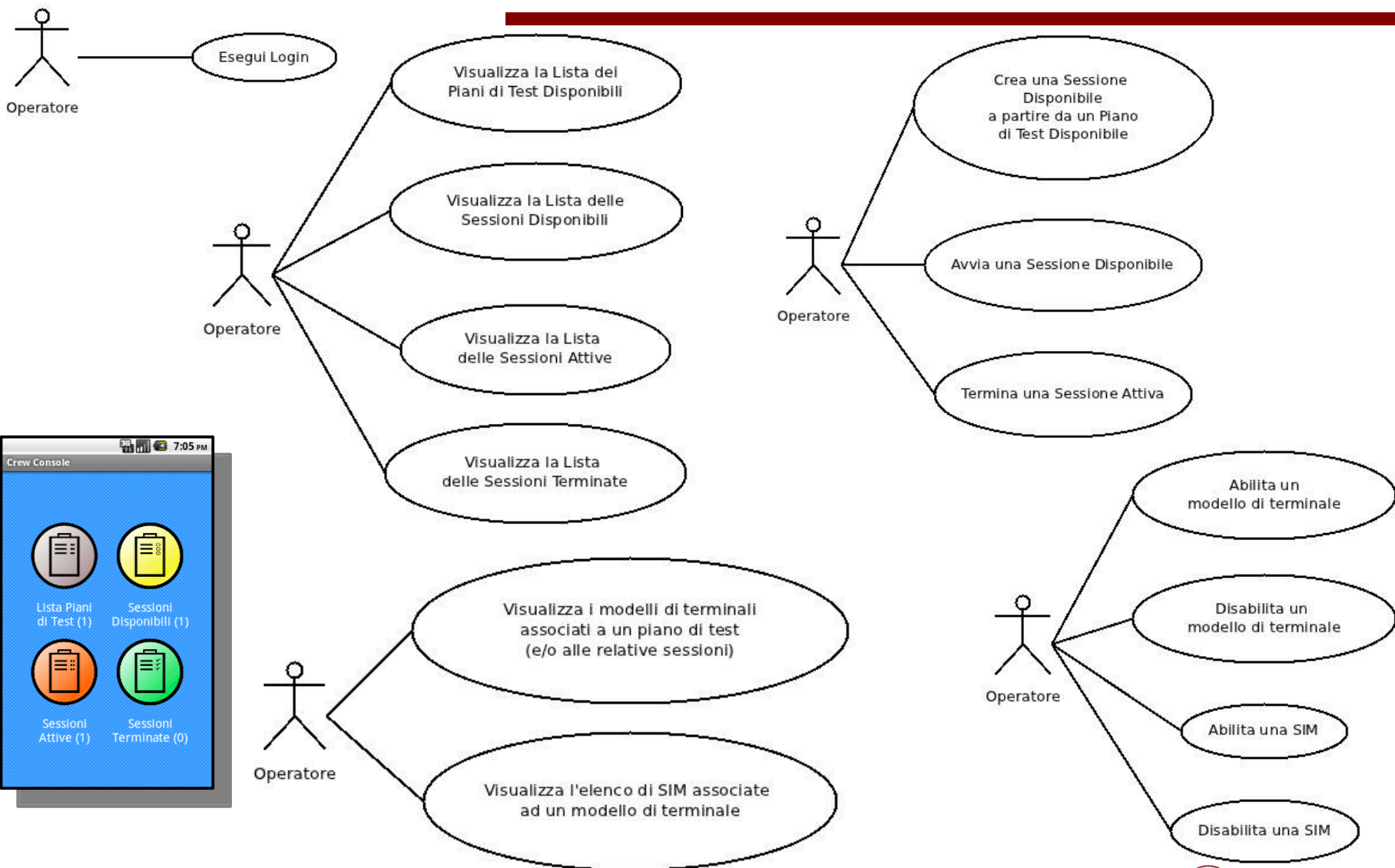
## Attività di ricerca

- ❑ Sperimentazione tecniche di misura basate su
  - diverse implementazione del TCP
    - identificazione stack TCP che meglio rappresenta il servizio offerto dall' accesso mobile
  - aumento della finestra iniziale di congestione del TCP
  - implementazione di test di throughput basati su flussi TCP paralleli
  - aumento dimensione socket buffer
  
- ❑ Simulazione delle tecniche di misura in:
  - diverse condizioni di rete (packet loss, variabilità ritardi)
  - canali radio LTE
  
- ❑ Studio statistica di throughput in funzione RTT
  - RTT andamento non deterministico
  - asimmetria del canale

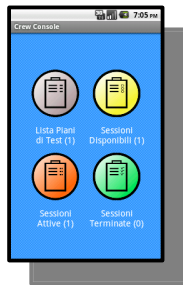
# Architettura Sistema QosMo



# Funzionalità per operatore



# Scenario Demo



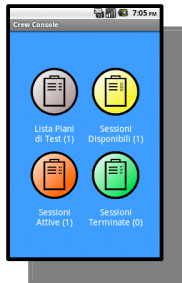
IPhone 4 – TIM



IPhone 4 – Vodafone



SamsungC3050 – TIM



Nokia N8 – TIM



Nokia N8 – Vodafone

# Snapshot Database

+ Opzioni

<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			id	callingPartyId	calledPartyId	callType	startCallTime	answerCallTime	hangUpTime	setupTime	duration	sfrResult	dcrResult	AsteriskCodesMap_id	MeasurementSession_id
<input type="checkbox"/>			148592	autouno-5	3454080369	SFR	2011-12-12 13:58:09	2011-12-12 13:58:19	2011-12-12 13:58:50	10322	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148591	autouno-5	3341786389	SFR	2011-12-12 13:58:09	2011-12-12 13:58:17	2011-12-12 13:58:48	8417	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148590	autodue-2	3391456539	SFR	2011-12-12 13:58:04	2011-12-12 13:58:15	2011-12-12 13:58:45	10258	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148589	autodue-2	3454675085	SFR	2011-12-12 13:58:04	2011-12-12 13:58:14	2011-12-12 13:58:45	10162	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148588	autodue-4	3669561918	SFR	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:12	2011-12-12 13:58:42	10336	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148587	autodue-4	3470496172	SFR	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:12	2011-12-12 13:58:42	10145	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148586	autouno-4	3423778642	SFR	2011-12-12 13:58:07	2011-12-12 13:58:11	2011-12-12 13:58:41	4100	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148585	autouno-4	3661015576	SFR	2011-12-12 13:58:07	2011-12-12 13:58:11	2011-12-12 13:58:41	4075	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148584	autouno-2	3661732255	SFR	2011-12-12 13:58:04	2011-12-12 13:58:10	2011-12-12 13:58:40	5778	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148583	autouno-1	3395393240	SFR	2011-12-12 13:58:03	2011-12-12 13:58:10	2011-12-12 13:58:40	6787	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148582	autouno-2	3454080376	SFR	2011-12-12 13:58:04	2011-12-12 13:58:10	2011-12-12 13:58:40	5506	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148581	autouno-3	3313072722	SFR	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:10	2011-12-12 13:58:40	8683	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148580	autouno-3	3472174057	SFR	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:09	2011-12-12 13:58:40	8268	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148579	autouno-1	3423531831	SFR	2011-12-12 13:58:03	2011-12-12 13:58:08	2011-12-12 13:58:38	4867	30362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148578	autodue-5	3668905061	SFR	2011-12-12 13:57:57	2011-12-12 13:58:07	2011-12-12 13:58:37	9659	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148577	autodue-3	3470498041	SFR	2011-12-12 13:57:59	2011-12-12 13:58:06	2011-12-12 13:58:36	6856	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148576	autodue-3	3317987231	SFR	2011-12-12 13:57:59	2011-12-12 13:58:05	2011-12-12 13:58:35	5390	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148575	autodue-5	3456454568	SFR	2011-12-12 13:57:57	2011-12-12 13:58:03	2011-12-12 13:58:34	6433	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148574	autodue-1	3454080347	SFR	2011-12-12 13:57:54	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:32	6770	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148573	autodue-1	3341787026	SFR	2011-12-12 13:57:54	2011-12-12 13:58:01	2011-12-12 13:58:31	6505	30362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148572	autouno-5	3341786389	DCR	2011-12-12 13:55:09	2011-12-12 13:55:21	2011-12-12 13:57:22	12161	120362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148571	autouno-5	3454080369	DCR	2011-12-12 13:55:09	2011-12-12 13:55:18	2011-12-12 13:57:18	8553	120362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148570	autouno-1	3395393240	DCR	2011-12-12 13:55:03	2011-12-12 13:55:16	2011-12-12 13:57:17	13182	120362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148569	autodue-2	3391456539	DCR	2011-12-12 13:55:04	2011-12-12 13:55:16	2011-12-12 13:57:16	11424	120362	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148568	autodue-2	3454675085	DCR	2011-12-12 13:55:04	2011-12-12 13:55:15	2011-12-12 13:57:15	10457	120361	1	1	16	142
<input type="checkbox"/>			148567	autouno-3	3313072722	DCR	2011-12-12 13:55:01	2011-12-12 13:55:13	2011-12-12 13:57:13	11985	120362	1	1	16	141
<input type="checkbox"/>			148566	autodue-4	3669561918	DCR	2011-12-12 13:55:01	2011-12-12 13:55:12	2011-12-12 13:57:12	10181	120362	1	1	16	142

# Publicazioni

- ❑ *Chapter: "Propagation and interference issues related to the use of Femtocells", "Femtocell Communications: Business Opportunities and Deployment Challenges", IGI Global. **D.Di Zenobio, M.Celidonio, L.Pulcini, A.Rufini***
- ❑ *"Femtocell Tech combined to a condominium cabled infrastructure", **M.Celidonio, D.Di Zenobio, L.Pulcini, A.Rufini**; IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, Nüremberg, Germany, 2011*
- ❑ *"An integrated access network infrastructure combining femtocells to existing cabled networks", **M.Celidonio, D.Di Zenobio, L.Pulcini, A.Rufini**; Wireless Telecommunications Symposium WTS2011, New York, 2011*
- ❑ *"Experimental Study on Protection Distances between LTE and DVB-T Stations Operating in Adjacent UHF Frequency Bands", **A.Aloisi, M.Celidonio, L.Pulcini, A.Rufini**; Wireless Telecommunications Symposium WTS2011, New York, 2011*
- ❑ *"A Simulation Study of Broadband Mobile Systems Interference on DVB-T Systems Operating in the UHF Frequency Band", **A.Aloisi, M.Celidonio, L.Pulcini, A.Rufini**; Future Network and MobileSummit 2011, Poland, 2011*

---

# Pubblicazioni

---

- ❑ *“A Femtocellular-Cabled Solution for Broadband Wireless Access: A Qualitative and Comparative Analysis”*, **M.Celidonio, D.Di Zenobio, L.Pulcini, A.Rufini**; International Journal of Interdisciplinary Telecommunications and Networking (IJITN) 3(2), 38-50, April-June 2011
- ❑ *“LTE and DVB-T Coexistence: A Simulation Study in the UHF Frequency Band ”*, **M.Celidonio, L.Pulcini, A.Rufini**; Journal of Communication and Computer (JCC), 2011
- ❑ *“Experimental and simulation investigation on the optimization of TCP operating in wireless environment”*, **P.Bolletta, M.Giuntini, A.Rufini, E.Tarantino**; Submitted to European Transaction on Telecommunications