

Misure e statistiche di perdita di pacchetti ed errori su un canale Wi-Fi

Candidato: Antonio De Maglio

Tutore accademico: Prof. Maurizio Bonuccelli

Tutore aziendale: Ing. Francesco Potortì

Tirocinio svolto presso l'Istituto di Scienza e tecnologia
dell'informazione-CNR

Scopo del tirocinio

Negli ultimi anni, il bisogno di collegarsi ad Internet in qualunque momento e luogo ci si trovi ha portato al proliferare di reti di tipo wireless (senza fili).

Oggetto di questo tirocinio è la presentazione di misure e statistiche riguardanti le perdite di pacchetti ed errori nei bit in una rete conforme allo standard IEEE802.11b e costituita da due calcolatori .

Le statistiche sono state effettuate sia prendendo come punto di riferimento il frame, ma anche analizzando la corruzione dei bit all'interno del frame.

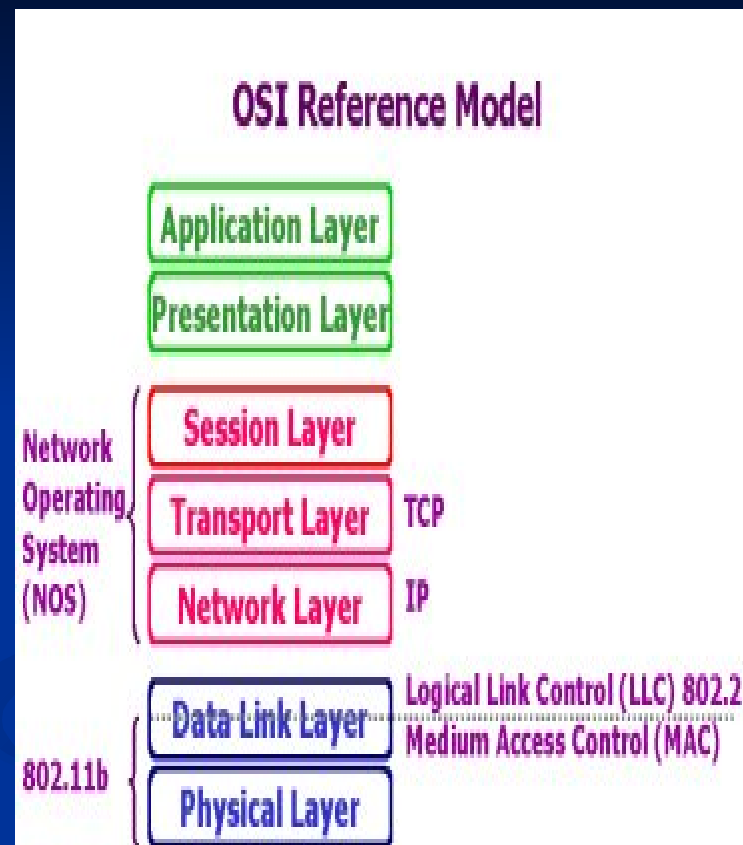
Lo standard IEEE802.11b

Lo standard IEEE802.11b è collocato, nel modello *ISO OSI*, fra il “*Data Link Layer*” ed il “*Physical Layer*”.

Il “*Data Link Layer*” è composto di due sottolivelli: il “*Logical Link Control*” (LLC) ed il “*Media Access Control*” (MAC).

Il sottolivello LLC, descritto nello standard IEEE 802.2, è comune a tutte le LAN mentre il sottolivello MAC ed il Physical Layer dipendono dal tipo di LAN e sono descritti nei rispettivi standard.

Le statistiche sono state effettuate sui frame di livello 2 del modello *ISO OSI*.



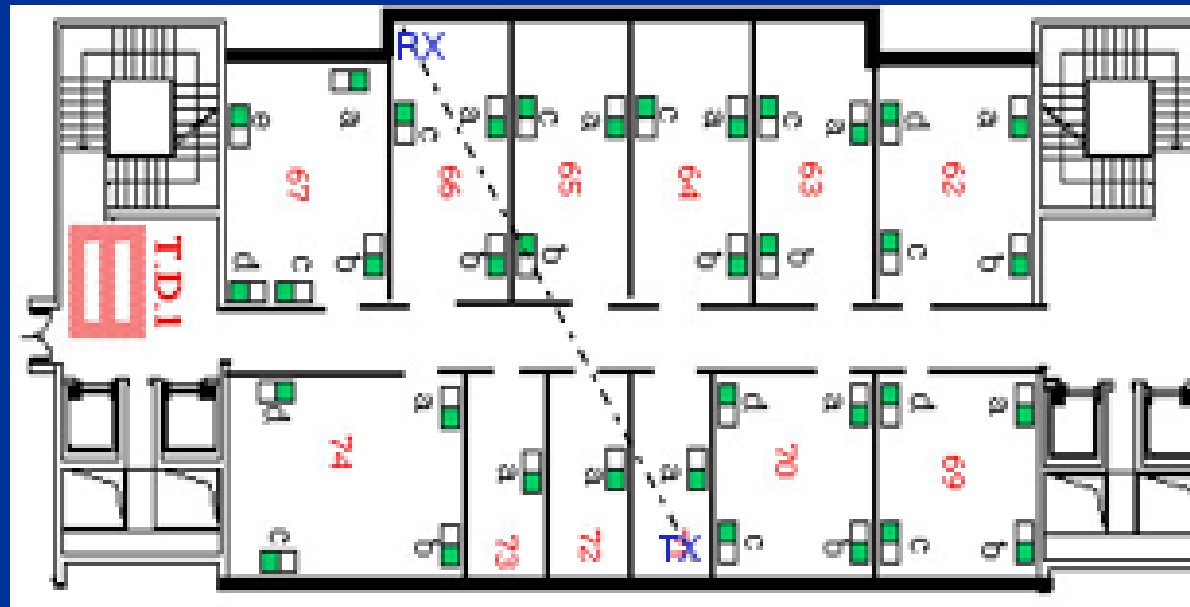
Gli strumenti utilizzati

- **Hardware:**
 - 1 Portatile IBM Thinkpad R40e
 - 1 Portatile Acer Travelmate 220
 - 1 scheda di rete wireless Linksys WPC11
 - 1 scheda di rete wireless Cnet CNWLC-811
- **Software:**
 - Software trasmettitore
 - Software ricevitore

Le statistiche sono state effettuate utilizzando script Octave e Gawk, estraendo le informazioni dai file di log del software ricevitore.

Ambiente di misura

- I due portatili sono stati posizionati in due stanze diverse ad una distanza di circa 15 metri. Nella stanza dove è posto il ricevitore sono presenti quattro persone, nell'altra una persona
- Le misure sono state effettuate in ambiente interno



Parametri di misura

1. Il preambolo PLCP utilizzato è di tipo lungo;
2. La rete utilizzata è di tipo ad hoc;
3. Il frame non viene ritrasmesso a seguito della sua perdita.
4. Il trasmettitore invia un frame ogni 50 ms;
5. La misura ha una durata temporale pari a 18 giorni;
6. La velocità di trasmissione del frame è fissata a 11 Mbit/s;
7. La dimensione del frame è di 1500 byte

Stato del frame

Un frame può essere:

- **Ricevuto correttamente:** quando tutti i suoi bit sono stati ricevuti correttamente;
- **Perso:** quando almeno uno dei primi 96 bit non è stato ricevuto correttamente;
- **Ricevuto corrotto:** in ogni altro caso.

Le statistiche effettuate

Le statistiche effettuate a livello di frame sono :

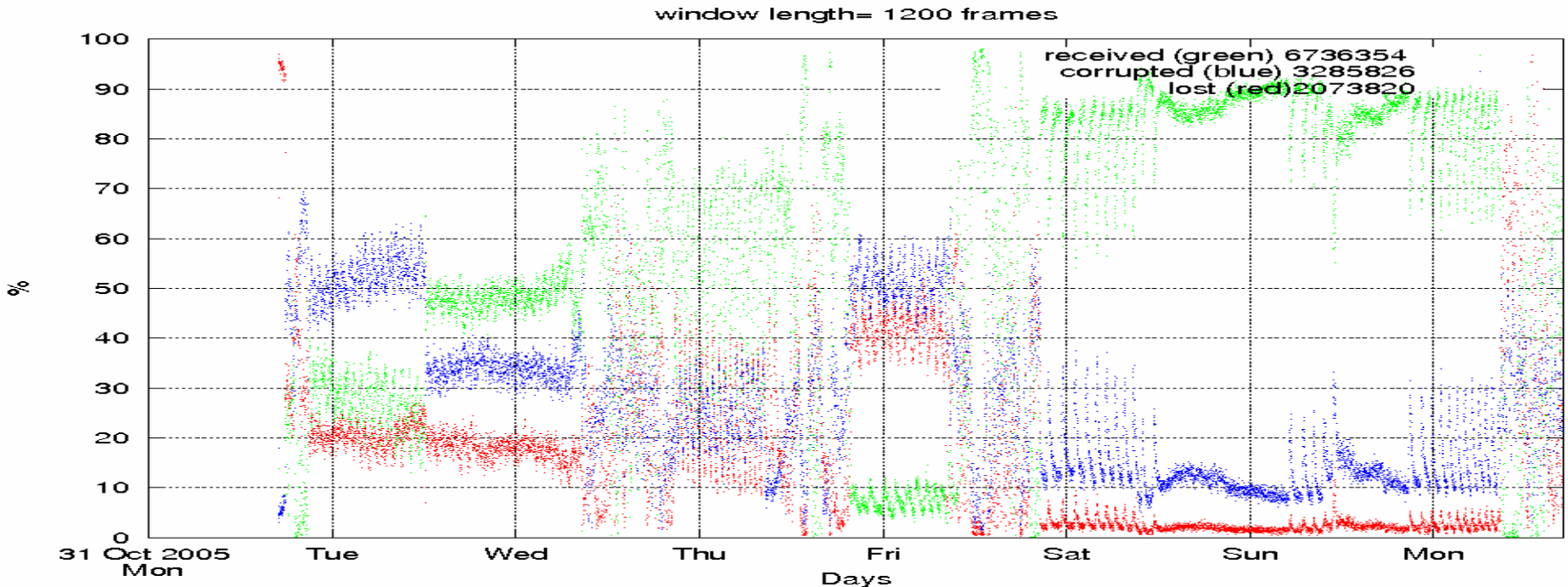
2. Media su intervalli temporali disgiunti
3. Densità di probabilità associata alla lunghezza dei treni di frame non ricevuti correttamente
4. Densità di probabilità associata alla lunghezza dei treni di frame ricevuti correttamente

Le statistiche a livello di bit, sono :

7. Densità di probabilità del numero di bit corrotti per frame
8. Densità di probabilità associata alla lunghezza dei treni di bit non ricevuti correttamente
9. Densità di probabilità associata alla lunghezza dei treni di bit ricevuti correttamente

Media su intervalli disgiunti

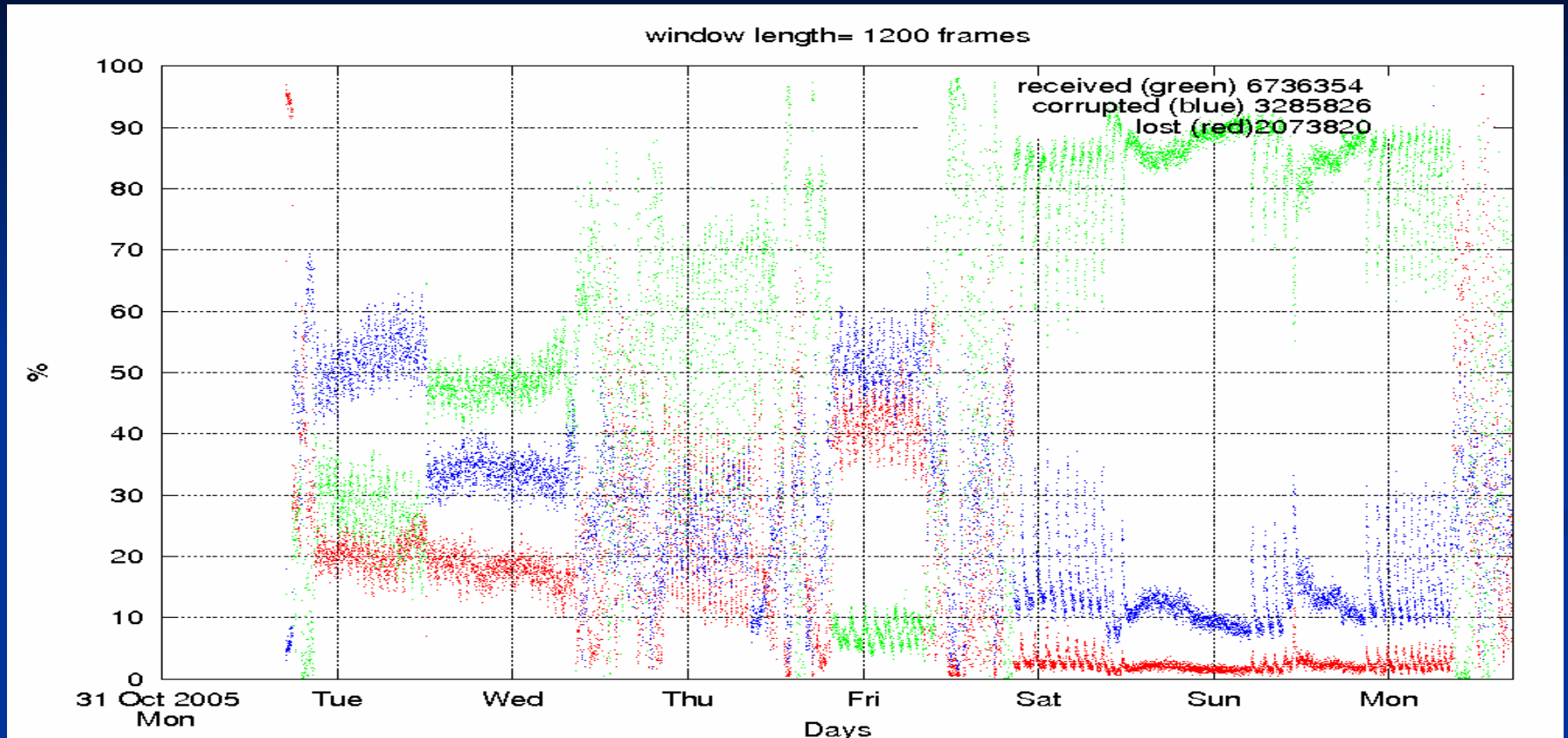
Prima settimana



sono stati trasmessi 12.096.000 frame di cui:

- 6.736.354 ricevuti correttamente, pari al 55,7%;
- 3.285.826 ricevuti corrotti, pari al 27,1%;
- 2.073.820 persi, pari al 17,2%.

Media su intervalli disgiunti

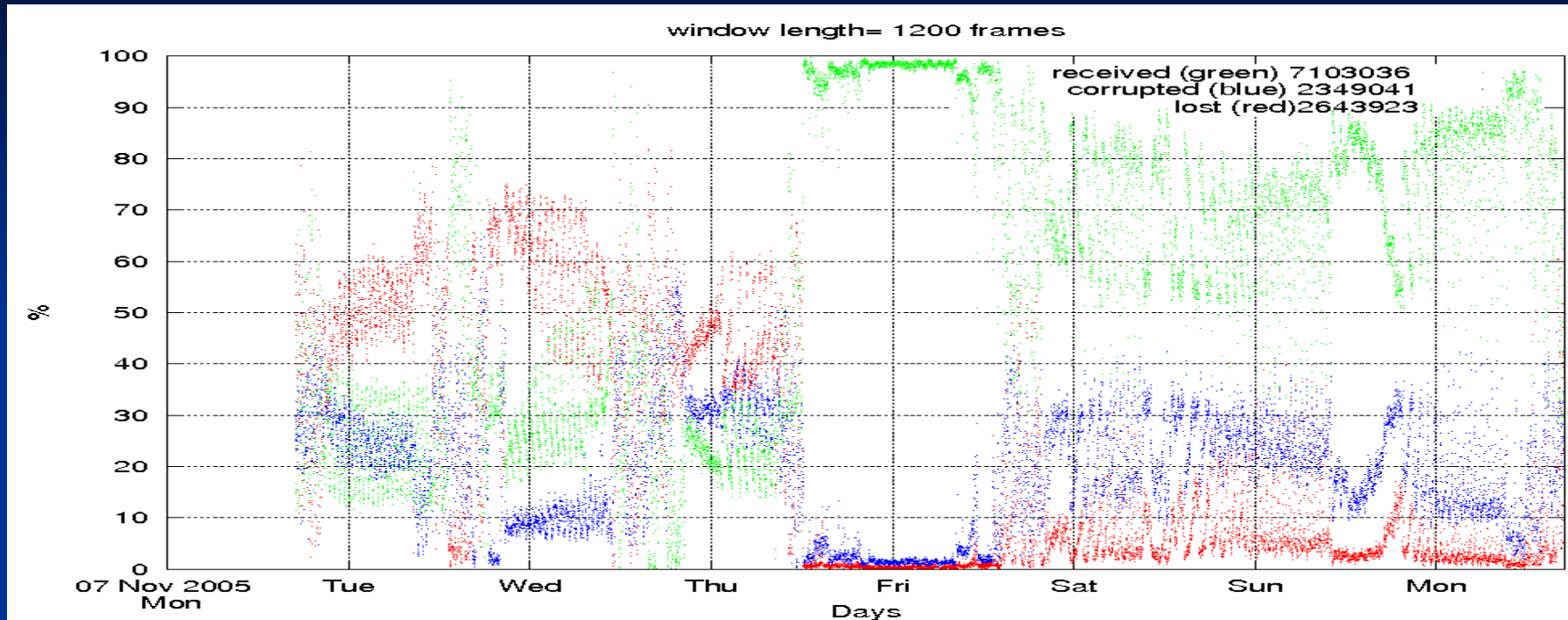


Gli andamenti mostrano periodi di stabilita' caratterizzati da un andamento costante e periodi di instabilita' in cui si verificano grandi oscillazioni.

Si nota un inversione fra ricevuti e corrotti avvenuta Tuesday alle ore 12:00 spiegabile con un cambiamento nella configurazione ambientale.

Media su intervalli disgiunti

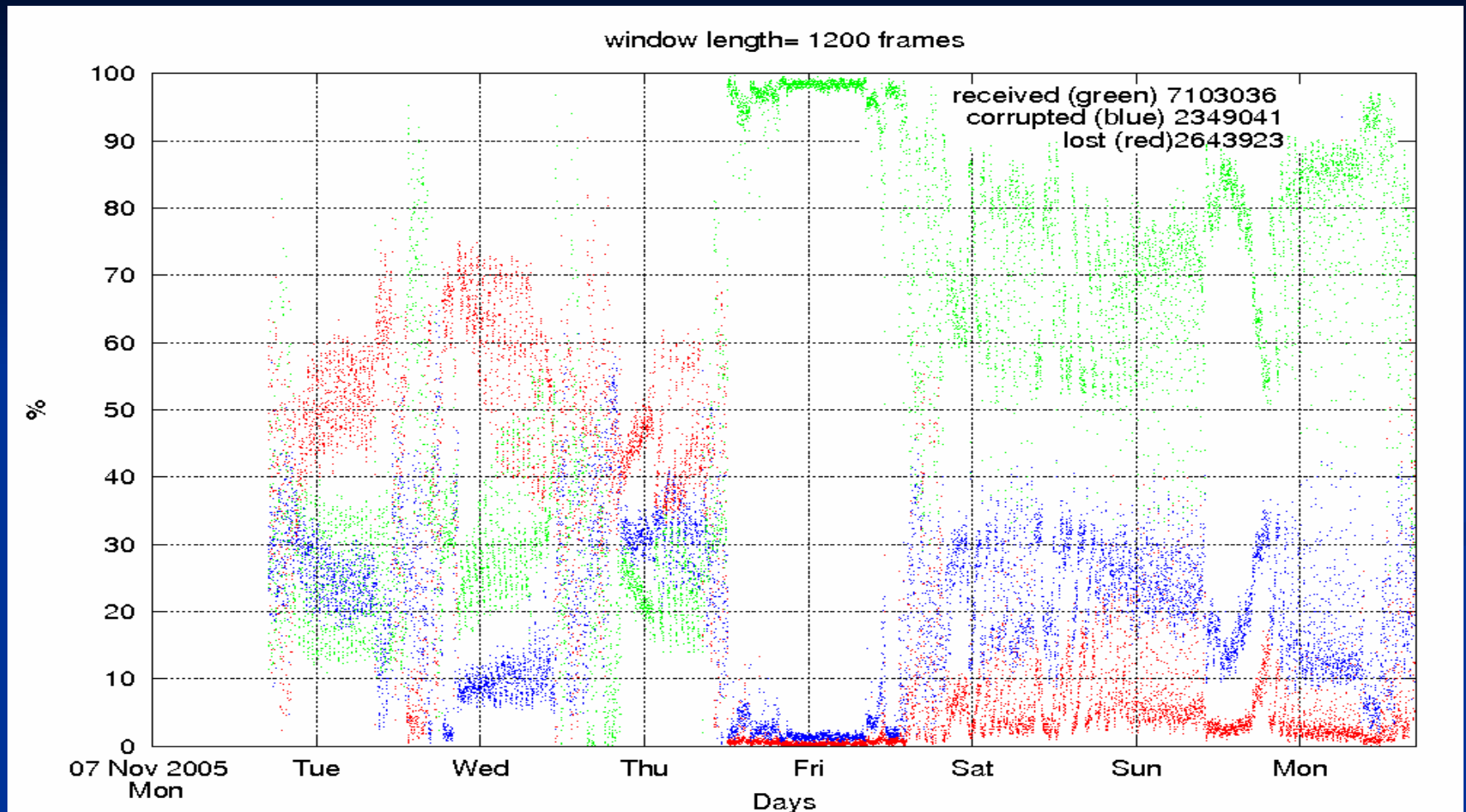
Seconda settimana



sono stati trasmessi 12.096.000 frame di cui:

- 7.103.036 ricevuti correttamente, pari al 58,7%;
- 2.349.041 ricevuti corrotti, pari al 19,4%;
- 2.643.923 persi, pari al 21,9%.

Media su intervalli disgiunti

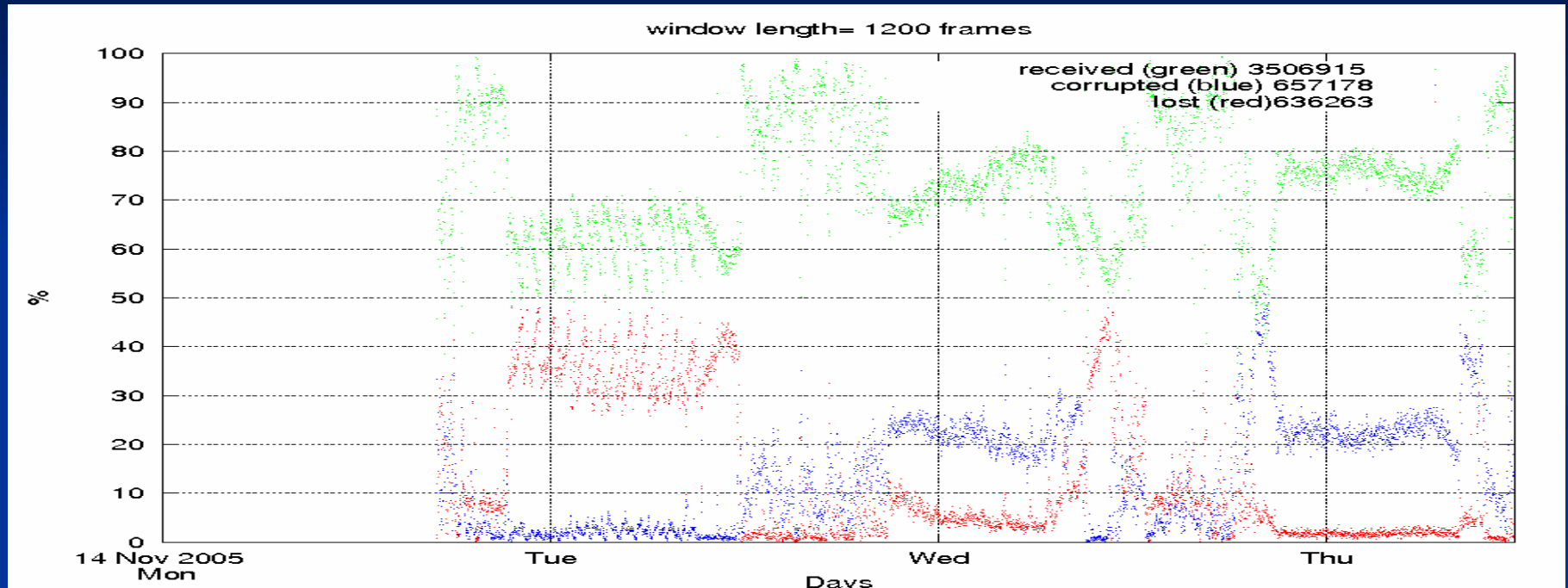


Si osservano fenomeni simili a quelli descritti nella prima settimana.

La misura e' caratterizzata da periodi in cui la media e' stabile e periodi di grandi fluttuazioni.

Media su intervalli disgiunti

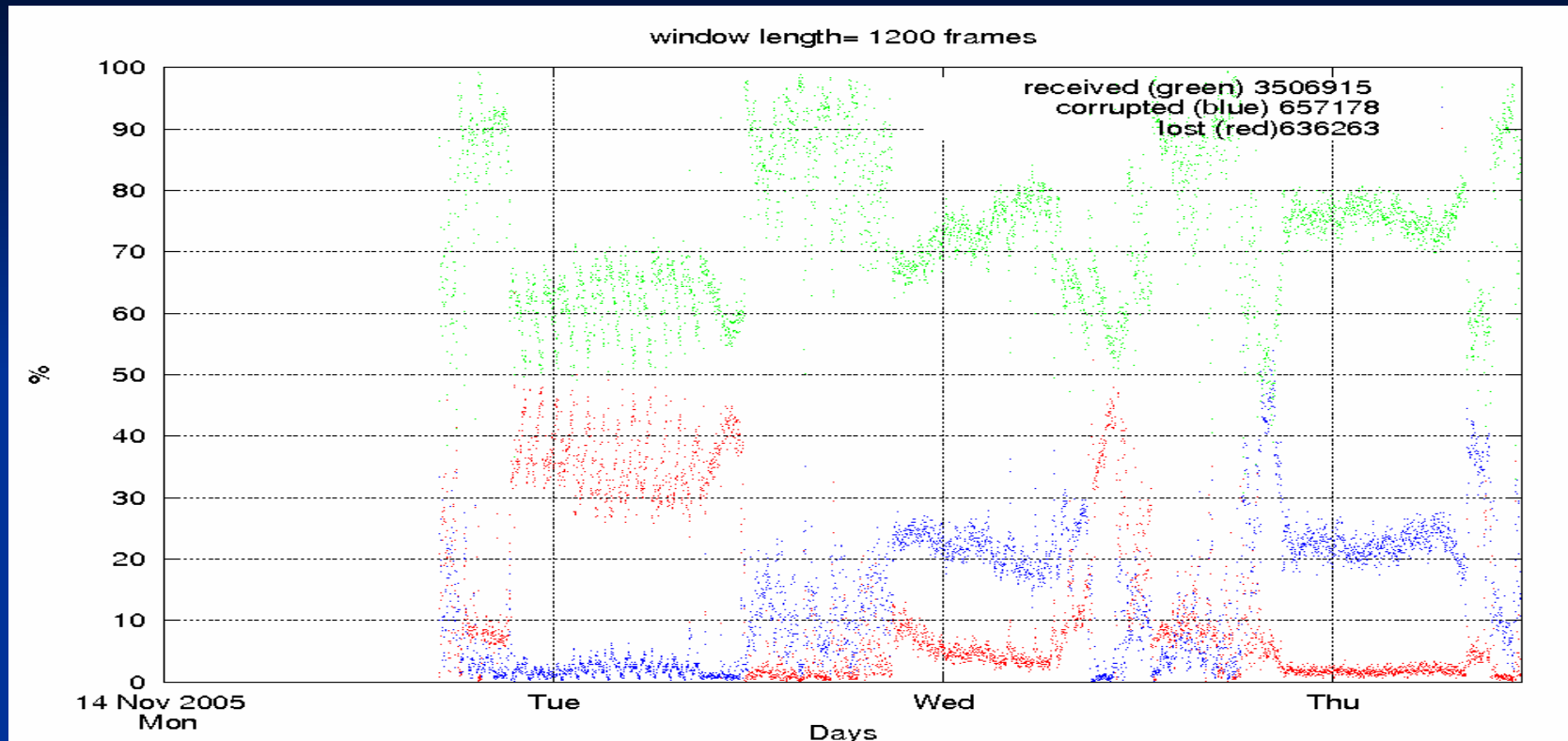
Terza settimana



sono stati trasmessi 4.800.356 frame di cui:

- 3.506.915 ricevuti correttamente, pari al 73%;
- 657.178 ricevuti corrotti, pari al 13,7%;
- 636.263 persi, pari al 13,3%.

Media su intervalli disgiunti



In questa terza settimana di misura si notano gli stessi fenomeni descritti precedentemente.

Si nota, inoltre che nel giorno di Wednesday e Thursday abbiamo una qualche forma di interferenza che porta ad un picco in giu' dei frame ricevuti correttamente.

Statistiche a livello di frame

Il log del ricevitore contiene sequenze di 0 e 1 dove :

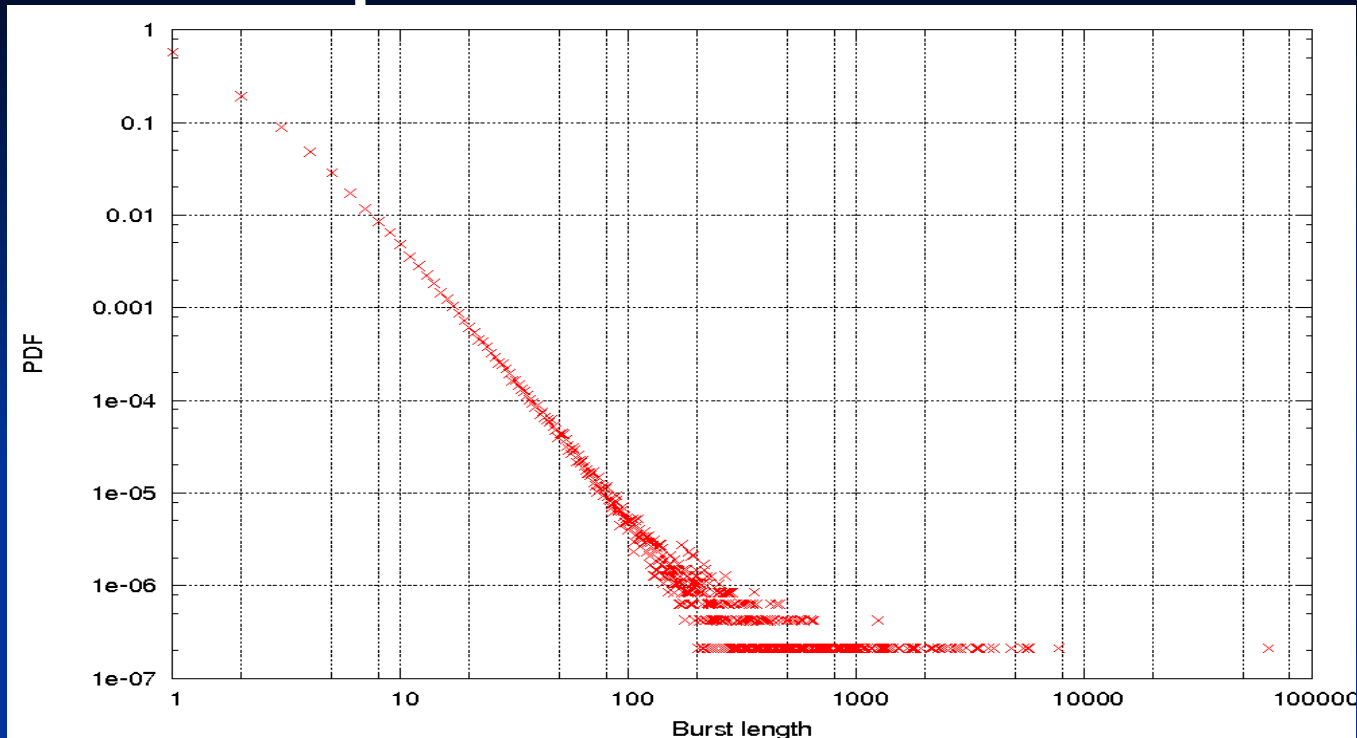
0 = frame ricevuto correttamente

1 = frame non ricevuto correttamente



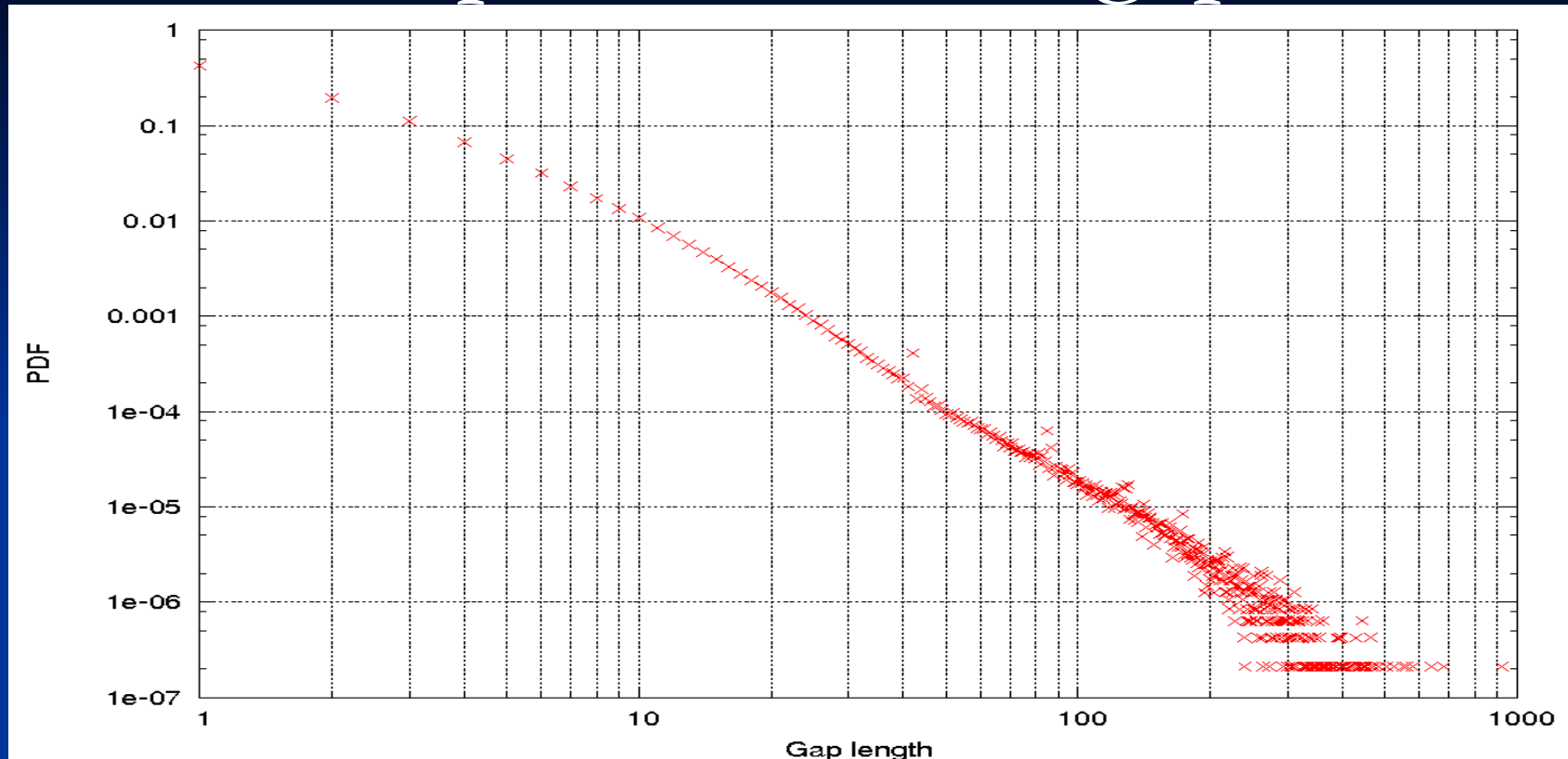
1. La lunghezza di un Burst è pari al numero di frame successivi non ricevuti correttamente
3. La lunghezza di un Gap è pari al numero di frame successivi ricevuti correttamente

Densità di probabilità dei burst di frame



- La probabilità di avere un burst di lunghezza 1 è pari a 0,57, mentre per un burst pari a 2 la densità di probabilità è 0,19; quindi, il 76% dei burst ha lunghezza minore di 3.
- Il grafico, che si basa su un campione di 4.740.000 burst, ed è in doppia scala logaritmica, assume un andamento linearmente decrescente fino ad una lunghezza dei burst non ricevuti prossima a 100.

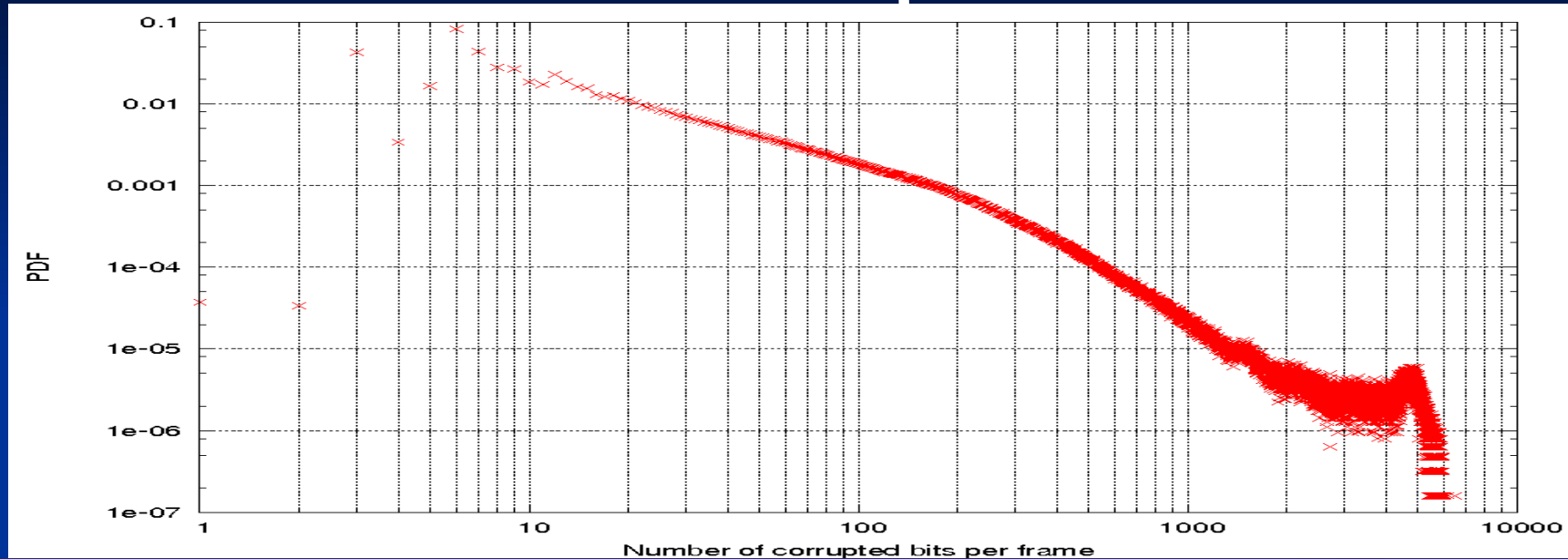
Densità di probabilità dei gap di frame



Il grafico è stato effettuato in doppia scala logaritmica utilizzando un campione di gap pari a 4.740.000. La probabilità di avere un gap di lunghezza inferiore a 4 risulta essere 0.74.

Si nota un andamento polinomiale della densità di probabilità associata alla lunghezza dei gap.

Densità di probabilità del numero di bit corrotti per frame



Il grafico mostra come la densità di probabilità sia inferiore a 0.1, con un andamento discontinuo per un numero di bit corrotti minore di 16

Si nota inoltre che, su un campione di 6.292.045 frame corrotti, il 90% abbia un numero di bit corrotti minore di 280.

L'evento con maggior frequenza è costituito da un numero di bit corrotti pari a 6, con una densità di probabilità pari a 0,08

Statistiche a livello di bit

Il log del ricevitore riporta l'offset assoluto dei bit corrotti

Consideriamo :

0 = bit ricevuto correttamente

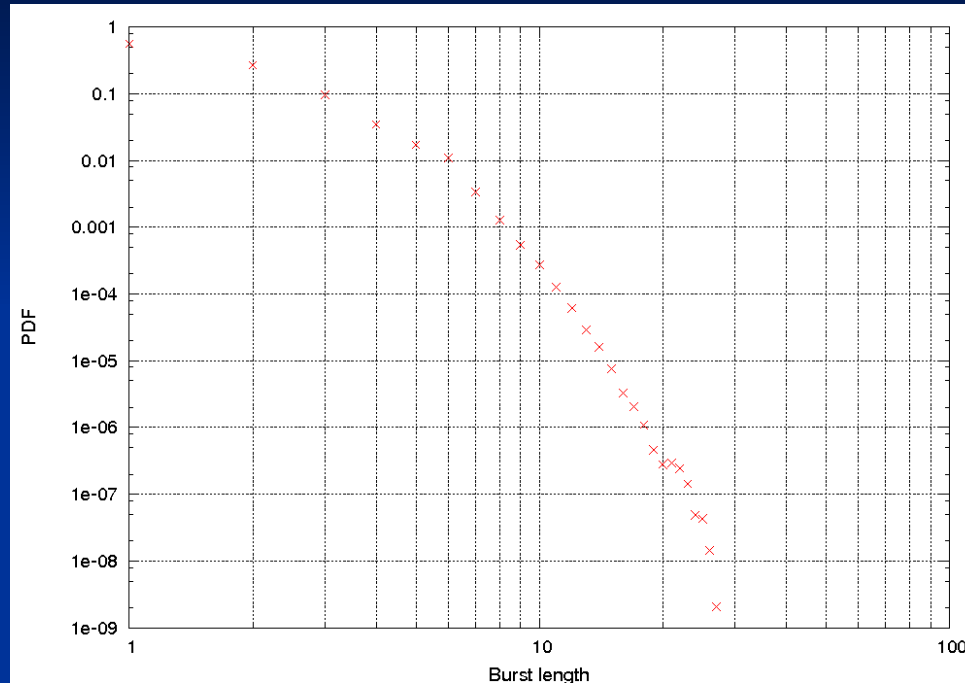
1 = bit ricevuto corrotto



La lunghezza di un burst è pari al numero di bit successivi ricevuti corrotti all'interno dello stesso frame

La lunghezza di un Gap è la distanza in bit fra due burst all'interno dello stesso frame.

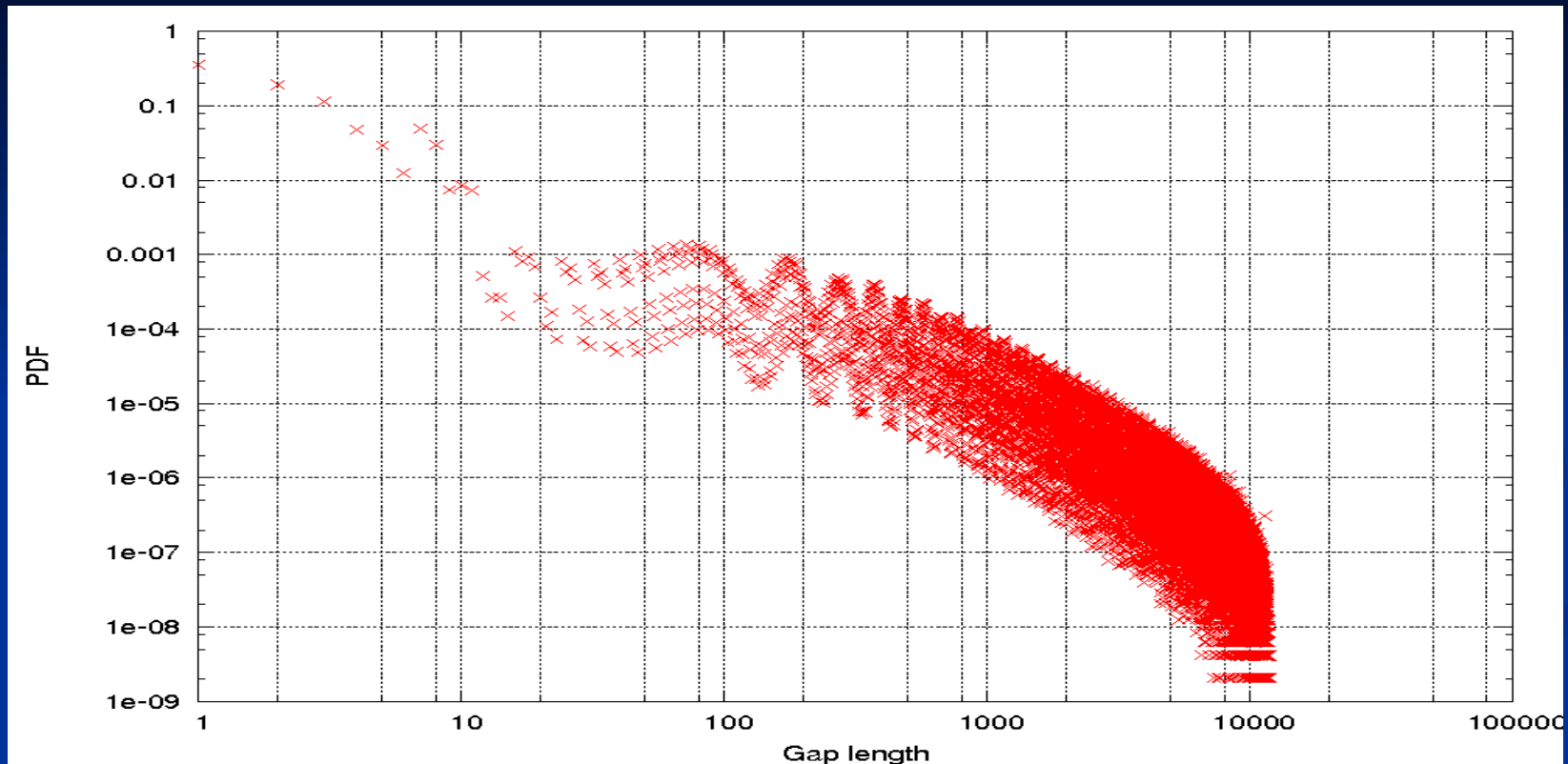
Densità di probabilità dei burst di bit



Il grafico, realizzato sempre in doppia scala logaritmica, su un campione di 489.000.000 burst, evidenzia che l'83% dei burst ha lunghezza minore di 3.

Si nota un andamento polinomiale.

Densità di probabilità dei gap di bit



Il grafico, su un campione di 483.040.205 gap, si nota che l'80% dei gap a livello di bit ha una dimensione minore di quattro.

Si notano fenomeni di oscillazione, molto probabilmente riconducibili al livello fisico dell'802.11b.

Gli sviluppi futuri

Le stesse misure potrebbero essere svolte cambiando i seguenti parametri :

2. L'utilizzo dell'algoritmo Adaptive Coding Modulation(ACM), che consente la variazione della velocità di trasmissione dei frame.
3. la lunghezza del frame;
4. L'intervallo di tempo tra due trasmissioni di frame successive.
5. Le caratteristiche fisiche dell'ambiente circostante;
6. Scelta del preambolo corto.