

Cloud based Storage Services

Definizione della metodologia di analisi per lo studio e la comparazione di servizi di storage basati su architetture cloud



**POLITECNICO
DI TORINO**



Plane



5° Borsisti Day – 13/05/2014



Motivazioni e finalità dell'analisi

- Grossa diffusione e incremento esponenziale di popolarità:

- Dropbox, **Nov. 2012:** 100M utenti, 10^{12} upload/giorno

- Nov. 2013:** 200M utenti

- Apr. 2014:** 275M utenti



- Amazon S3, **2008 → Apr. 2012:** 10^{12} oggetti

- Apr. 2013:** $2 \cdot 10^{12}$ oggetti, 1.1M richieste/secondo



- Molte soluzioni sul mercato, ma...

- Utilizzano **architetture** di sistema differenti?
 - Dispongono di **funzionalità avanzate**?
 - Quali sono le **implicazioni sulle prestazioni offerte**?

1. Servizi di storage personale:

- Metodologia di analisi dell'architettura di sistema
- Individuazione delle caratteristiche avanzate
- Sincronizzazione su più dispositivi: metodologia e risultati
- Monitoraggio persistente delle prestazioni



1. Servizi di storage personale:

- Metodologia di analisi dell'architettura di sistema
- Individuazione delle caratteristiche avanzate
- Sincronizzazione su più dispositivi: metodologia e risultati
- Monitoraggio persistente delle prestazioni



2. Servizi di storage business-oriented:

- Localizzazione geografica e scelta dei data center
- Misura delle prestazioni: metodologia e risultati
- Trasferimento multi-threaded
- Dipendenza dalla fascia oraria



1. Servizi di storage personale:

- Metodologia di analisi dell'architettura di sistema
- Individuazione delle caratteristiche avanzate



- Sincronizzazione su più dispositivi: metodologia e risultati
- Monitoraggio persistente delle prestazioni offerte



2. Servizi di storage business-oriented:

- Localizzazione geografica e scelta dei data center
- Misura delle prestazioni: metodologia e risultati
- Trasferimento multi-threaded
- Dipendenza dalla fascia oraria



Metodologia di analisi

- Tutti i servizi stabiliscono connessioni con i server remoti:
 - **Raccolta degli hostname** appartenenti ai server
 - Risoluzione in indirizzi IP e raccolta dei Fully Qualified Domain Names (FQDN) tramite **2000 open DNS resolver**

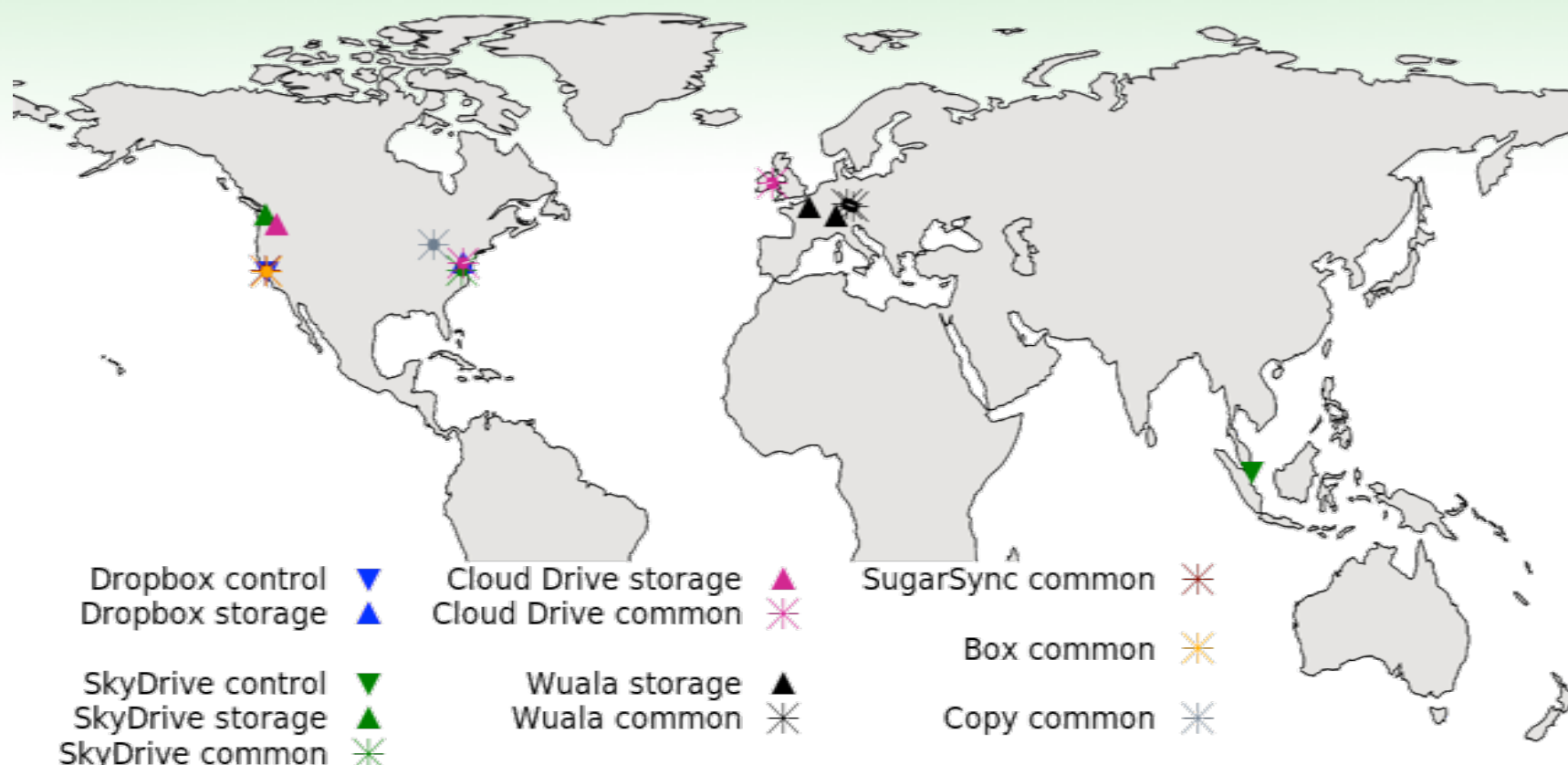
- Tutti i servizi stabiliscono connessioni con i server remoti:
 - **Raccolta degli hostname** appartenenti ai server
 - Risoluzione in indirizzi IP e raccolta dei Fully Qualified Domain Names (FQDN) tramite **2000 open DNS resolver**
- Geolocalizzazione dei data center basata su:
 1. *Airport tag* contenuto nell'FQDN

milo2so6-in-f10.1e100.net è uno dei FQDN di *googleusercontent.com*

2. Misure RTT distribuite dai nodi PlanetLab
3. *Traceroute* verso la destinazione

<u>Traceroute to <i>sharpcast.com</i></u>		13 jfk o2.atlas.cogentco.com
1	l3-delen2n-7. polito .it	18 sjc o1.atlas.cogentco.com
6	to1- rm 2.garr.net	20 sjc oo5.pnap.net
12	par o1.atlas.cogentco.com	168.142 ms
		21 74.201.86.29 169.757 ms

Localizzazione geografica



- **Servizi centralizzati:**

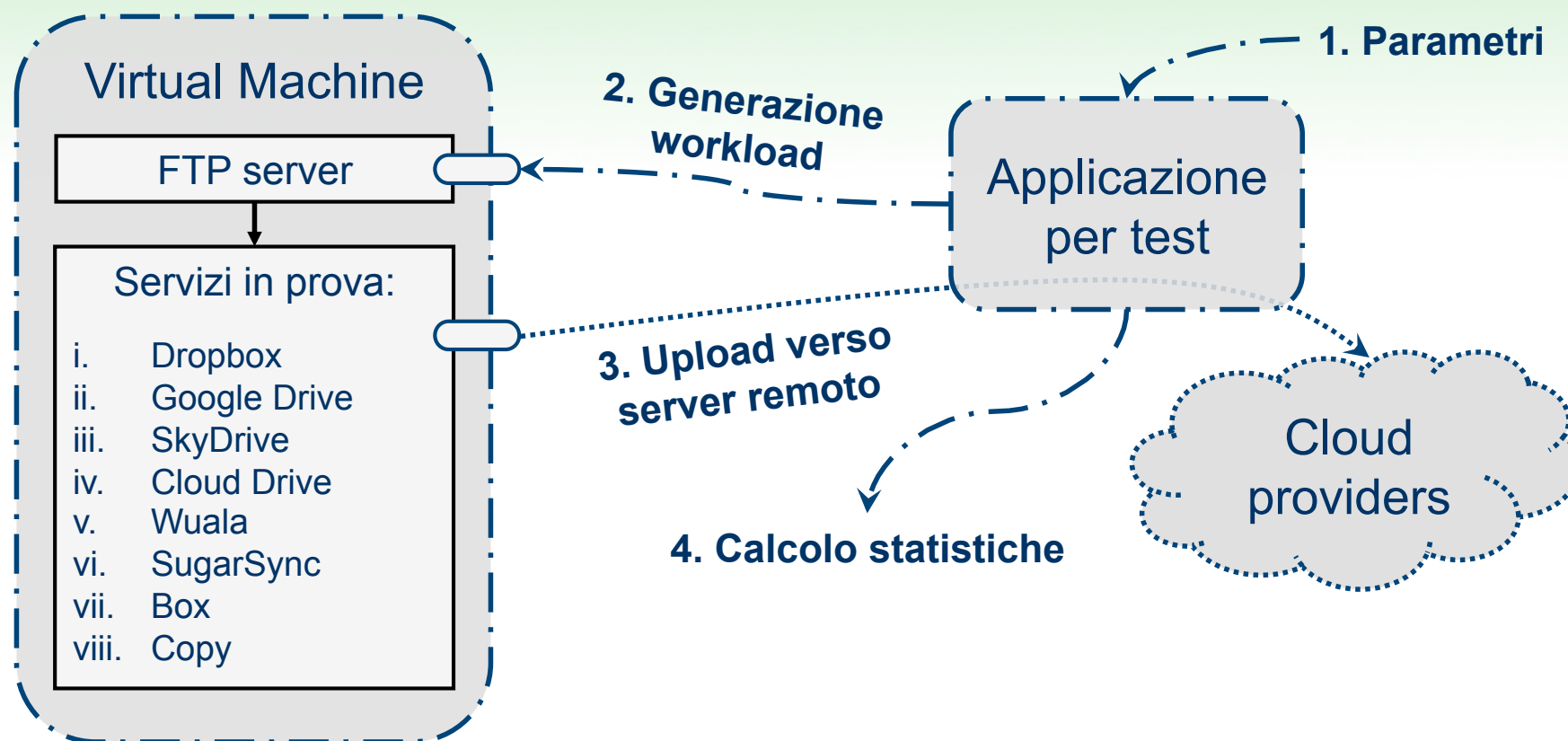
- Dropbox, SkyDrive, Cloud Drive, Wuala, SugarSync, Box, Copy
- Uno o pochi data center per controllo e storage

Localizzazione geografica

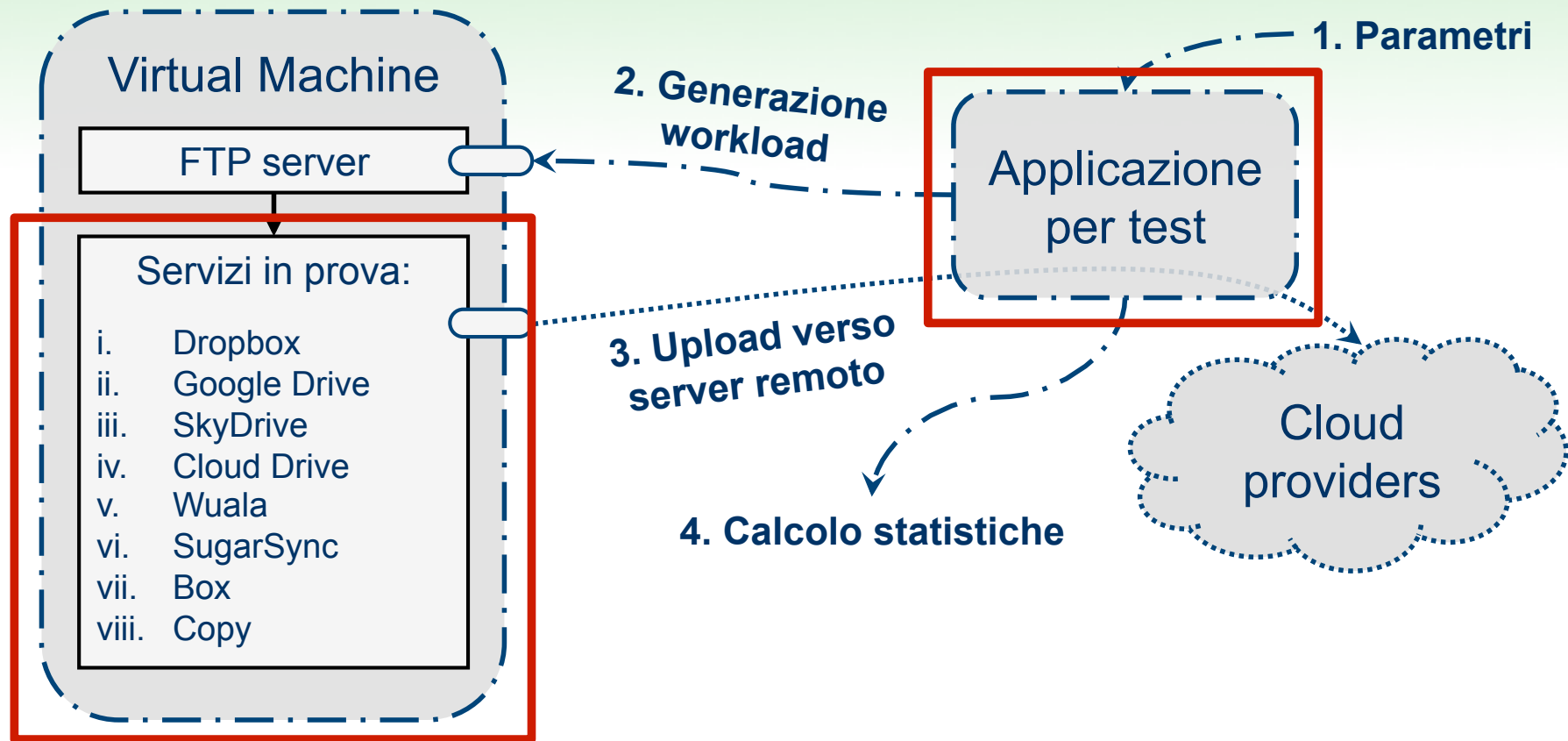


- **Servizi distribuiti:** Google Drive
 - Gli utenti vengono indirizzati verso l'*edge-PoP* più vicino
 - Riduzione del RTT, offload rete pubblica

Testbed per caratteristiche avanzate



Testbed per caratteristiche avanzate



- **Applicazione per test:** set di script Python
- **Servizi in prova:** client software fornito dai provider

Caratteristiche avanzate

	Bundling	De-duplication	De-deletion	Delta Encoding	Compression	Chunking
Dropbox	✓	✓	✓	✓	Sempre	4 MB
Google Drive	✗	✗	✗	✗	Smart	8 MB
Microsoft SkyDrive	Assistito	✗	✗	✗	Mai	Variabile
Amazon Cloud Drive	✗	✗	✗	✗	Mai	✗
Wuala (by Lacie)	Assistito	✓	✓	✗	Mai	Variabile
SugarSync	Assistito	✗	✓	✓	Mai	Variabile
Box	✗	✗	✗	✗	Mai	✗
Copy	Assistito	✓	✓	✗	Mai	Variabile

- E' necessario creare dei file **ah-hoc** per individuarle

Caratteristiche avanzate

	Bundling	De-duplication	De-deletion	Delta Encoding	Compression	Chunking
Dropbox	✓	✓	✓	✓	Sempre	4 MB
Google Drive	✗	✗	✗	✗	Smart	8 MB
Microsoft SkyDrive	Assistito	✗	✗	✗	Mai	Variabile
Amazon Cloud Drive	✗	✗	✗	✗	Mai	✗
Wuala (by Lacie)	Assistito	✓	✓	✗	Mai	Variabile
SugarSync	Assistito	✗	✓	✓	Mai	Variabile
Box	✗	✗	✗	✗	Mai	✗
Copy	Assistito	✓	✓	✗	Mai	Variabile

- **Differenze** sostanziali nell'implementazione del **client**

1. Servizi di storage personale:

- Metodologia di analisi dell'architettura di sistema
- Individuazione delle caratteristiche avanzate

SugarSync

box

- Sincronizzazione su più dispositivi: metodologia e risultati
- Monitoraggio persistente delle prestazioni offerte

copy

2. Servizi di storage business-oriented:

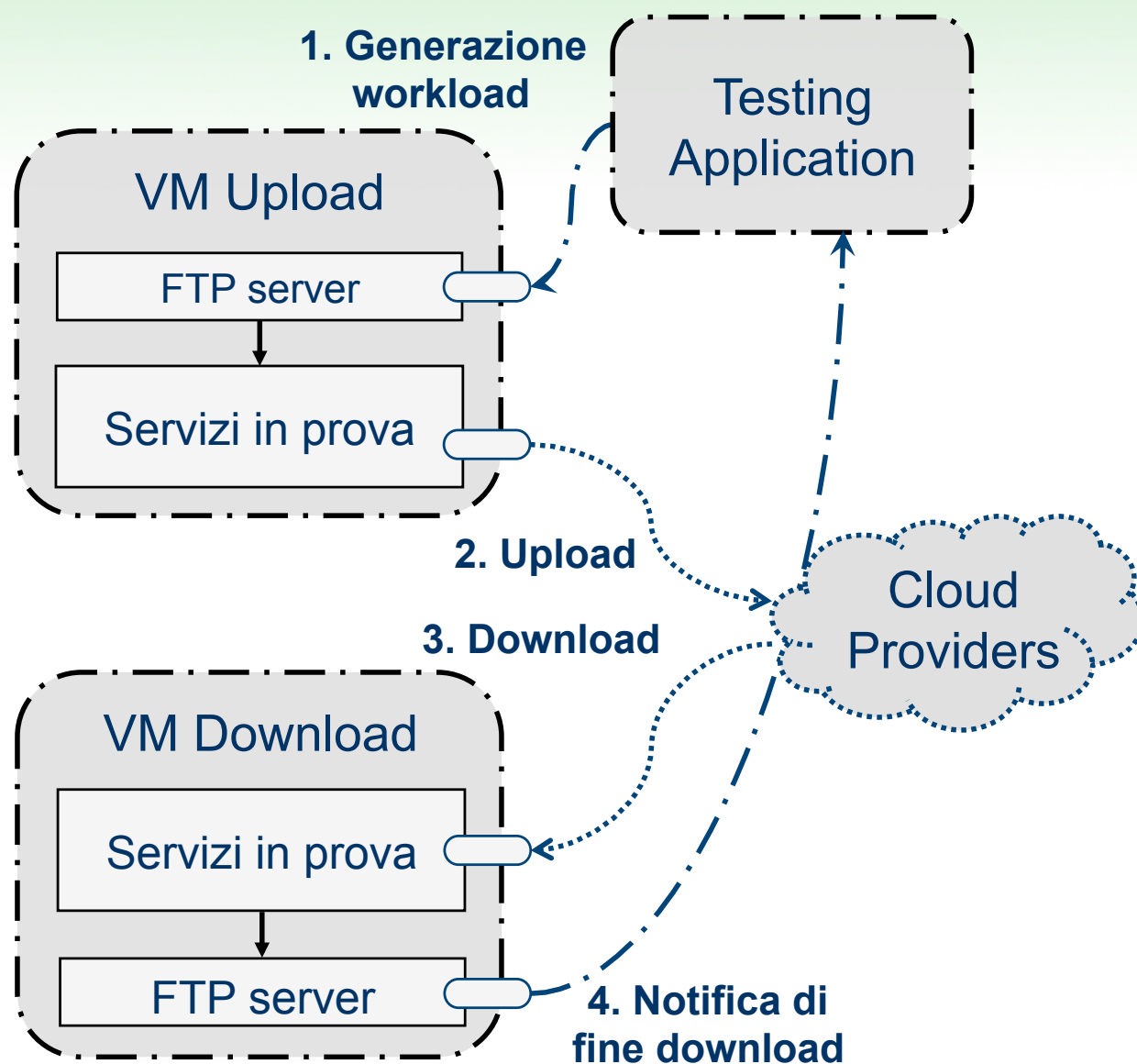
- Localizzazione geografica e scelta dei data center
- Misura delle prestazioni: metodologia e risultati
- Trasferimento multi-threaded
- Dipendenza dalla fascia oraria

amazon
web services™

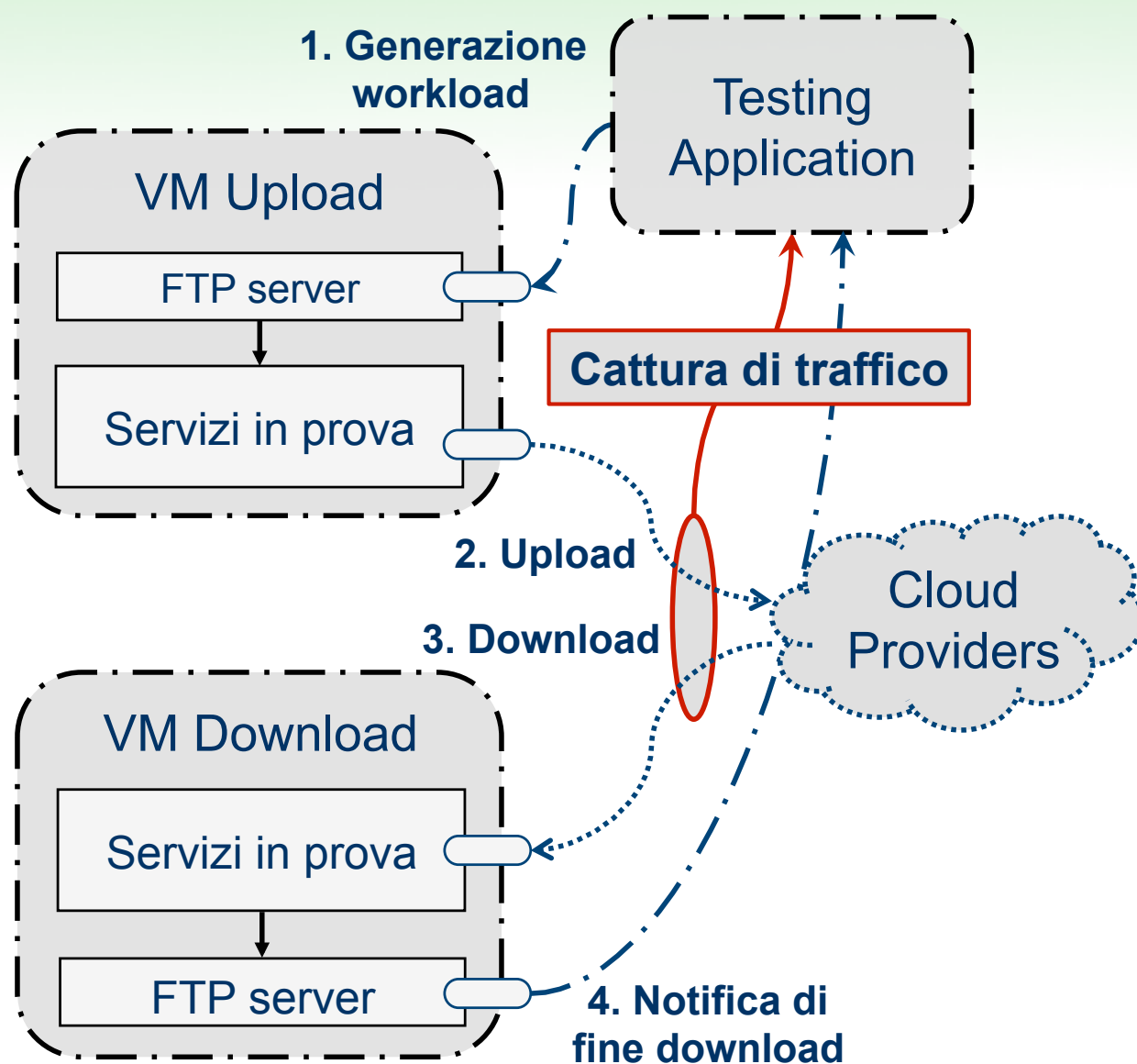
Windows Azure™

rackspace
the open cloud company

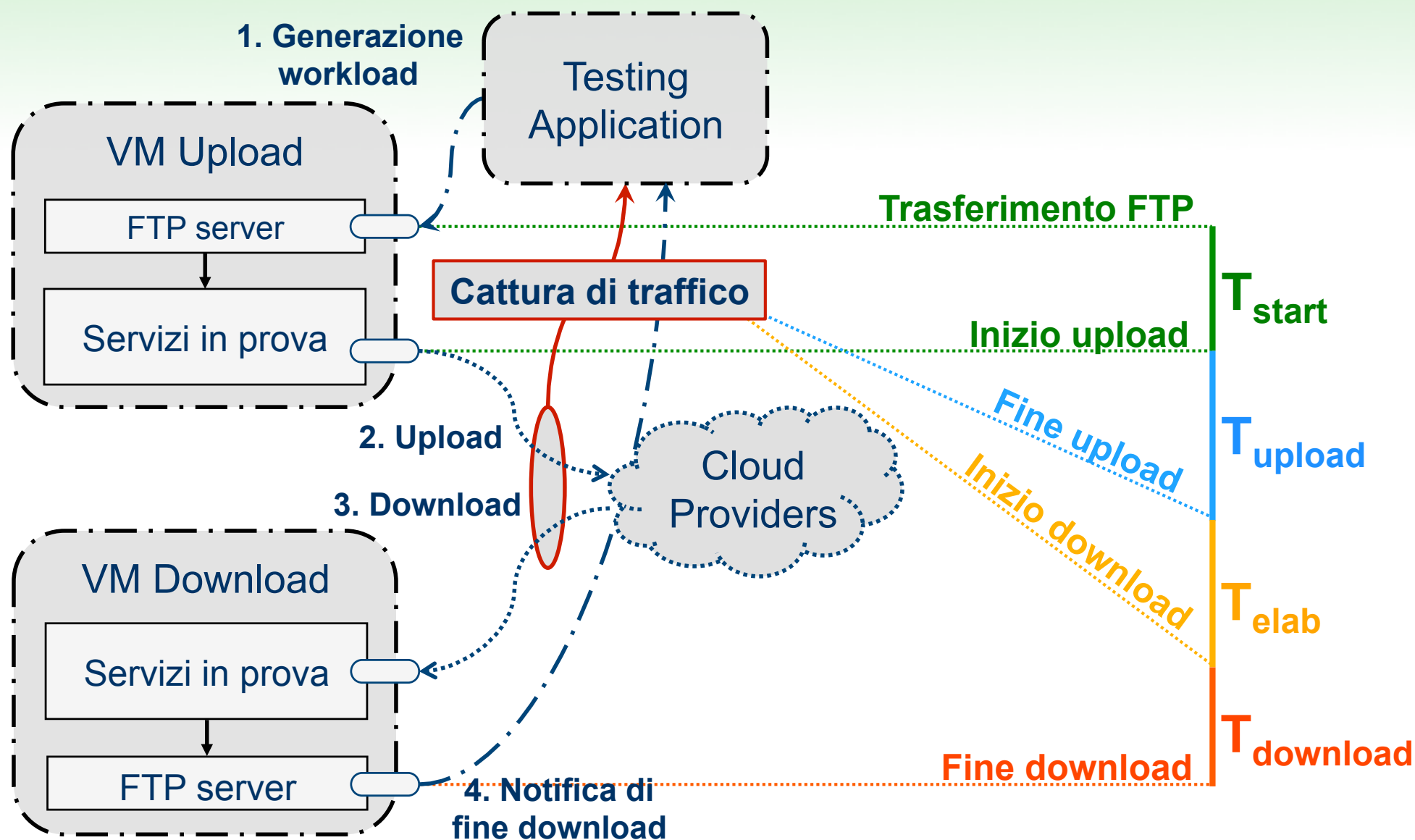
Testbed per ciclo di sincronizzazione



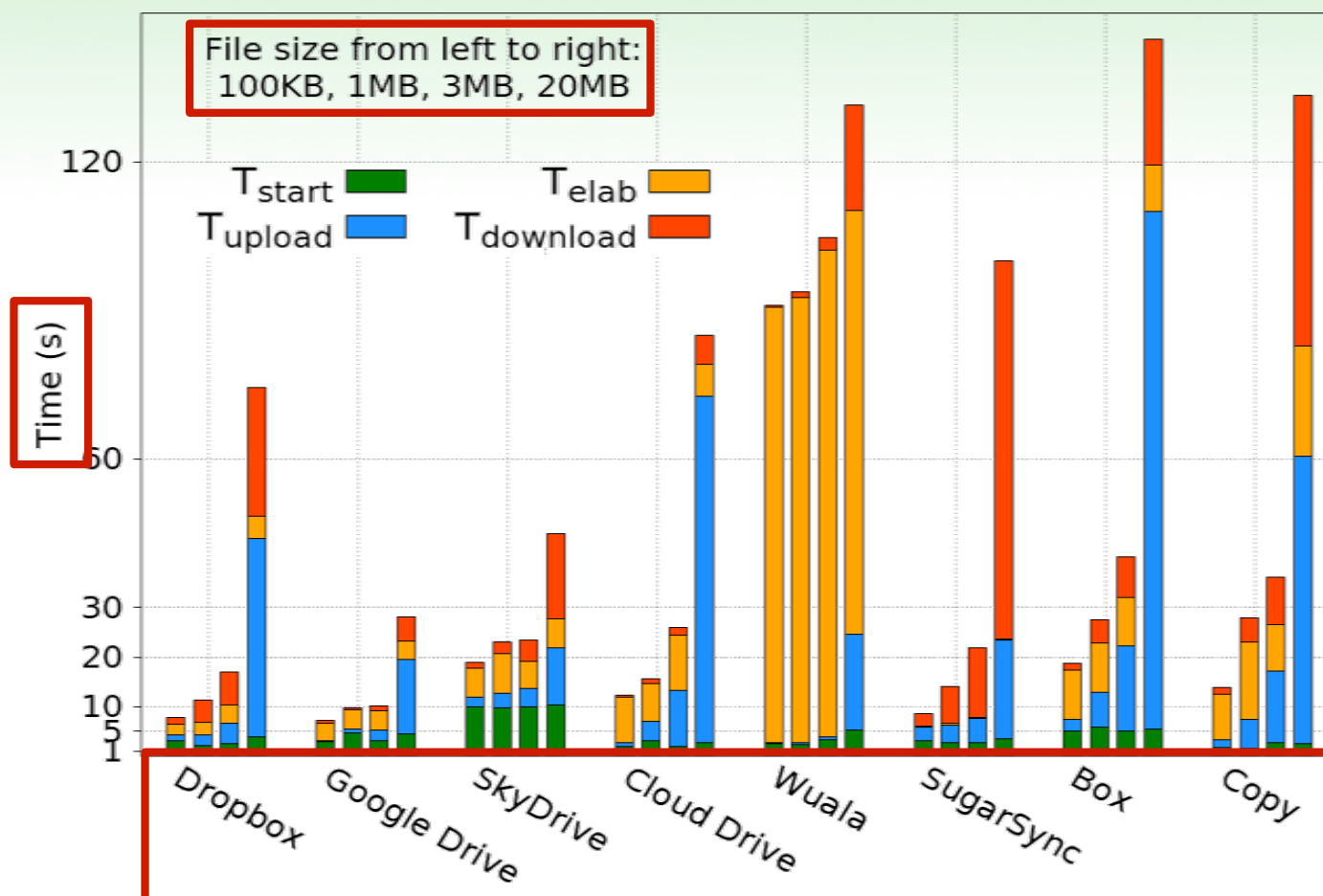
Testbed per ciclo di sincronizzazione



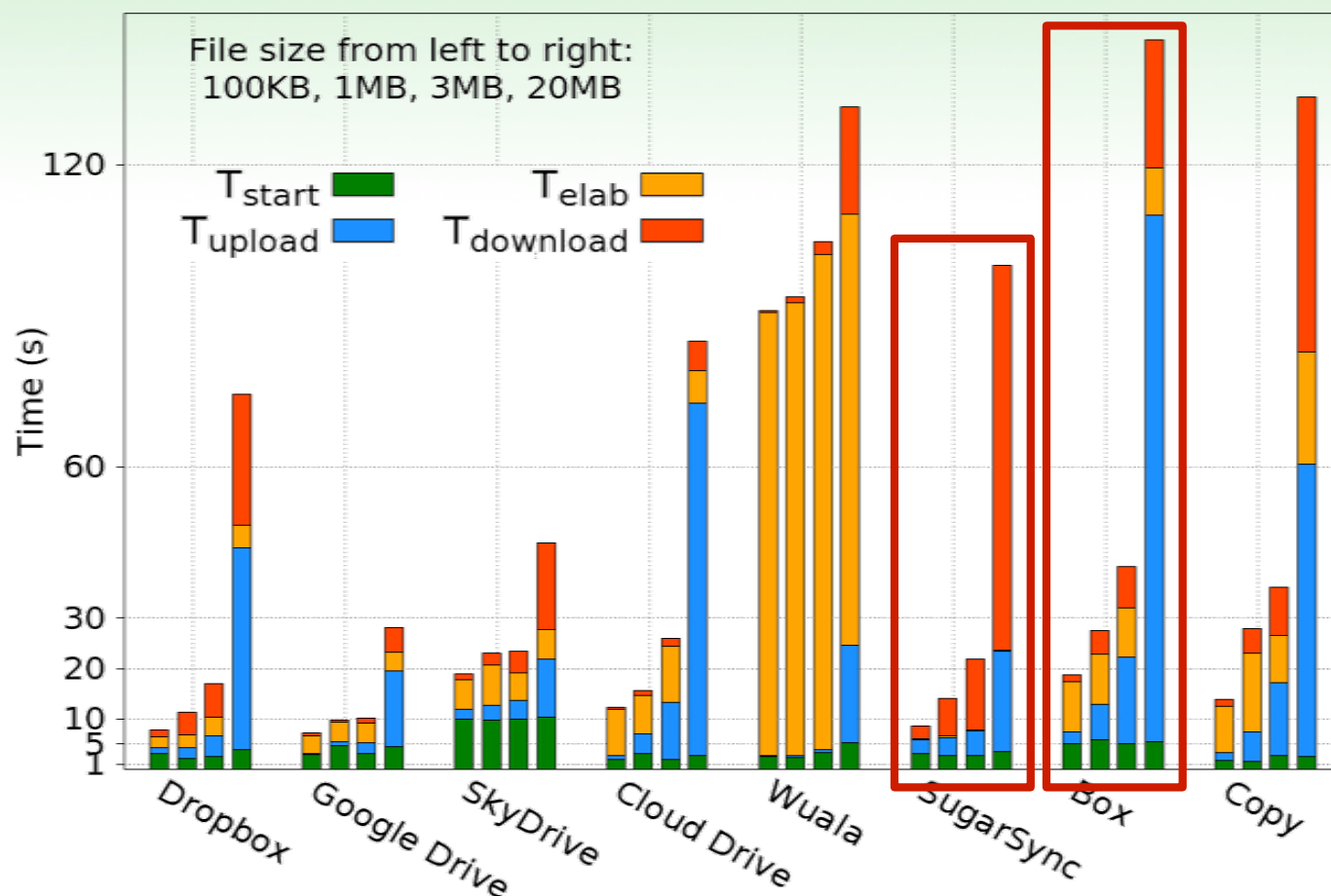
Testbed per ciclo di sincronizzazione



Tempo necessario alla sincronizzazione

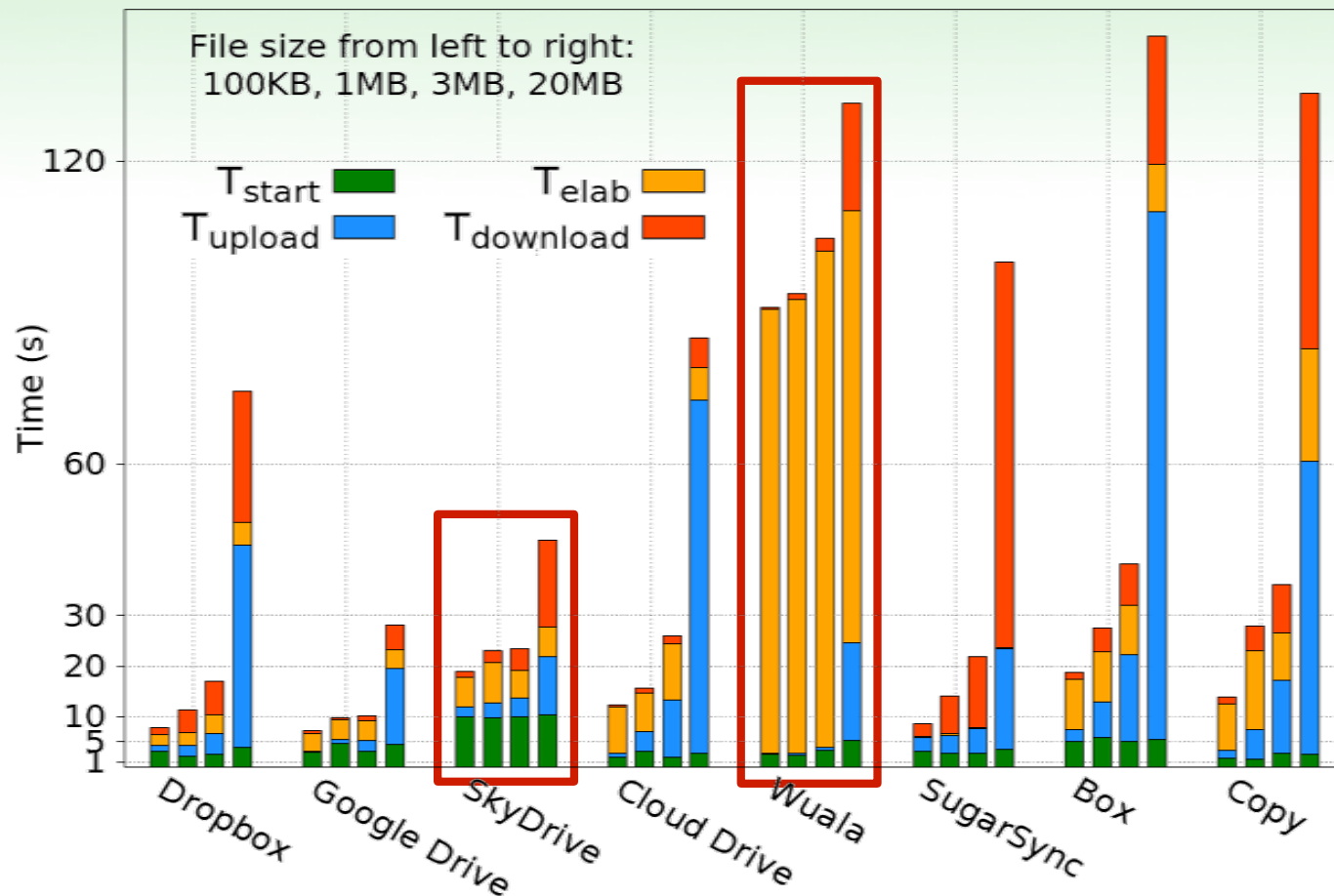


Tempo necessario alla sincronizzazione



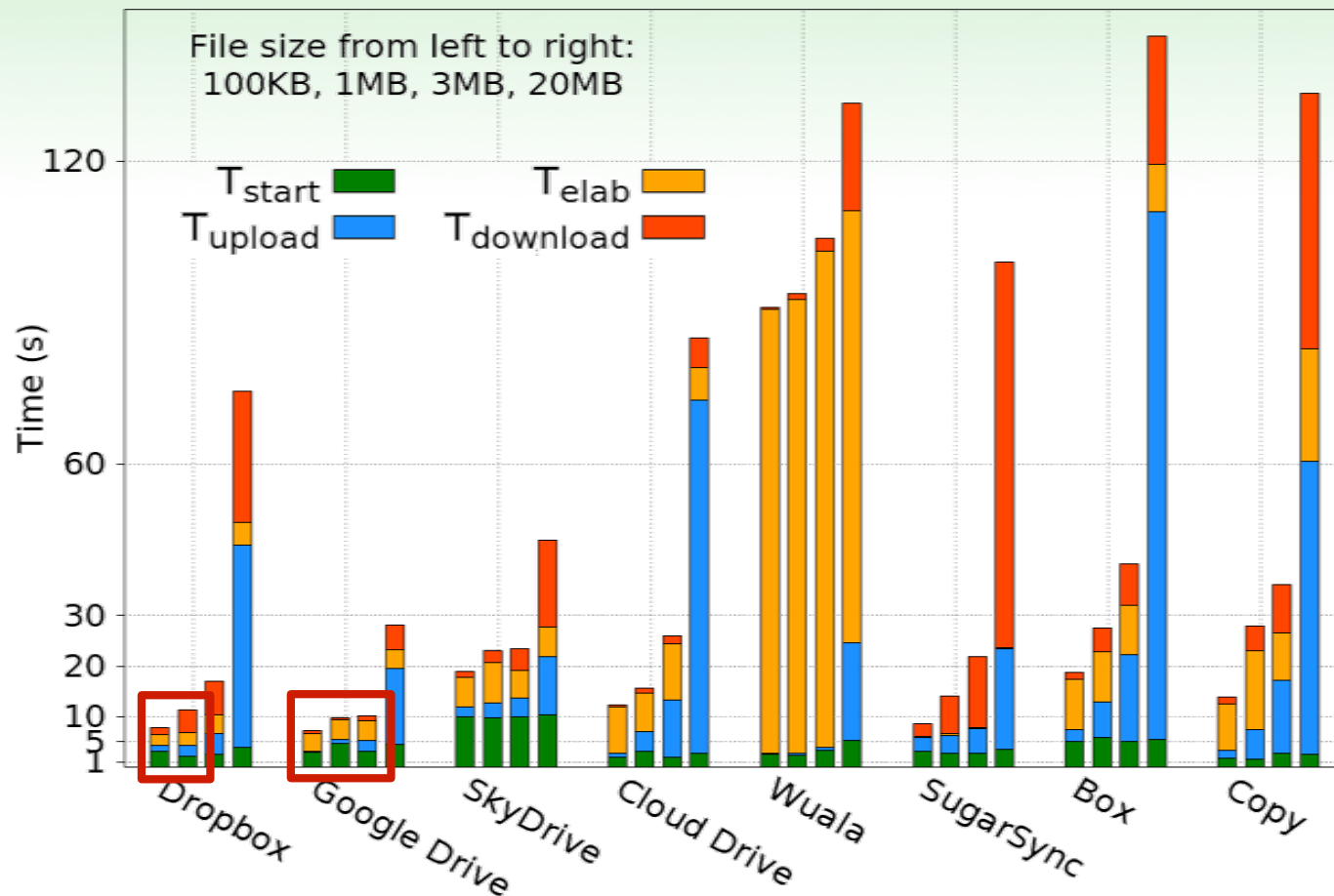
- Alcuni servizi sono **limitati dal throughput**:
 - Evidente con file di grandi dimensioni
 - SugarSync impiega 76 sec a scaricare 20MB, Box 105 sec per l'upload

Tempo necessario alla sincronizzazione



- Altri hanno **tempi di elaborazione** elevati
 - Wuala impiega 90 sec per processare i dati nel data center

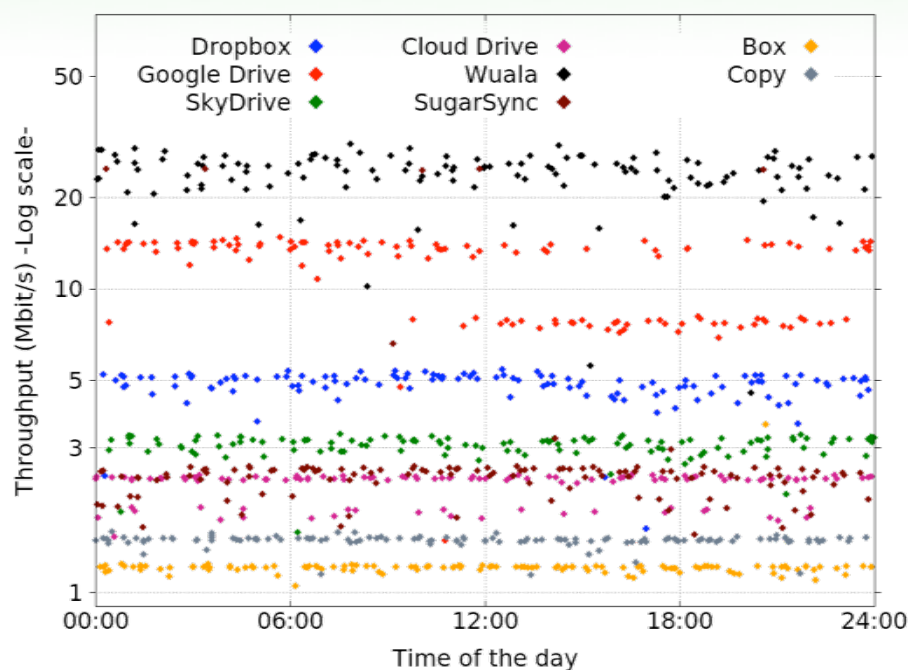
Tempo necessario alla sincronizzazione



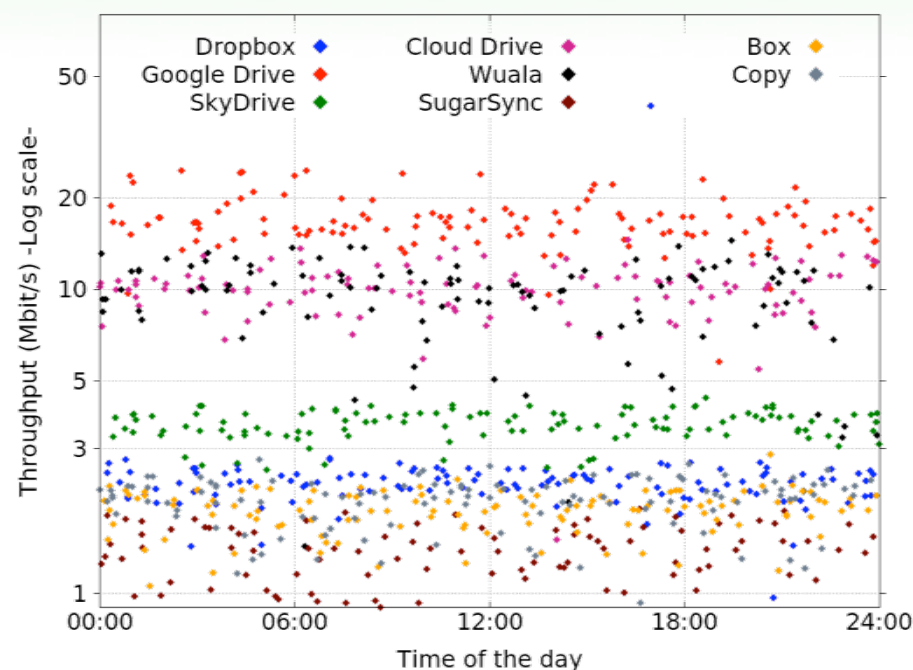
- Per **finalità cooperative** è necessario:
 - Limitare la dimensione dei file
 - Scegliere servizi con data center vicini all'utente

Monitoraggio persistente

Upload 1MB



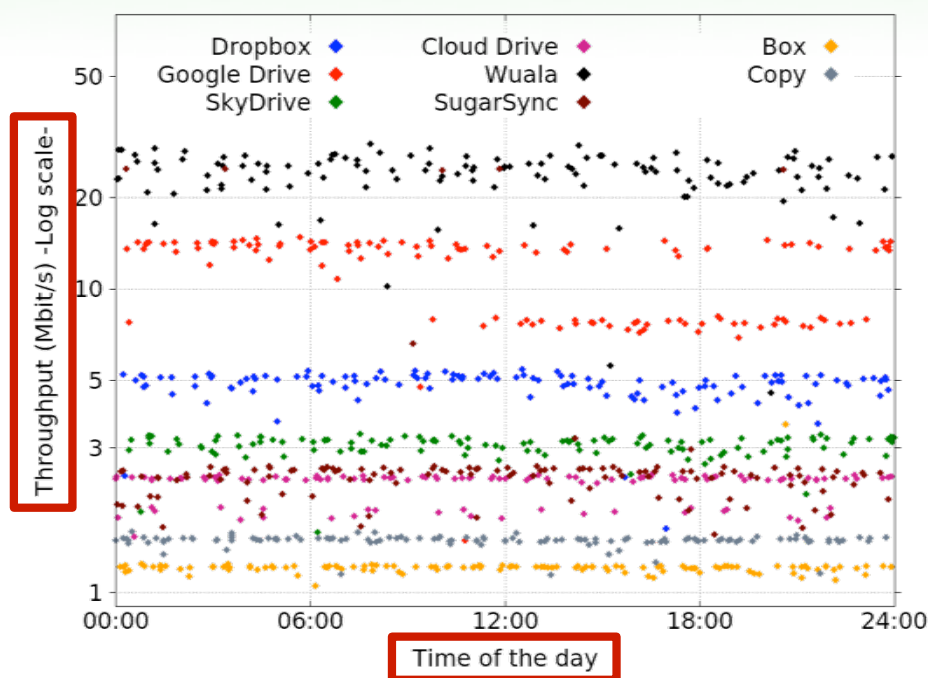
Download 1MB



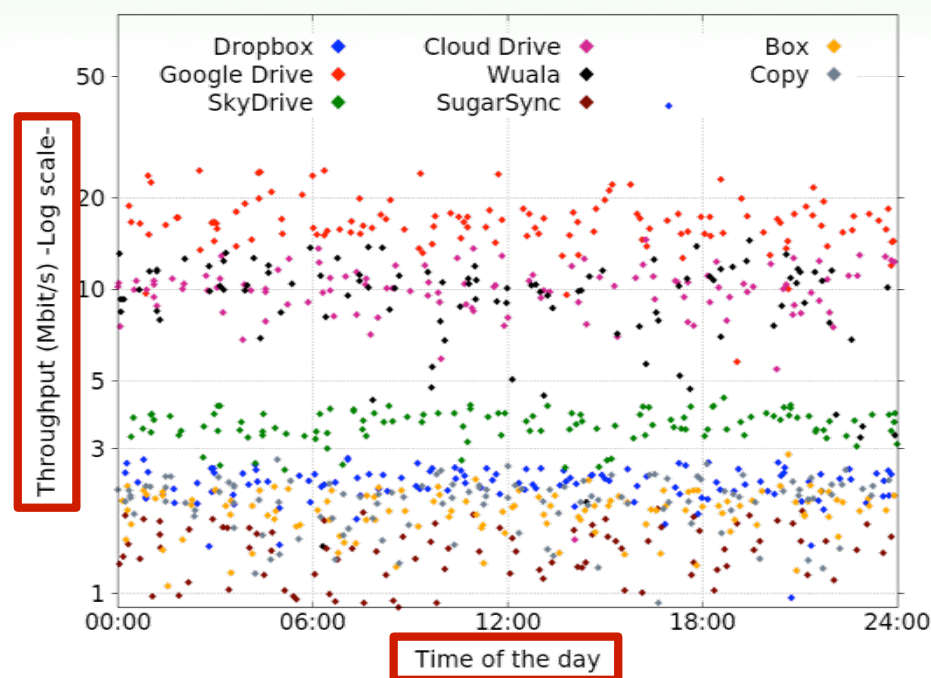
- Misure collezionate continuativamente per **un mese** e riscalate su una **finestra di 24 ore**

Monitoraggio persistente

Upload 1MB



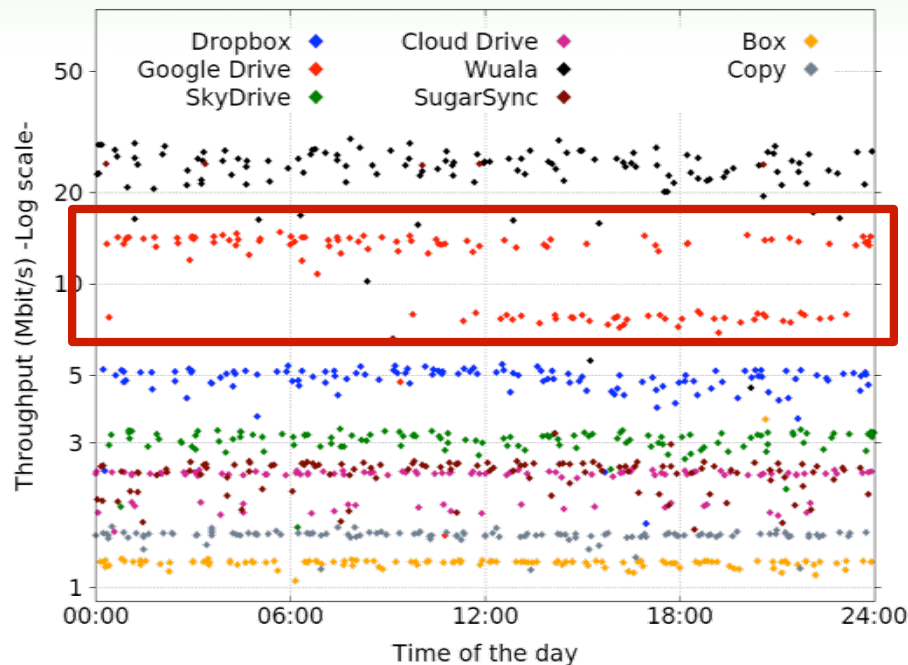
Download 1MB



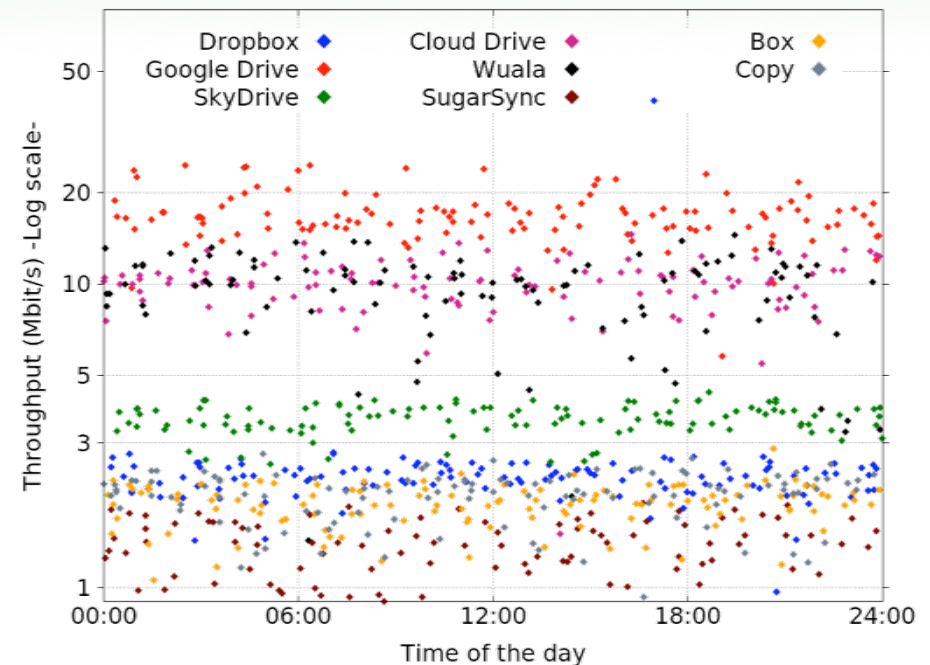
- Misure collezionate continuativamente per **un mese** e riscalate su una **finestra di 24 ore**

Monitoraggio persistente

Upload 1MB



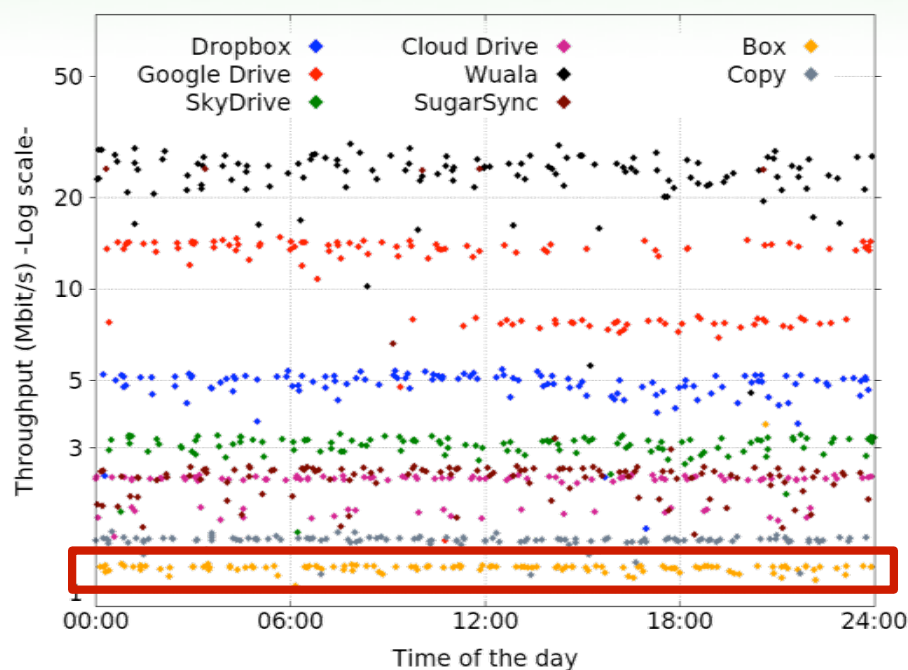
Download 1MB



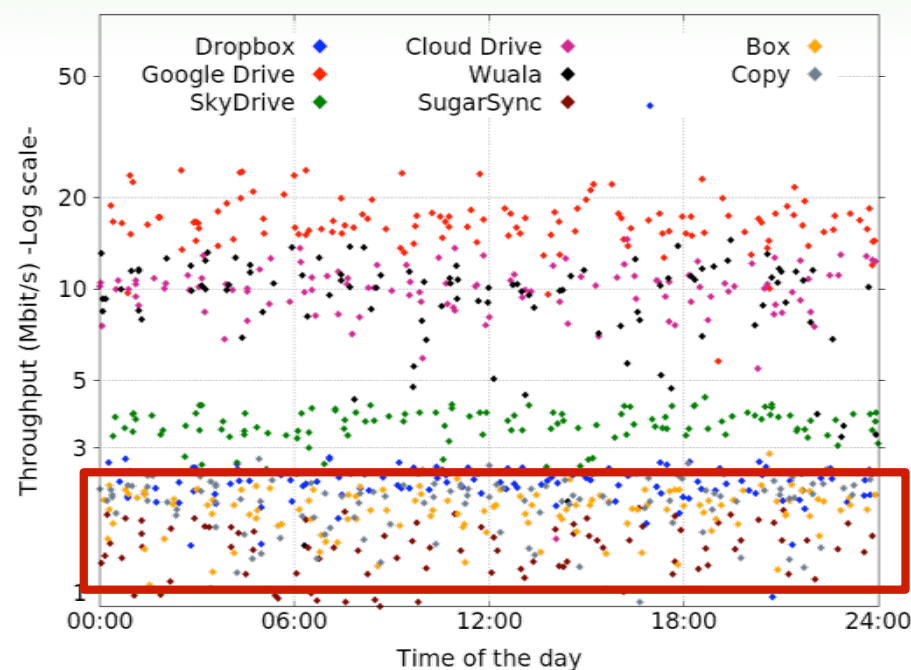
- **Non c'è forte correlazione** tra fascia oraria e throughput
- Google Drive **limita la banda in upload** dalle 12 alle 24

Monitoraggio persistente

Upload 1MB



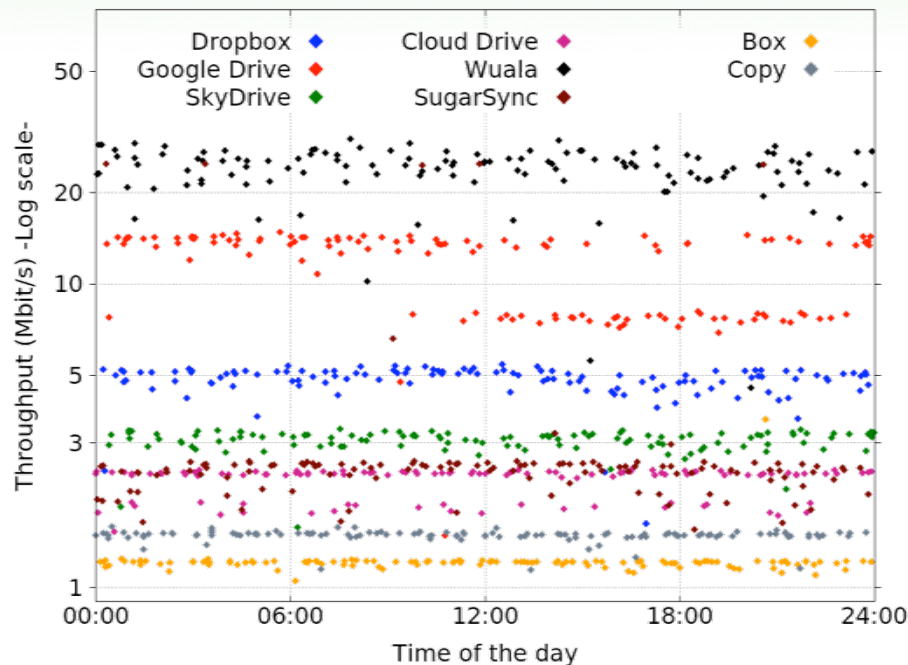
Download 1MB



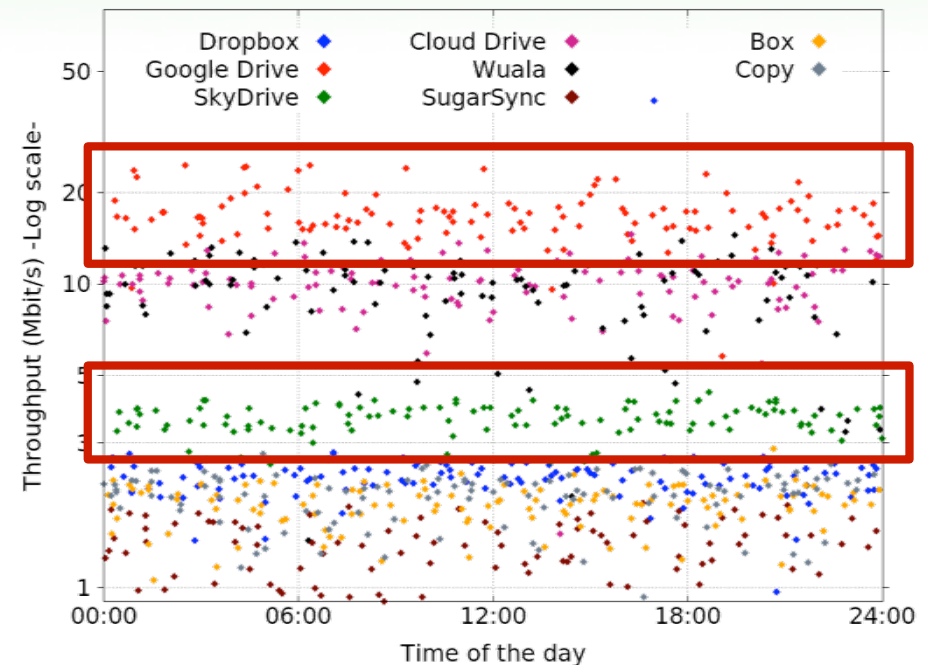
- I valori di download hanno un **andamento irregolare**
 - Sparsi e non periodici
 - Upload effettuato a rate pressoché costante

Monitoraggio persistente

Upload 1MB



Download 1MB



- Forte incidenza della **distanza server – client**:
 - Google Drive (**15ms** RTT) → **800ms** in upload, **500ms** in download
 - SkyDrive (**160ms** RTT) → **~3 sec** in upload, **2.5 sec** in download

1. Servizi di storage personale:

- Metodologia di analisi dell'architettura di sistema
- Individuazione delle caratteristiche avanzate
- Sincronizzazione su più dispositivi: metodologia e risultati
- Monitoraggio persistente delle prestazioni offerte

SugarSync

box

copy

2. Servizi di storage business-oriented:

- Localizzazione geografica e scelta dei data center
- Misura delle prestazioni: metodologia e risultati
- Trasferimento multi-threaded
- Dipendenza dalla fascia oraria

amazon
web services™

Windows Azure™

Rackspace
the open cloud company

Servizi di storage business-oriented

- Target di **clientela differente**
 - Aziende e medie imprese
 - Utilizzano l'infrastruttura per vendere i loro prodotti

The Netflix logo, consisting of the word "NETFLIX" in a white, bold, sans-serif font with a black outline, set against a solid red rectangular background.

Servizi di storage business-oriented

- Target di **clientela differente**
 - Aziende e medie imprese
 - Utilizzano l'infrastruttura per vendere i loro prodotti



- Prevedono un **costo di utilizzo** 'pay-as-you-go'

Servizi di storage business-oriented

- Target di **clientela differente**
 - Aziende e medie imprese
 - Utilizzano l'infrastruttura per vendere i loro prodotti



- Prevedono un **costo di utilizzo** 'pay-as-you-go'
- I provider forniscono ai clienti l'**Infrastruttura come Servizio** (IaaS):
 - Generalmente meno accessibili
 - Richiedono sviluppo di software dedicato
 - Nessuna caratteristica avanzata

Servizi di storage business-oriented

- Servizi di storage **general purpose:**

- Amazon Simple Storage Service (S3)
- Windows Azure Blob
- Rackspace Cloud Files



Servizi di storage business-oriented

- Servizi di storage **general purpose**:

- Amazon Simple Storage Service (S3)
- Windows Azure Blob
- Rackspace Cloud Files



- Servizi di **archiviazione dati**: Amazon Glacier

- Recupero dei dati in modo **asincrono**
- I contenuti non possono essere elencati in **tempo reale**
- Necessità di un **retrieval job** per accedere ai dati

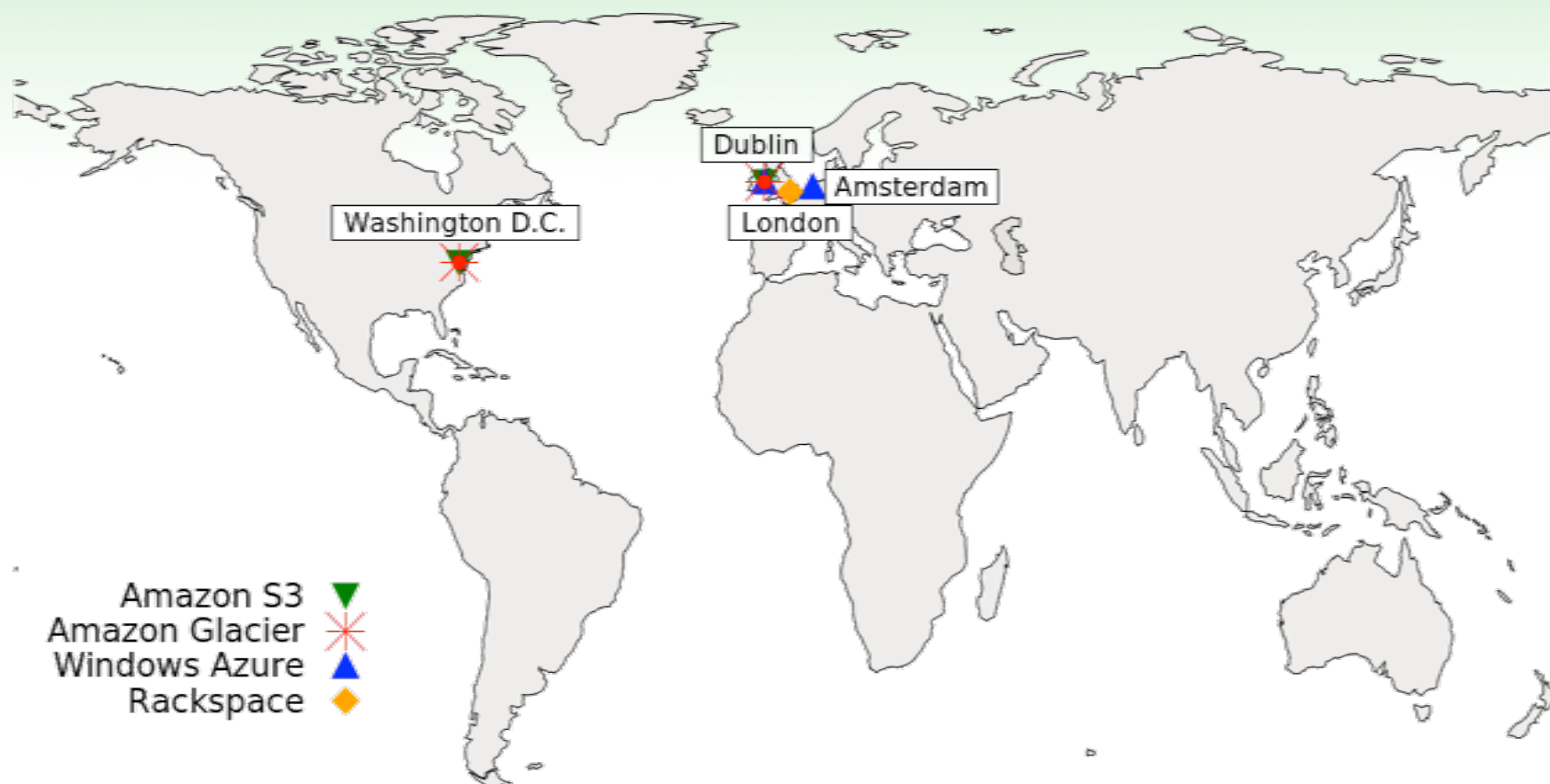
Localizzazione geografica



- **Servizi distribuiti:**

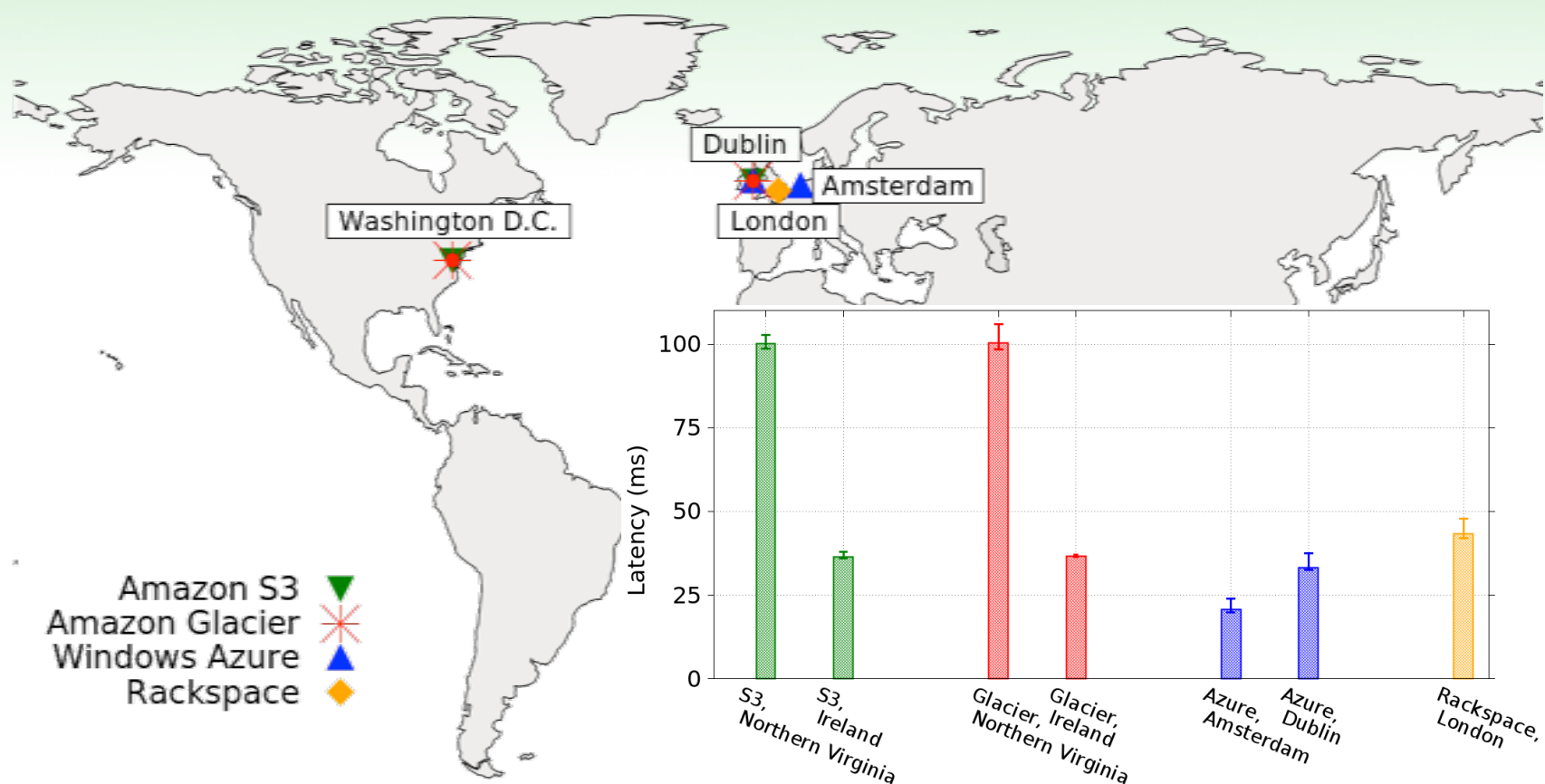
- Amazon S3 e Windows Azure: 8 data center
- Amazon Glacier e Rackspace Files: 6 data center

Data center selezionati



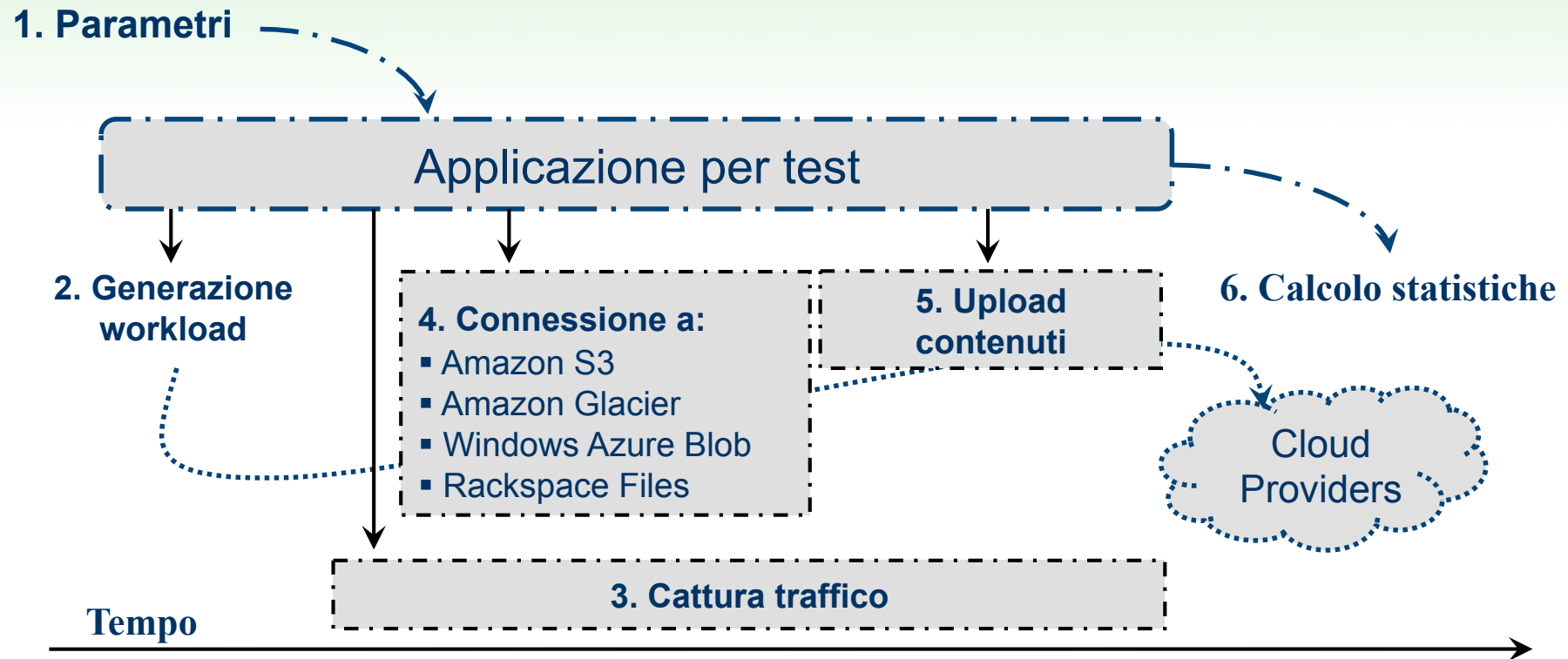
- **Possibilità di scegliere la destinazione**

Data center selezionati



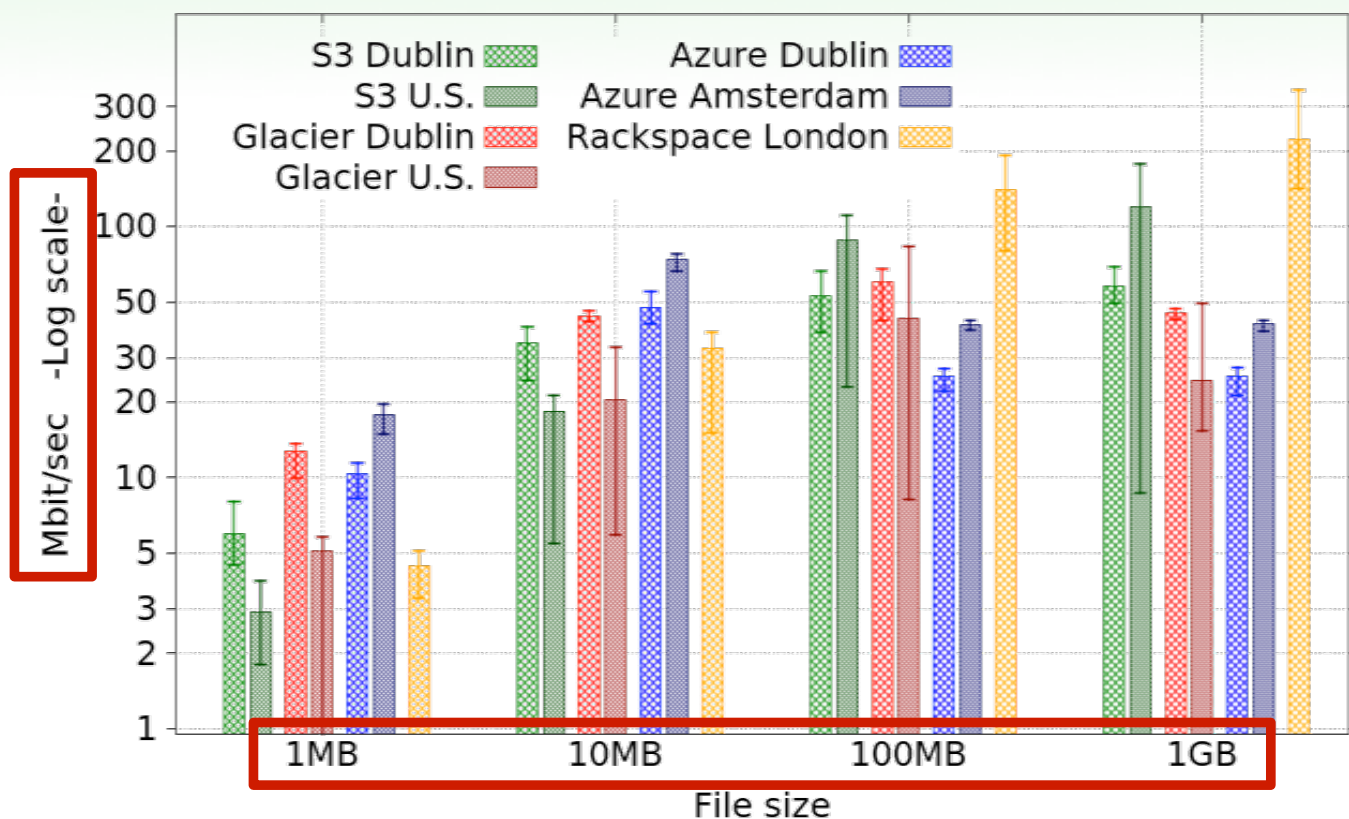
- **Possibilità di scegliere la destinazione:**
 - I provider consigliano di scegliere il **data center più vicino**
 - **Differenze di prezzo e normative** legate all'area geografica

Applicazione per misure di prestazioni

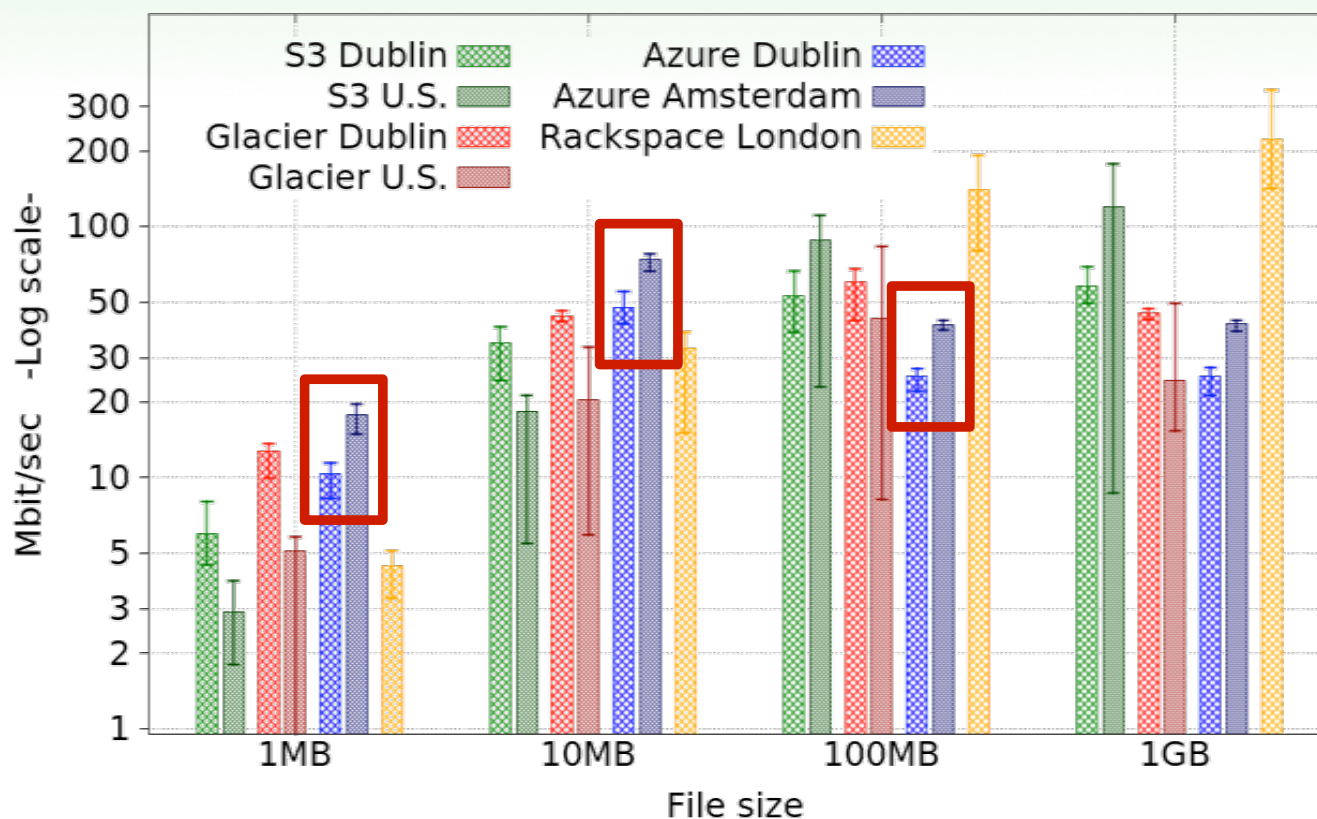


- Applicazione sviluppata con **l'uso dei SDK ufficiali**

Upload



Upload

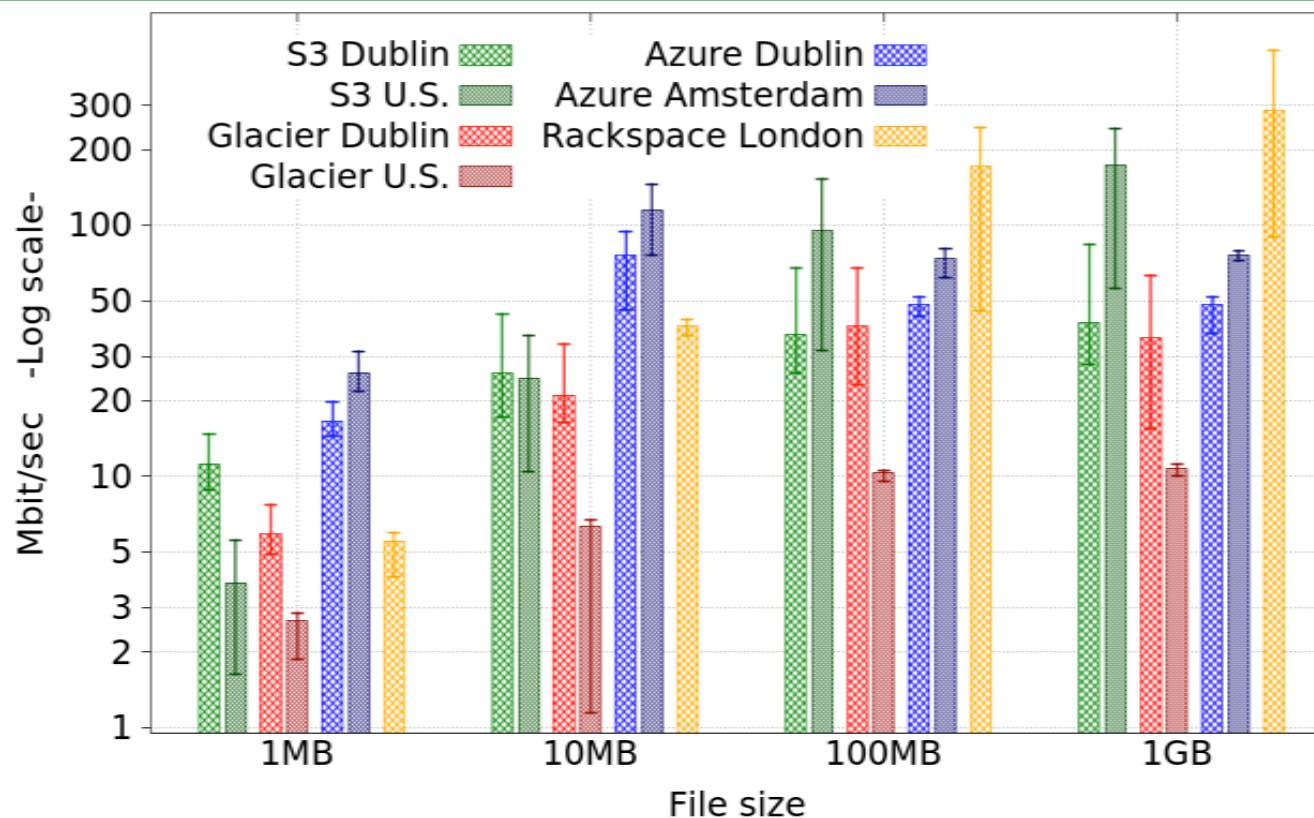
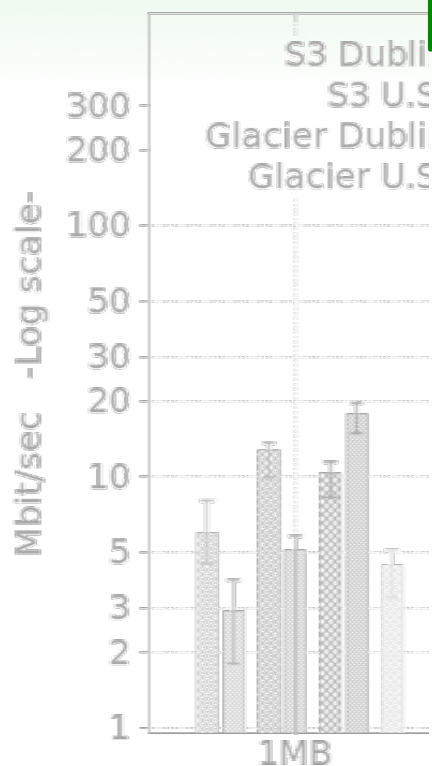


- Implicazioni della **latenza**:
 - Dublin (**33ms** RTT) → 0.82 sec, **9.73Mbit/sec**
 - Amsterdam (**20ms** RTT) → 0.47sec, **16.85Mbit/sec**

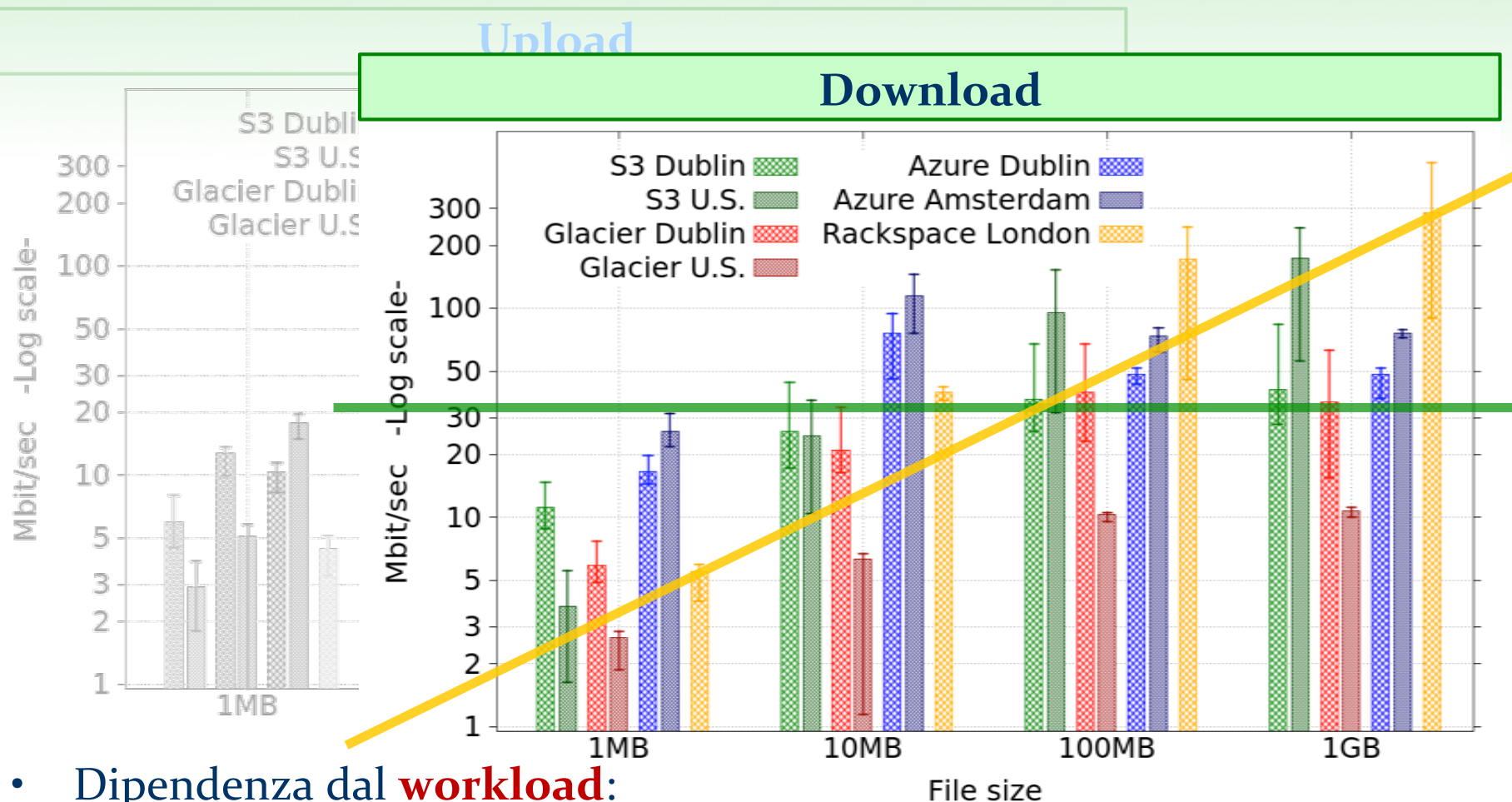
Misure di prestazioni

Upload

Download



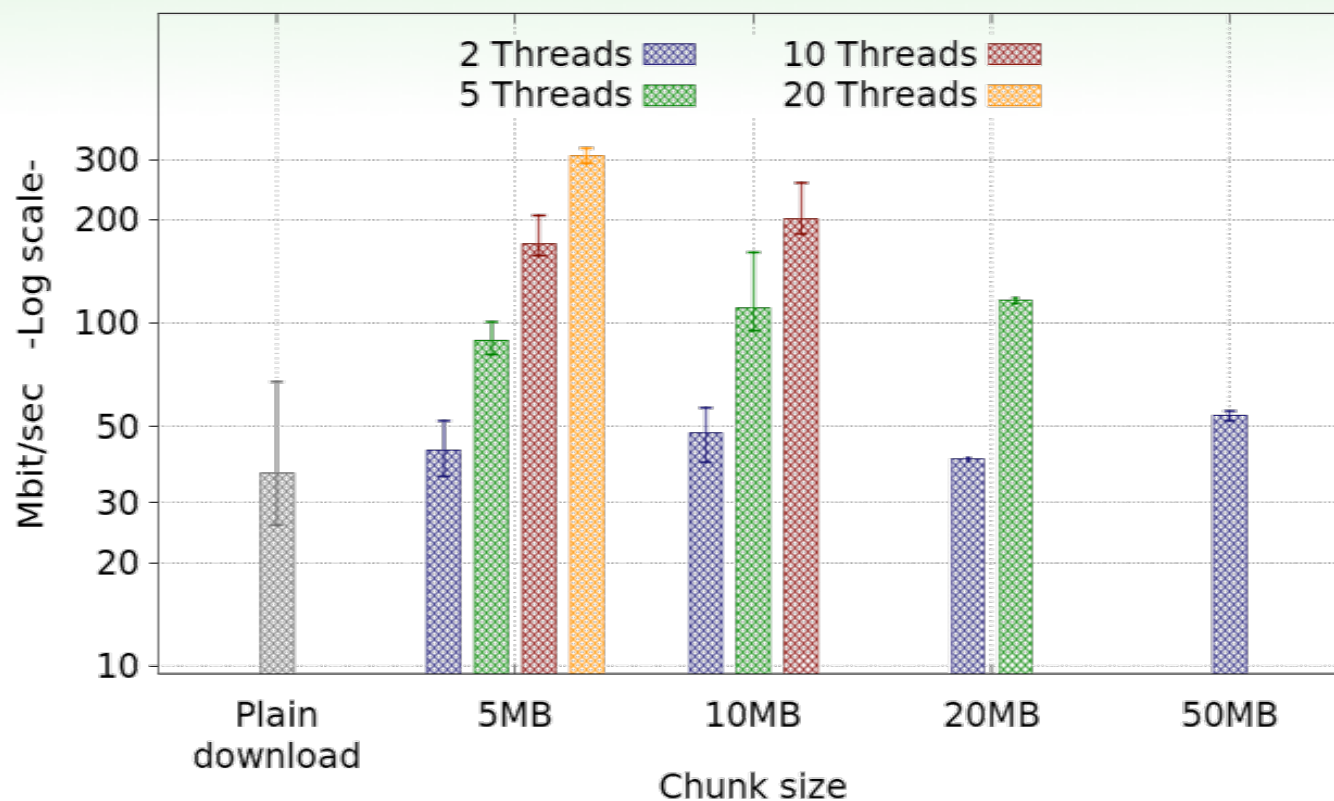
Misure di prestazioni



- Dipendenza dal **workload**:
 - Amazon S3 (Dublin) ha prestazioni costanti
 - Rackspace ha throughput più alto con file di grandi dimensioni

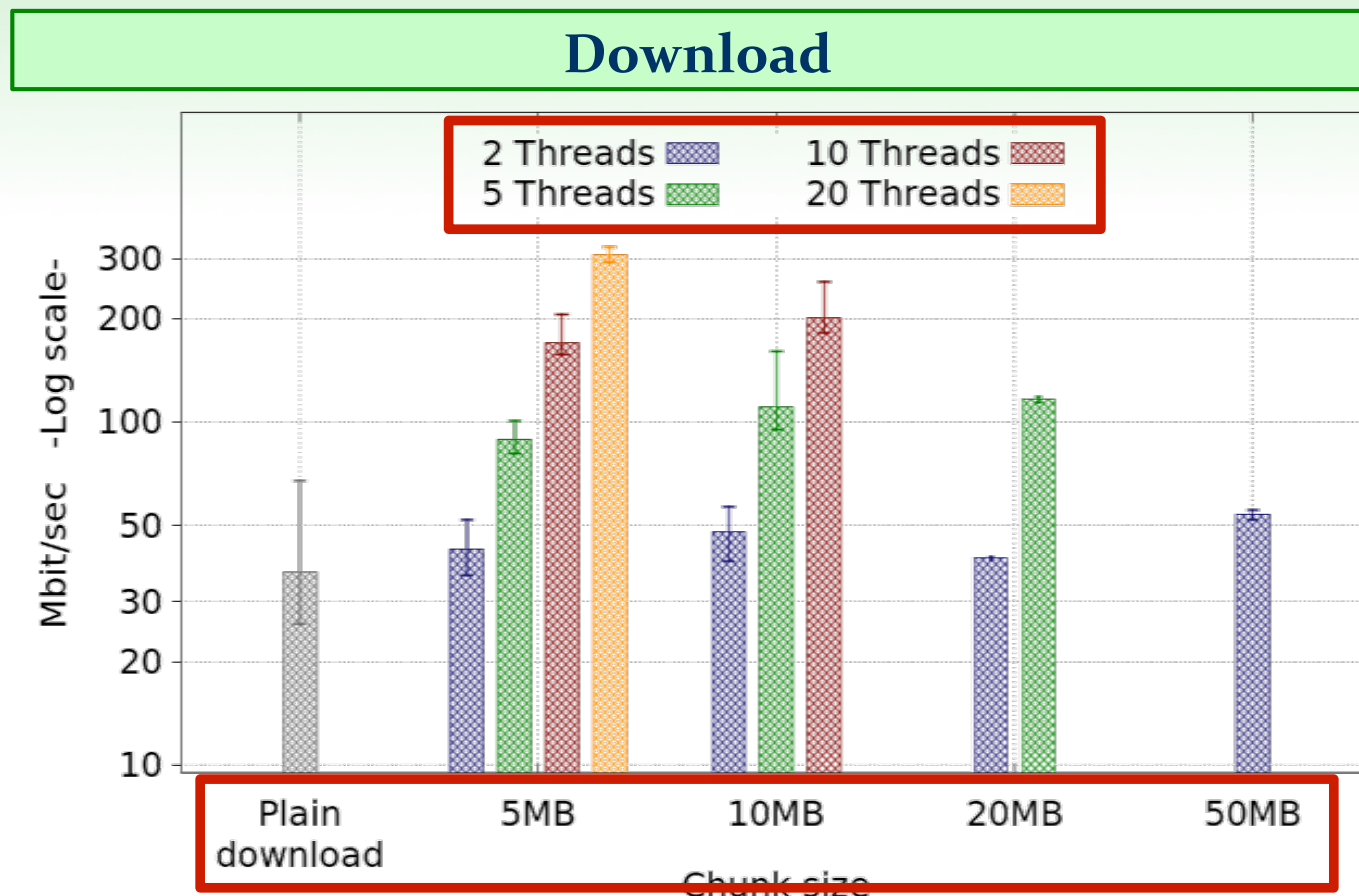
Trasferimento multi-thread

Download



- Workload fisso: **1 file da 100MB**

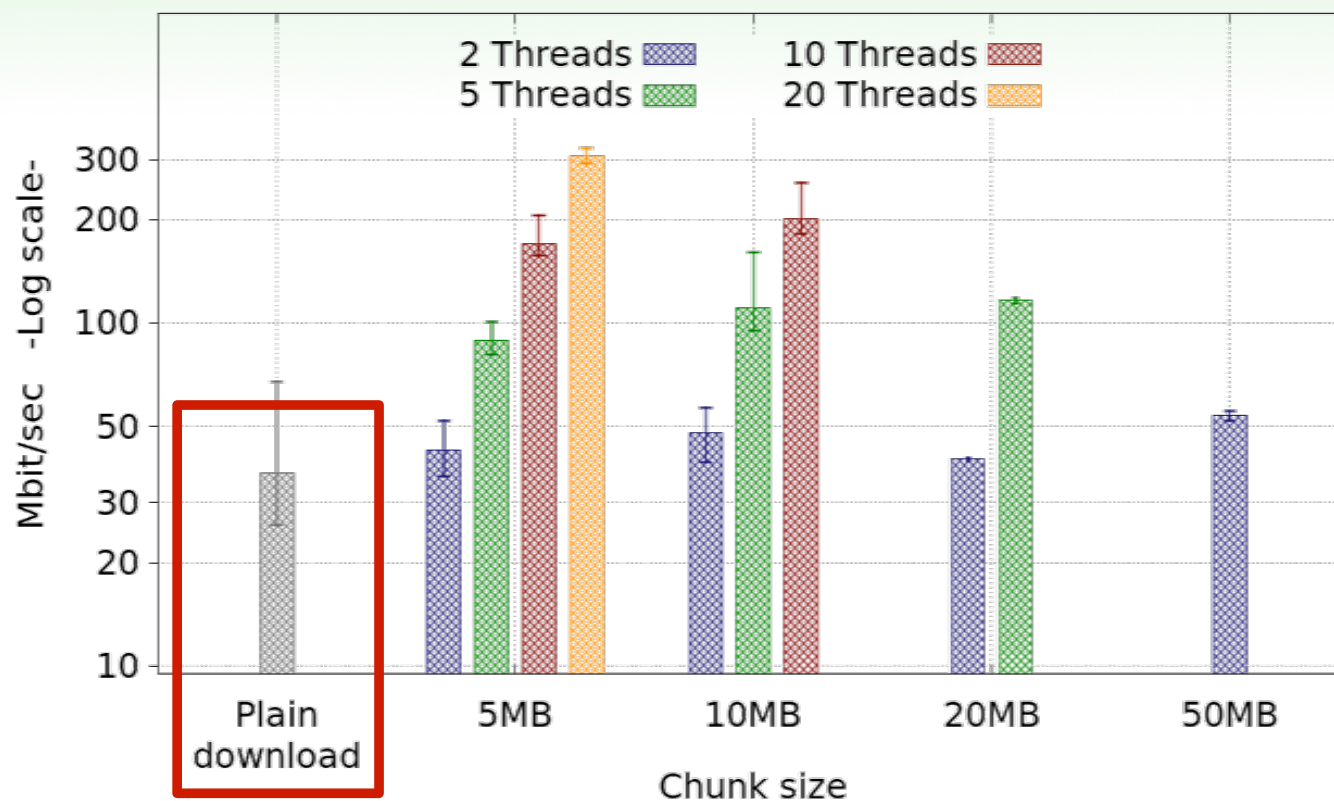
Trasferimento multi-thread



- Workload fisso: **1 file da 100MB**
 - Dimensioni del chunk differenti
 - Numero di thread attivi contemporaneamente variabile

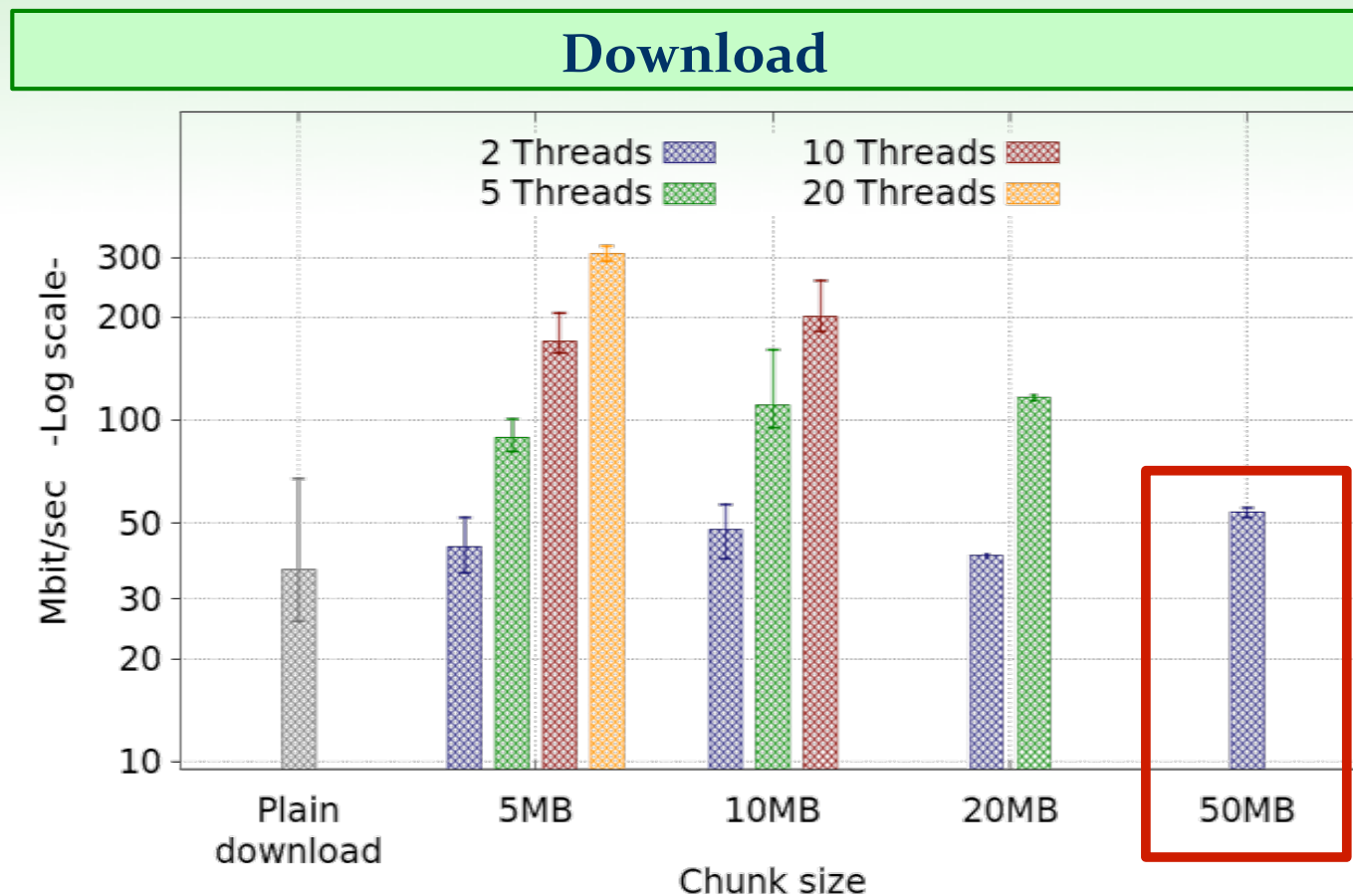
Trasferimento multi-thread

Download



- Download standard (1chunk, 1thread): **36.6 Mbit/sec**

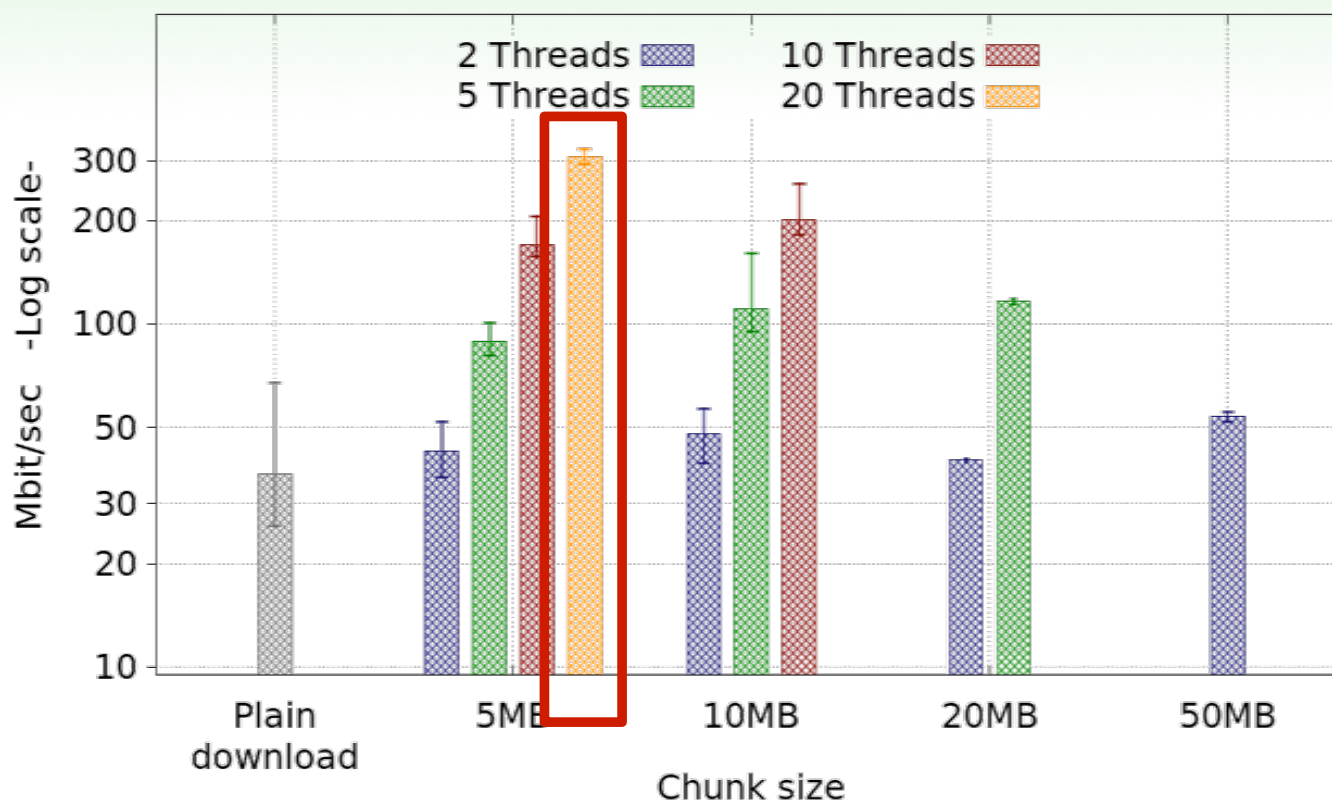
Trasferimento multi-thread



- Download standard (1chunk, 1thread): **36.6 Mbit/sec**
- Due thread attivi: **51.99 Mbit/sec**

Trasferimento multi-thread

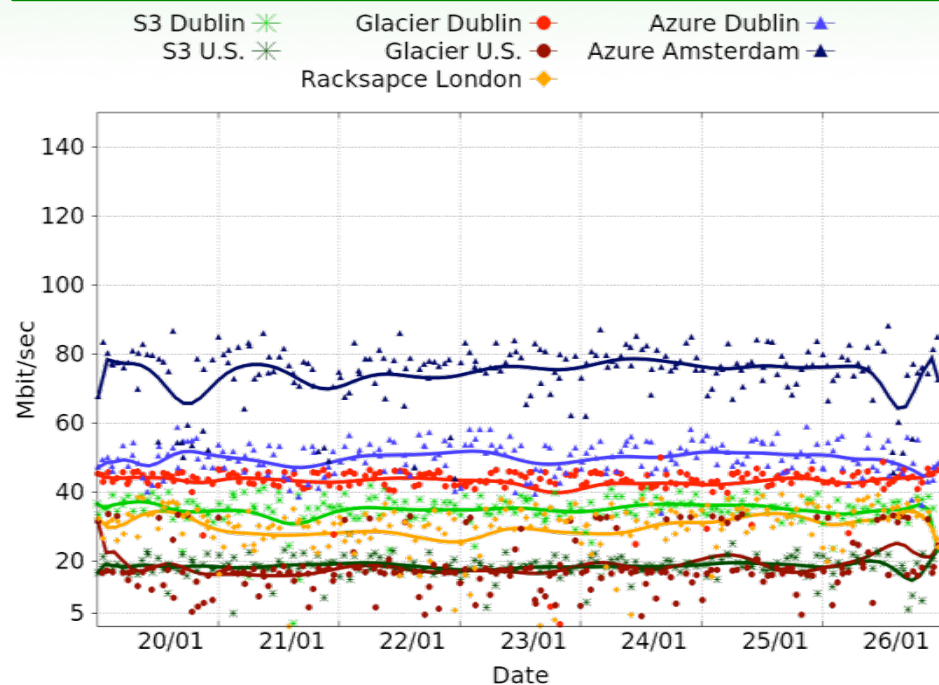
Download



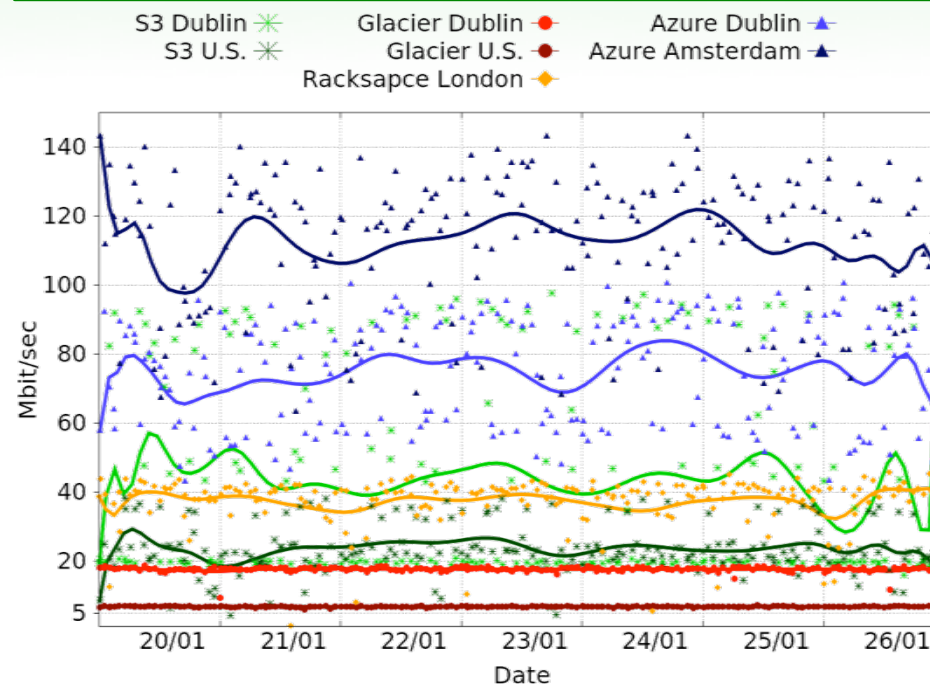
- Download standard (1chunk, 1thread): **36.6 Mbit/sec**
- Due thread attivi: **51.99 Mbit/sec**
- 20 thread attivi, chunk da 5MB: **307.23 Mbit/sec**

Dipendenza dalla fascia oraria

Upload 10MB

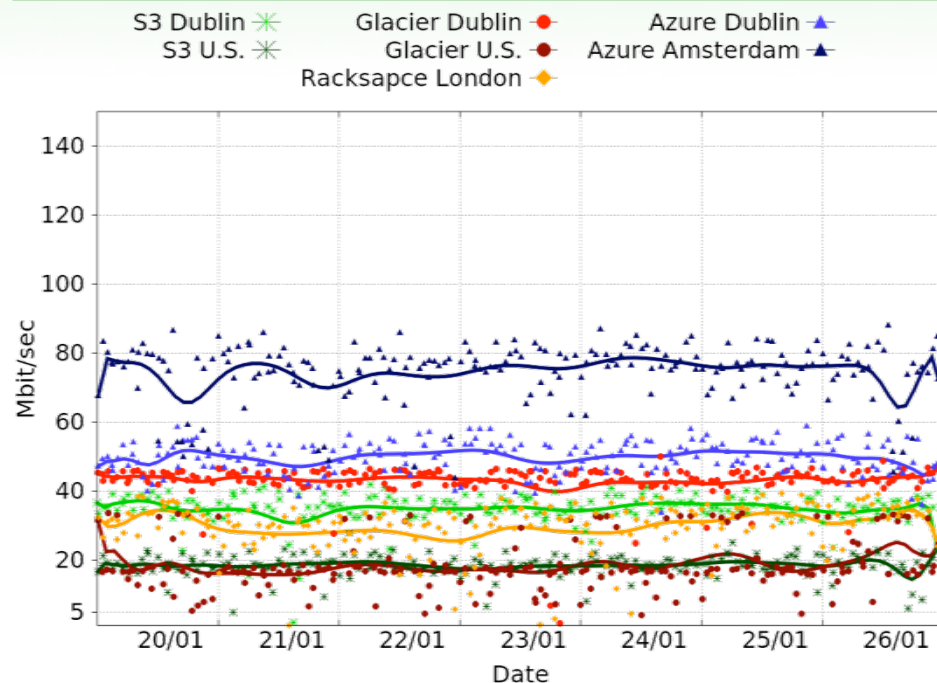


Download 10MB

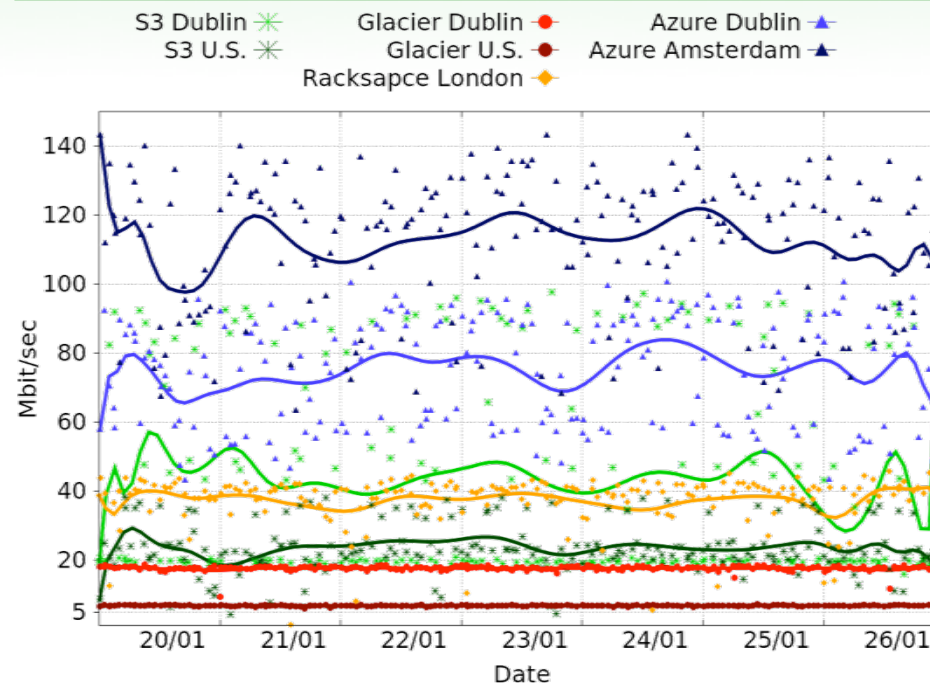


Dipendenza dalla fascia oraria

Upload 10MB



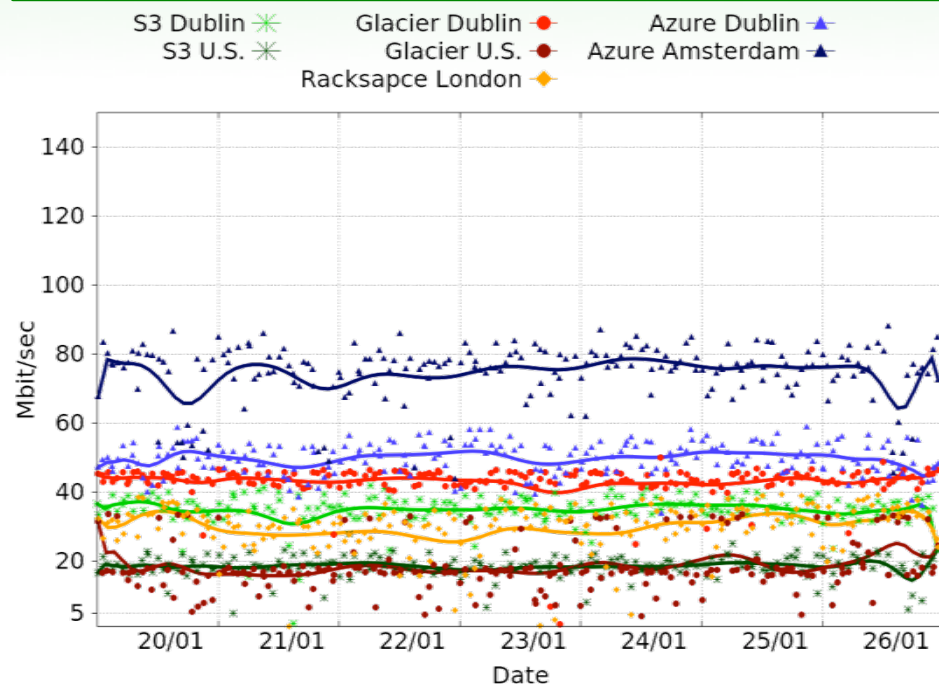
Download 10MB



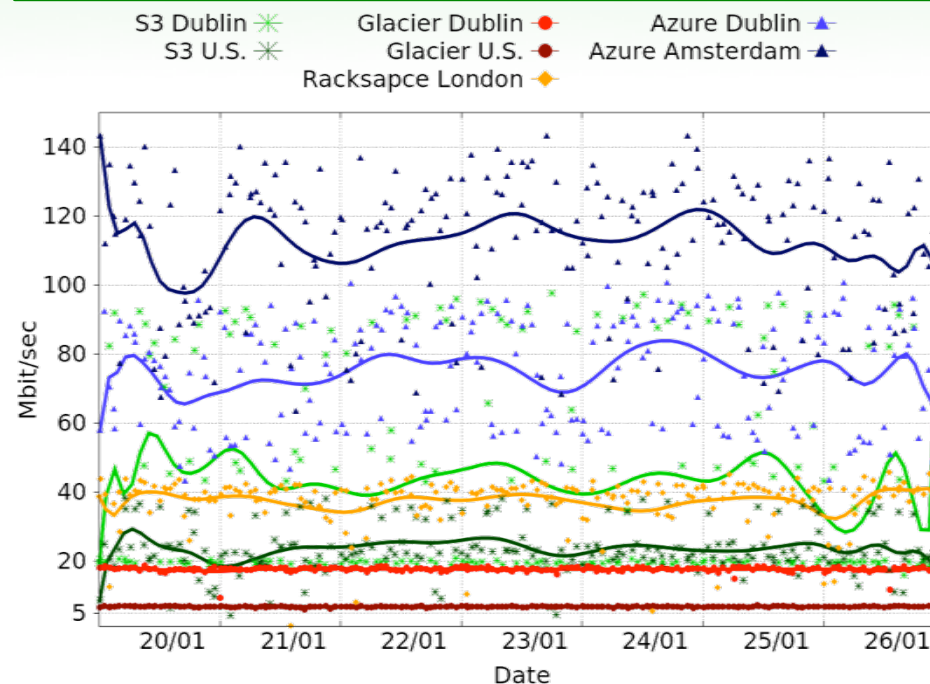
- **Monitoraggio continuo** per una settimana
 - Identificazione di **eventuali sovraccarichi** sul servizio
 - **Selezione** data center di **destinazione** in base all'orario

Dipendenza dalla fascia oraria

Upload 10MB



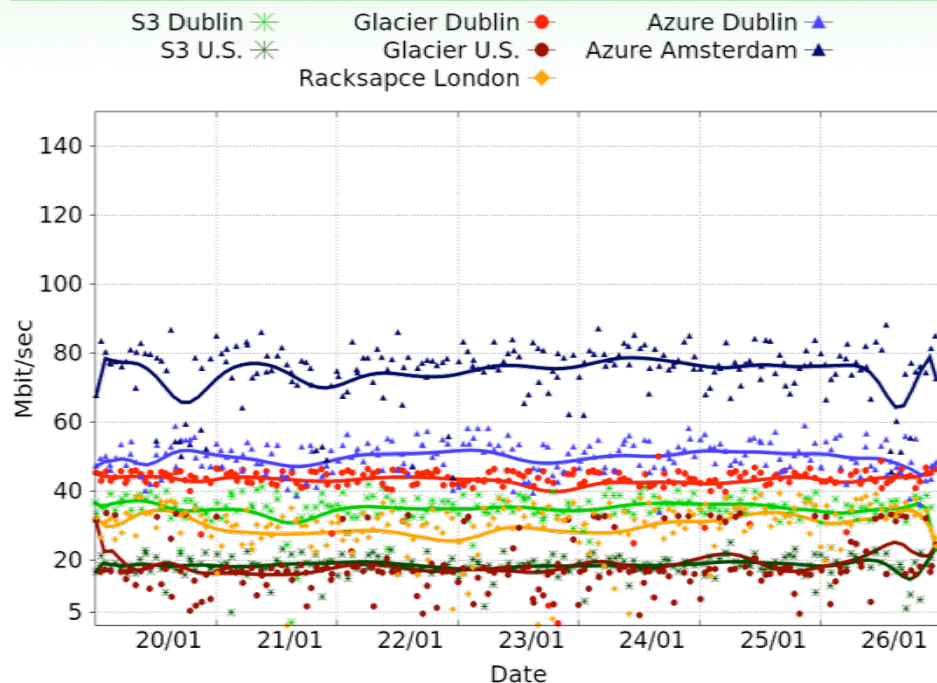
Download 10MB



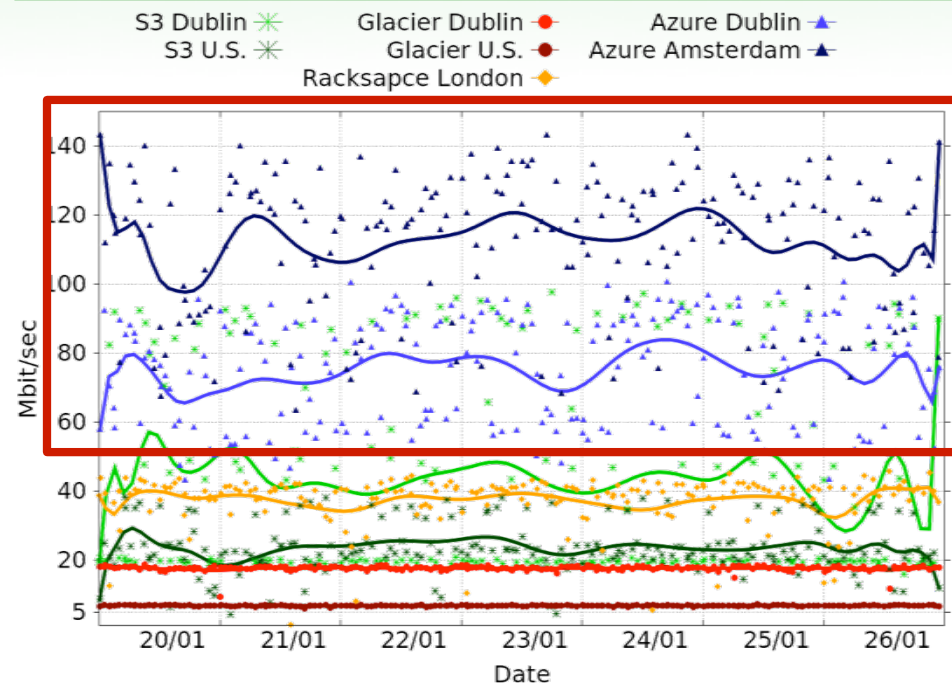
- **Non c'è forte dipendenza** rispetto al tempo

Dipendenza dalla fascia oraria

Upload 10MB



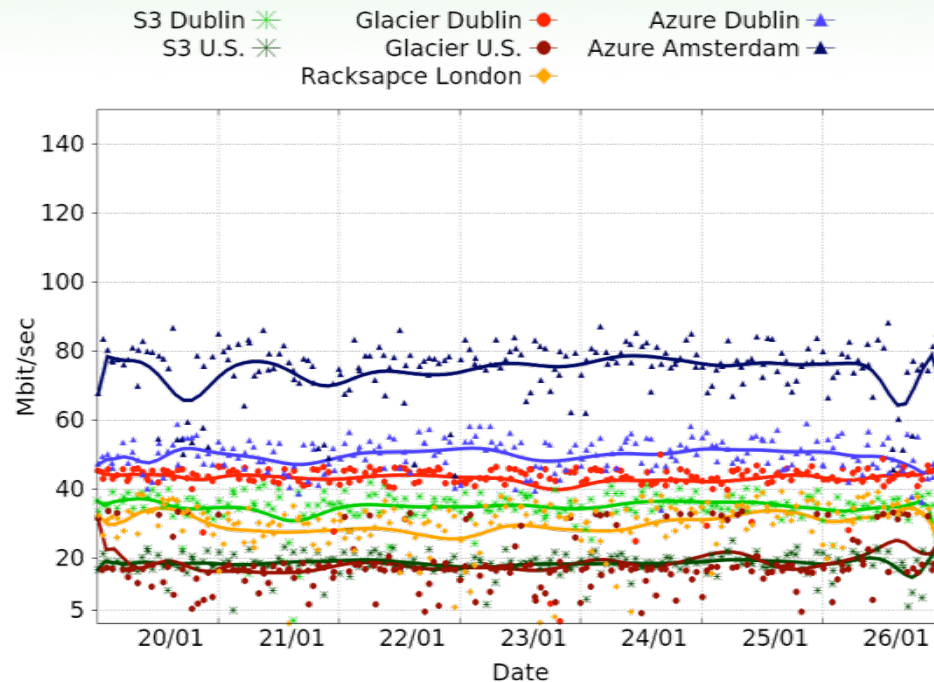
Download 10MB



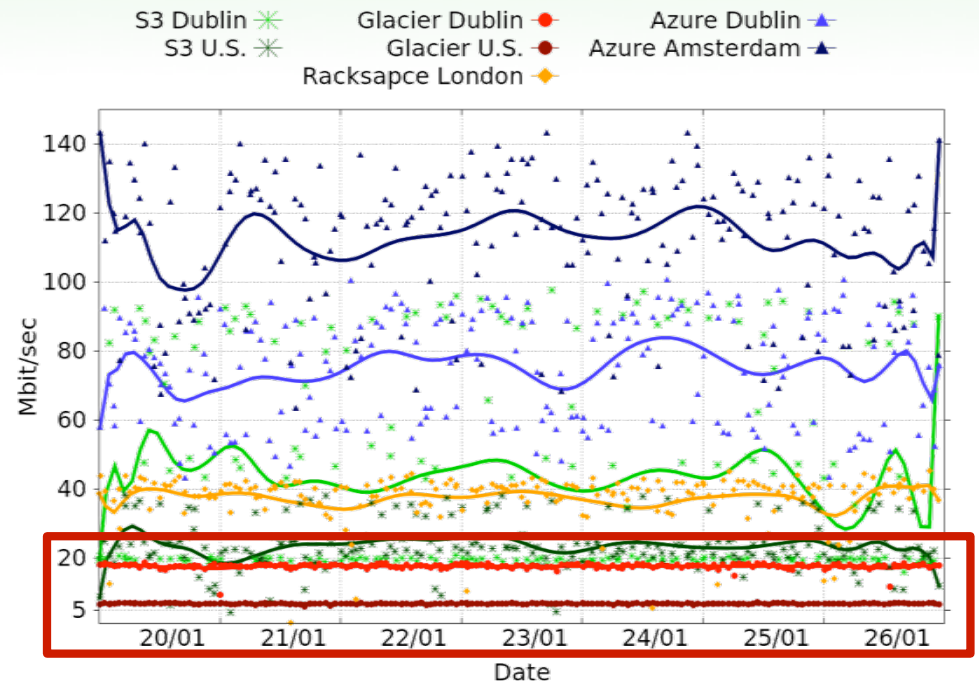
- **Non c'è forte dipendenza** rispetto al tempo
 - Variabilità di Windows Azure dovuta a **condizioni della rete**

Dipendenza dalla fascia oraria

Upload 10MB



Download 10MB



- **Non c'è forte dipendenza** rispetto al tempo
 - Variabilità di Windows Azure dovuta a **condizioni della rete**
 - **Throughput** di Amazon Glacier **limitato in download**

- Realizzazione di **benchmark specifici** e **testbed software** per soluzioni di cloud storage
- Importanza delle **scelte architettureali** e loro **implicazioni sulle performance**
- Localizzazione dei data center
 - Topologie **centralizzate** e **distribuite**
- Misura di **prestazioni all'utente finale**:
 - Throughput in upload e download, dipendenza da fascia oraria, tempo di sincronizzazione totale, monitoraggio persistente, upload e download parallelo (multi-threaded), ...
- Individuazione e analisi di **caratteristiche avanzate**

Backup Slides

Localizzazione Geografica, Personal

Servizio	Numero di data center	Posizione
Dropbox	1 controllo 1 storage*	US , CA, San José US , VA, Washington DC
SkyDrive	1 controllo 1 storage 1 controllo + storage	Singapore US , WA, Seattle US , VA, Richmond
Cloud Drive	2 controllo + storage 1 storage	US , VA, Washington DC; IE , Dublin US , OR, Boardman
Wuala	2 controllo + storage 2 storage	DE , Nurnberg FR , Paris; CH , Zurich
SugarSync	1 controllo + storage	US , CA, San Francisco
Box	1 controllo + storage	US , CA, San José
Copy	1 controllo + storage	US , MI, Ann Arbor
* Gestito da Amazon S3 (Outsourcing dello storage)		

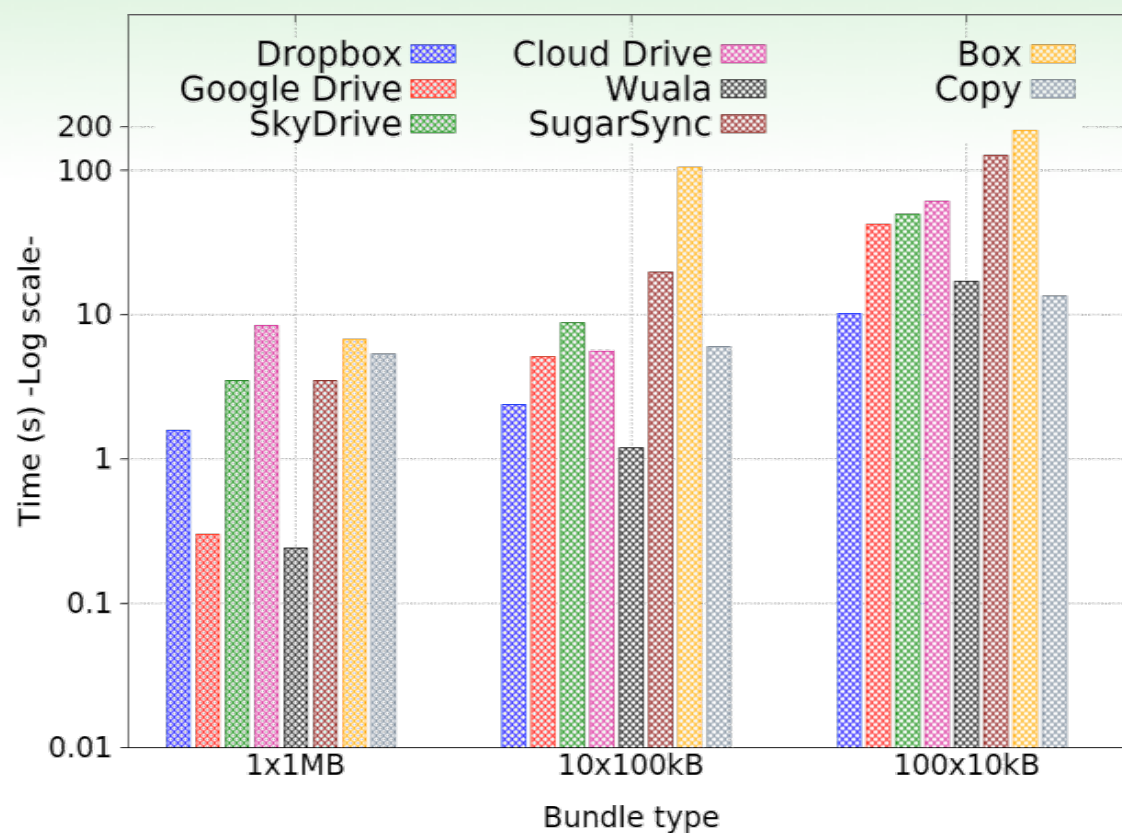
Localizzazione Geografica, Personal

Servizio	Posizione degli <i>Edge-PoP</i>
Google Drive	Architettura distribuita
30 controllo + storage	France , Paris; Germany , Berlin, Munich; GB , London; Hungary , Budapest; Ireland , Dublin; Italy , Milan; Netherlands , Amsterdam; Portugal , Lisbon; Sweden , Stockholm; US Atlanta, Chicago, Dallas, Denver, Los Angeles, Miami, Mountain View, New York, Seattle, Washington D.C.; Canada ; Toronto; Argentina , Buenos Aires; Brazil , Sao Paulo; Australia , Sydney; Hong Kong ; India , Delhi, Mumbai; Japan , Tokyo; Russia , Moscow; Singapore ; Taiwan
9 controllo	Austria , Wien; Czech Republic , Prague; France , Marseille; Germany , Frankfurt; Poland , Warsaw; Spain , Madrid; Nigeria , Lagos; South Africa , Cape Town; Thailand , Bangkok
1 storage	India , Chennai

Localizzazione Geografica, B2B

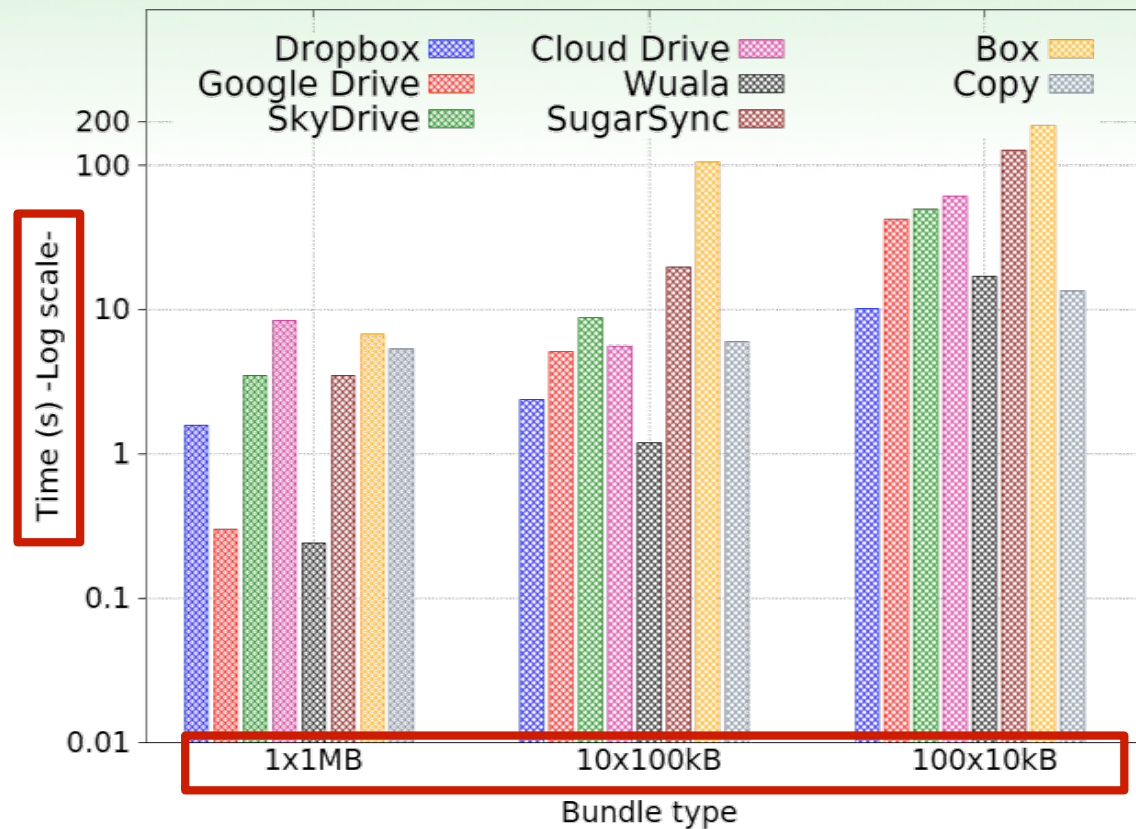
Servizio	Numero di data center	Posizione
Amazon S3	8	US , VA - Washington DC, CA - San José, OR - Boardman; IE , Dublin; Singapore ; Australia , Sydney; Japan , Tokyo; Brazil , Sao Paulo
Amazon Glacier	6	US , VA - Washington DC, CA - San José, OR - Boardman; IE , Dublin; Australia , Sydney; Japan , Tokyo
Windows Azure Blob	8	US , IL - Chicago, TX - San Antonio, WA - Seattle, VA - Richmond ; NL , Amsterdam; IE , Dublin; Hong Kong; Singapore
Rackspace Cloud Files	6	US , IL - Chicago, TX - Dallas, VA - Washington DC; GB , London; Hong Kong ; Australia , Sydney

Implicazioni Bundling



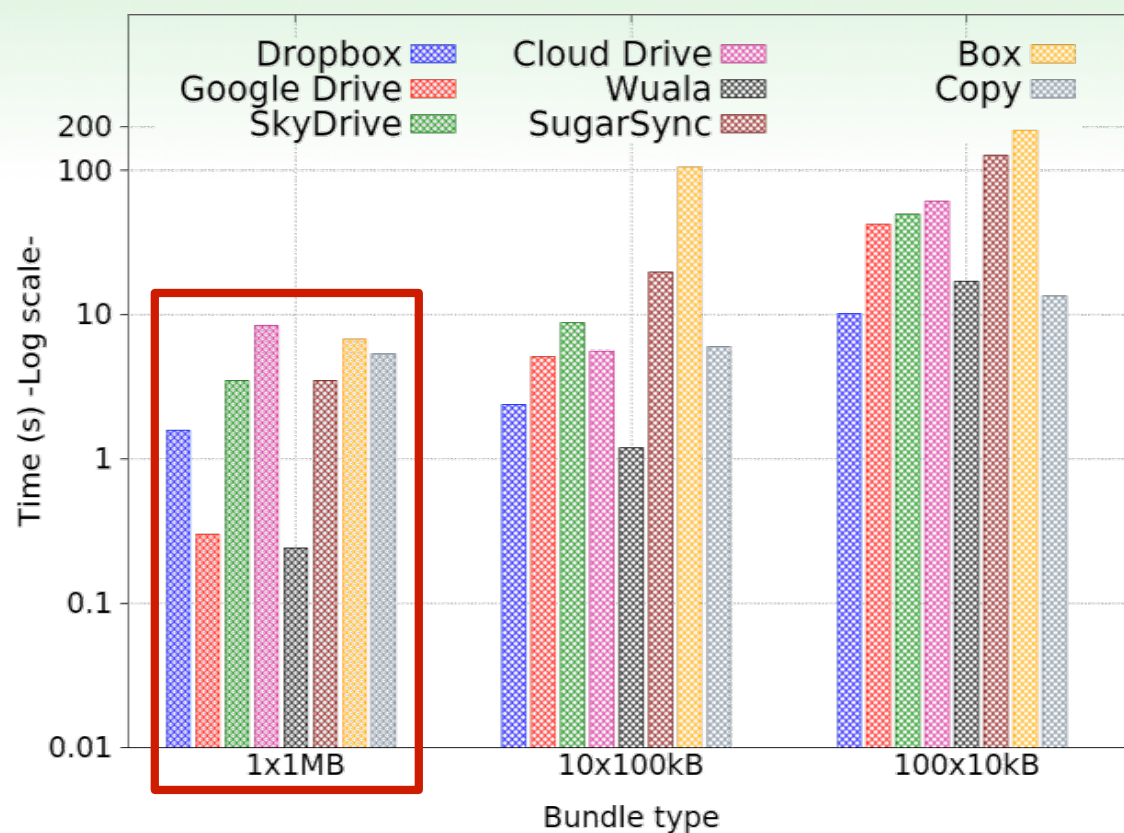
- Capacità di trasmettere due o più file in una singola transazione, riutilizzando la stessa connessione TCP/TLS

Implicazioni Bundling



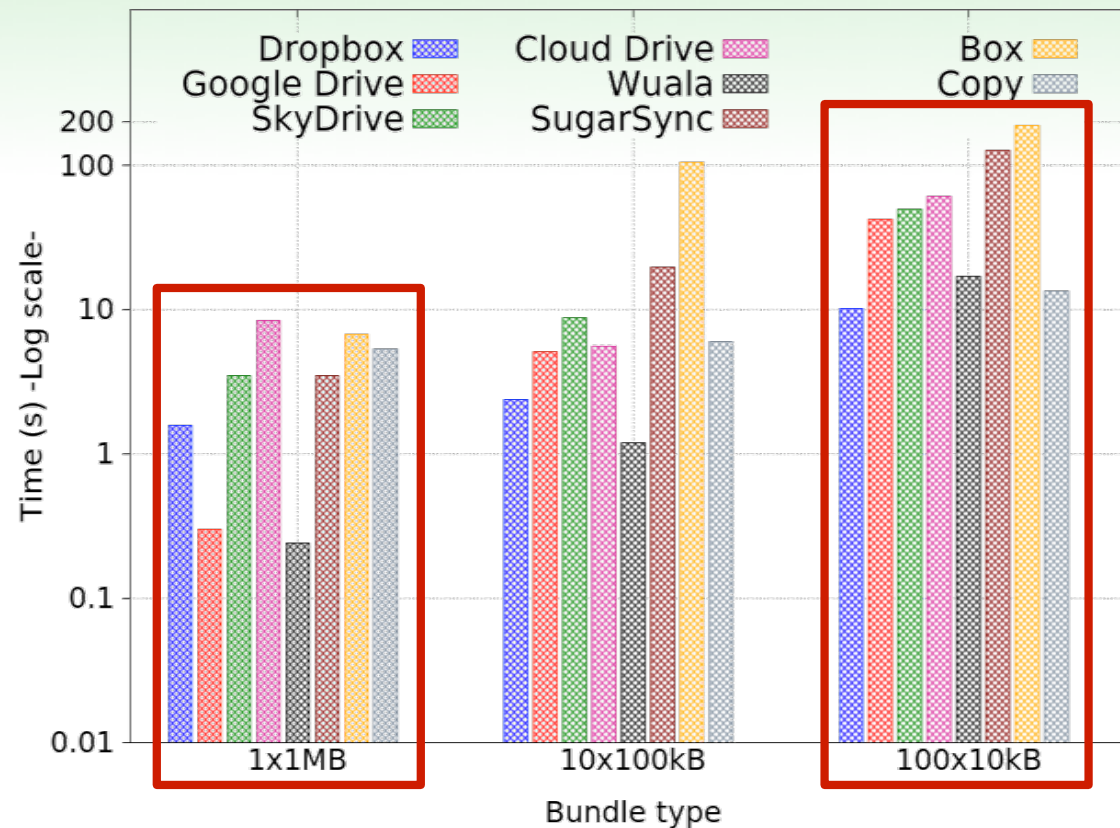
- Considerando workload differenti:
 - **Variazioni** apprezzabili **sul tempo di completamento?**
 - Meglio pochi file grandi o molti file piccoli?

Implicazioni Bundling



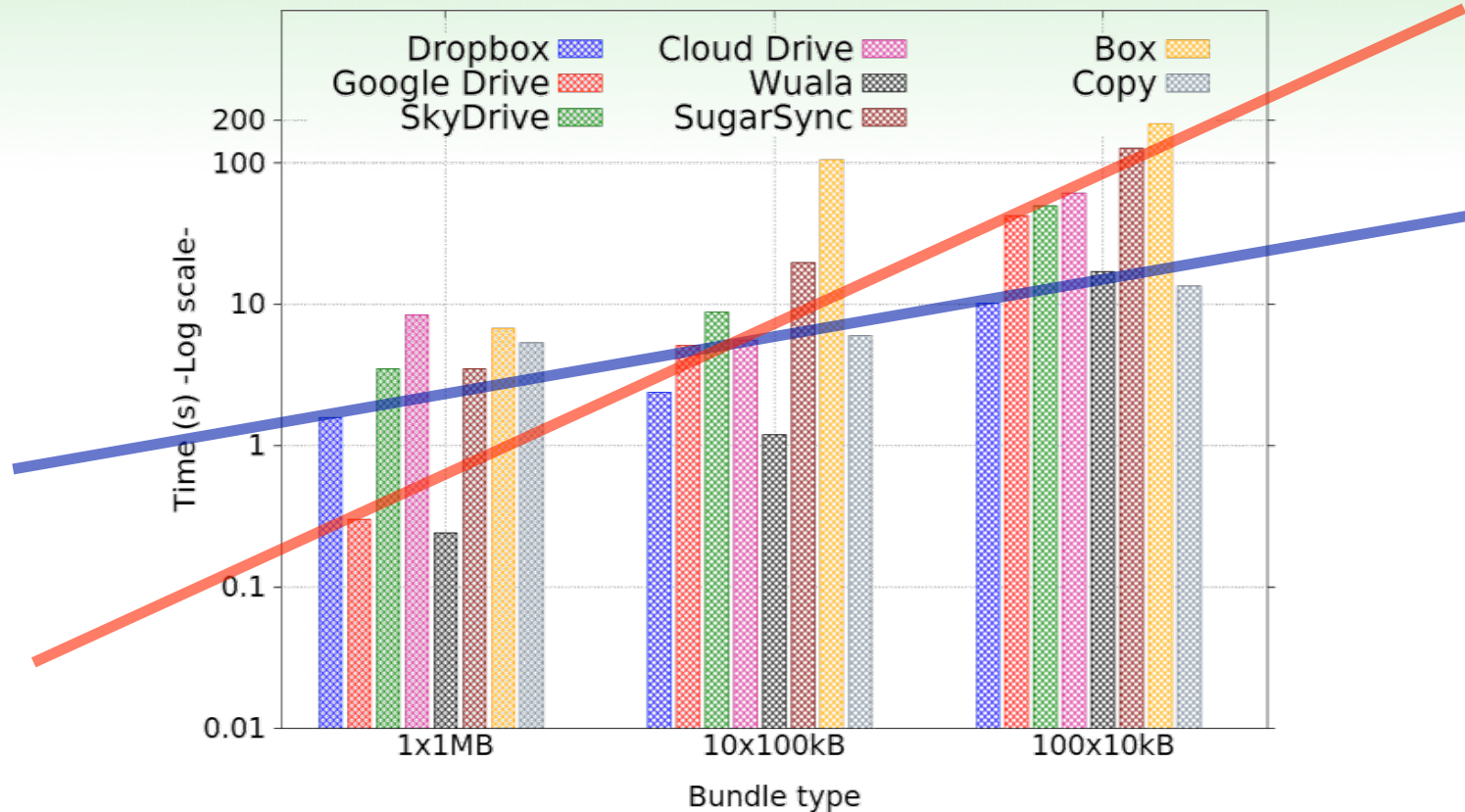
- La **latenza** ha un ruolo dominante per singoli file

Implicazioni Bundling



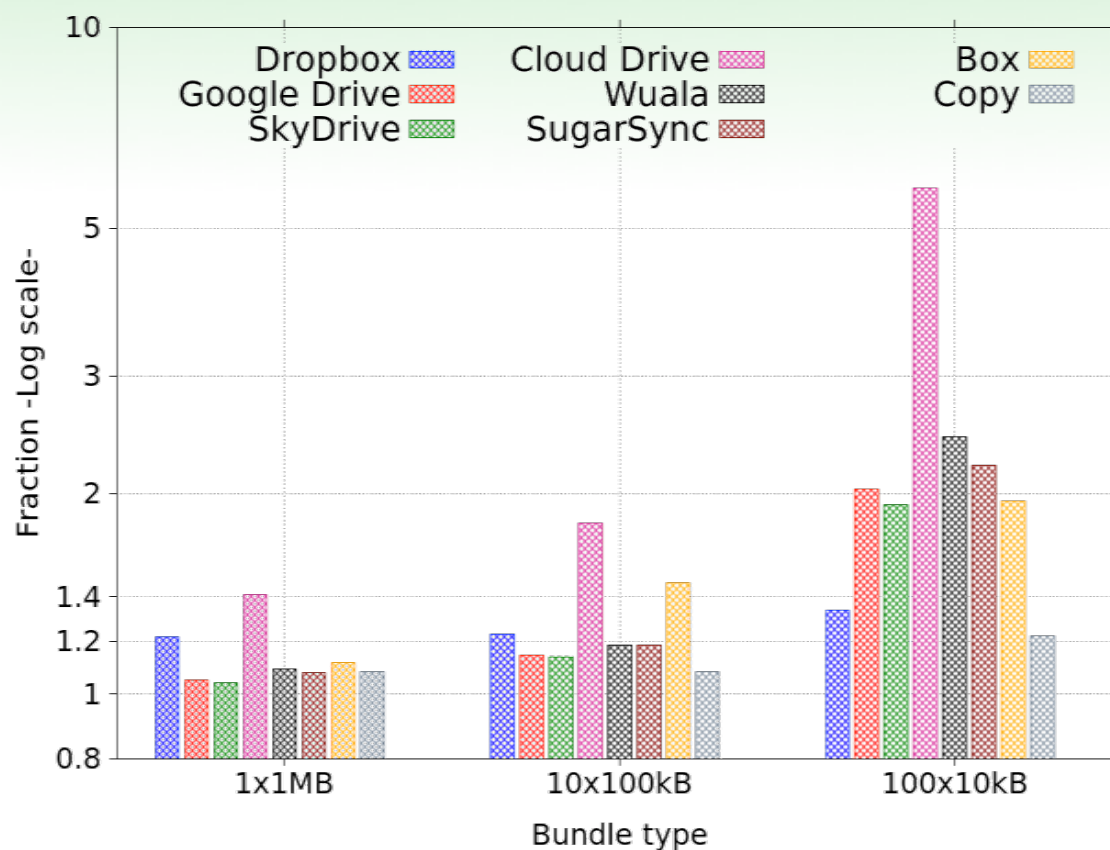
- La **latenza** ha un ruolo dominante per singoli file
- **Abbattimento del tempo di upload** con molti file piccoli nel caso sia implementato bundling

Implicazioni Bundling



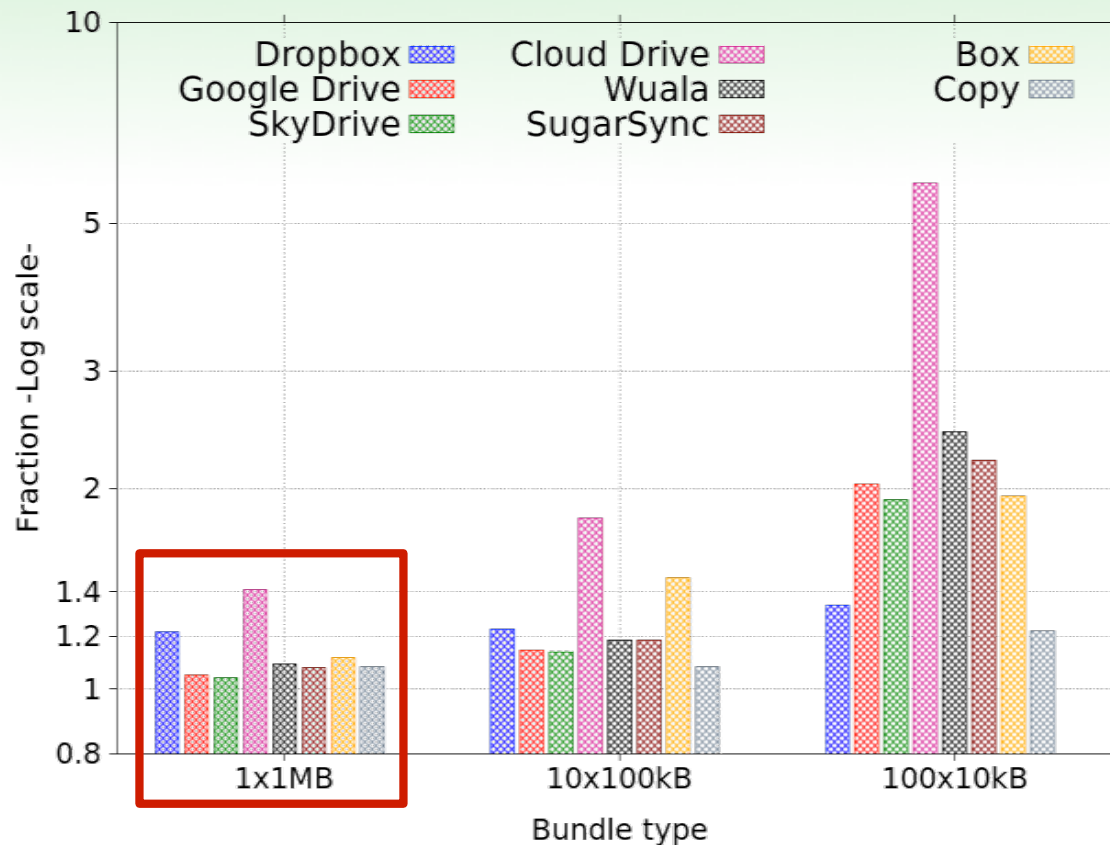
- Notevole miglioramento prestazionale:
 - Google Drive (**15ms** RTT) → **42s** per inviare 100file da 10kB ciascuno
 - Dropbox (**90ms** RTT) → **10s** per inviare 100file da 10kB ciascuno

Implicazioni Bundling



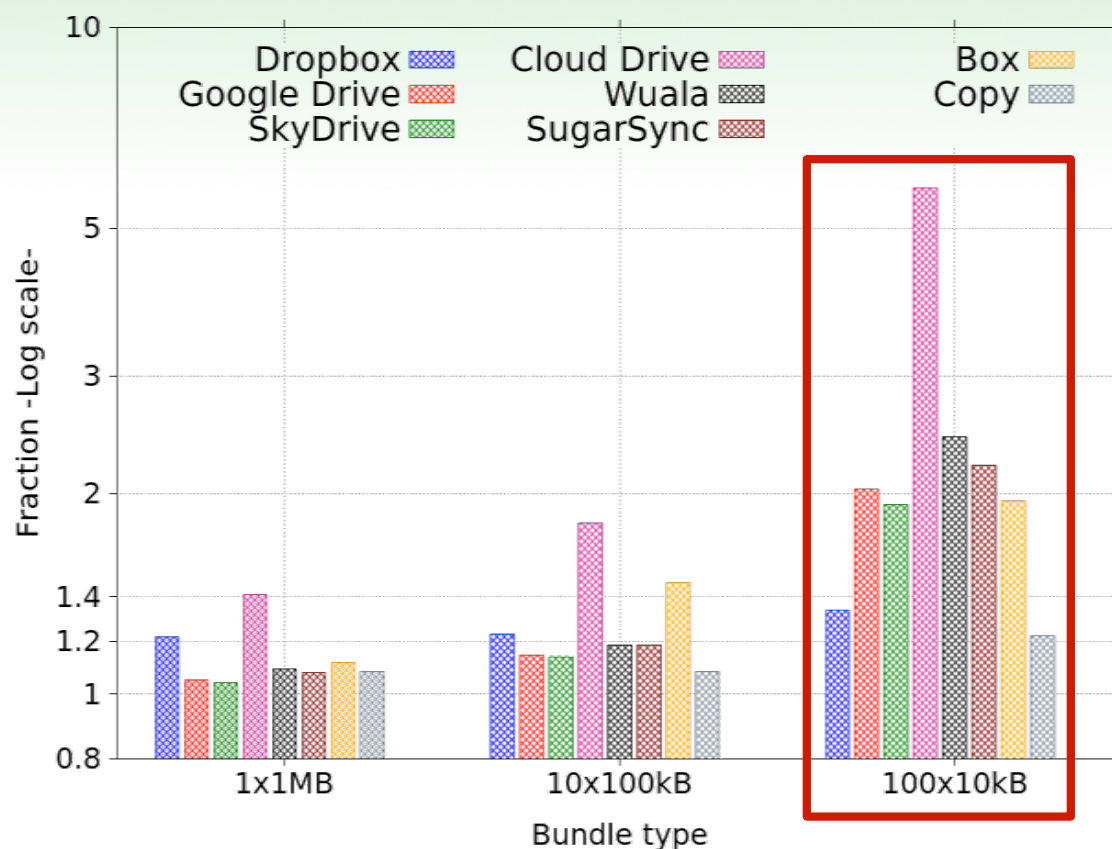
- **Implicazioni sull'overhead** prodotto:
 - Rapporto tra byte inviati e dimensione effettiva del workload

Implicazioni Bundling



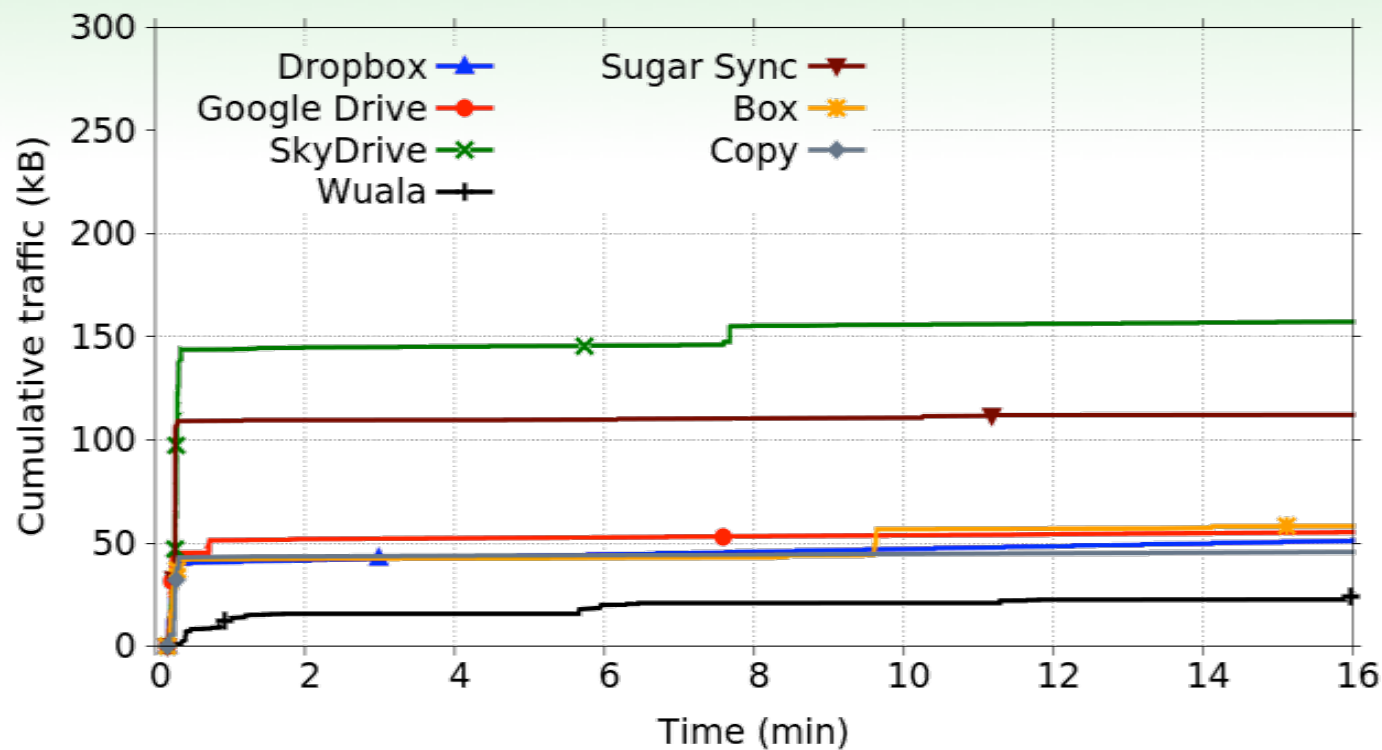
- **Implicazioni sull'overhead prodotto:**
 - Cloud Drive instaura **4 connessioni per file**
 - Dropbox è meno efficiente a causa del **traffico di segnalazione** necessario alle caratteristiche

Implicazioni Bundling



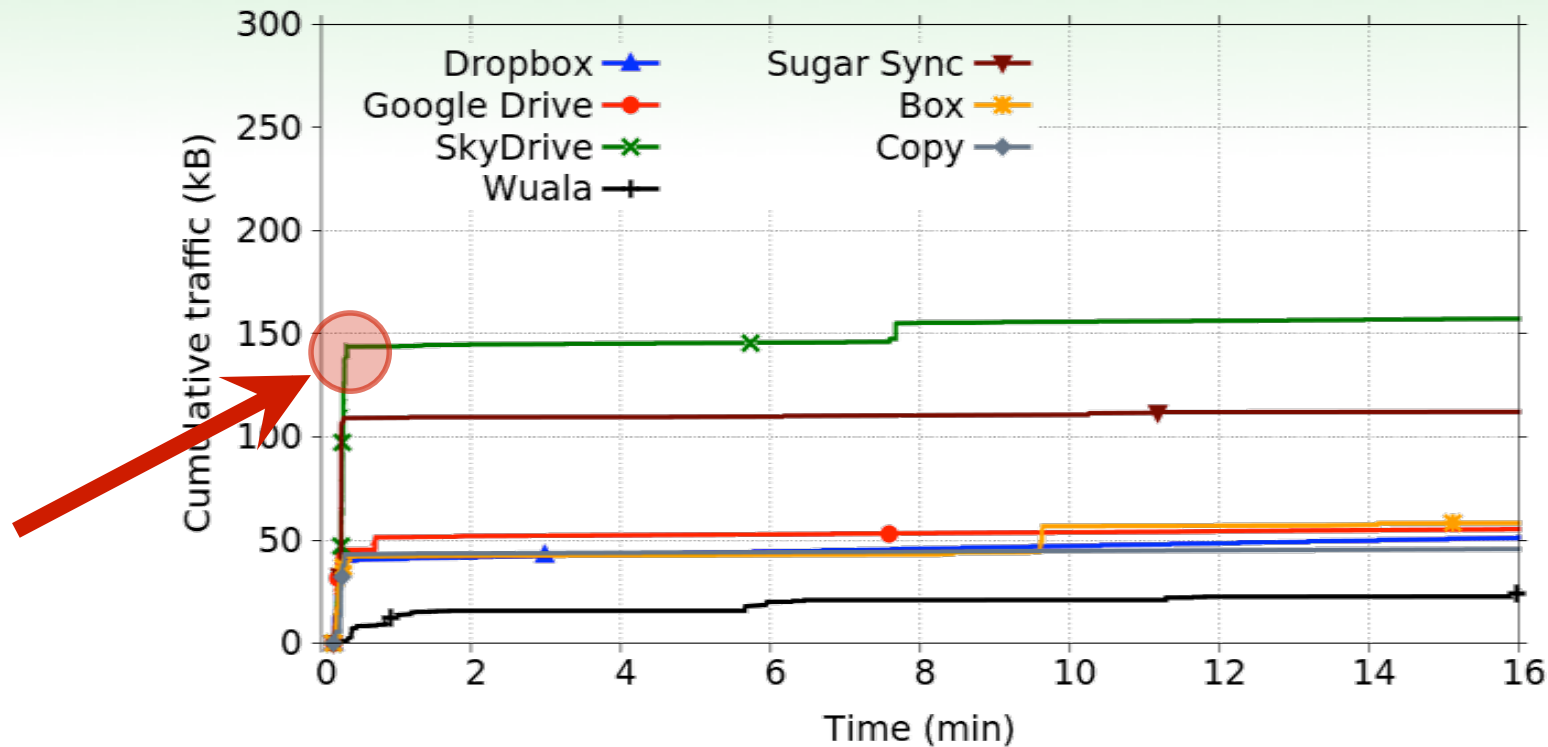
- **Implicazioni sull'overhead prodotto:**
 - Dropbox è **avvantaggiato** dalla capacità di fare bundling
 - Cloud Drive trasmette **traffico pari al 700%** rispetto al workload

Client software in stato 'idle'



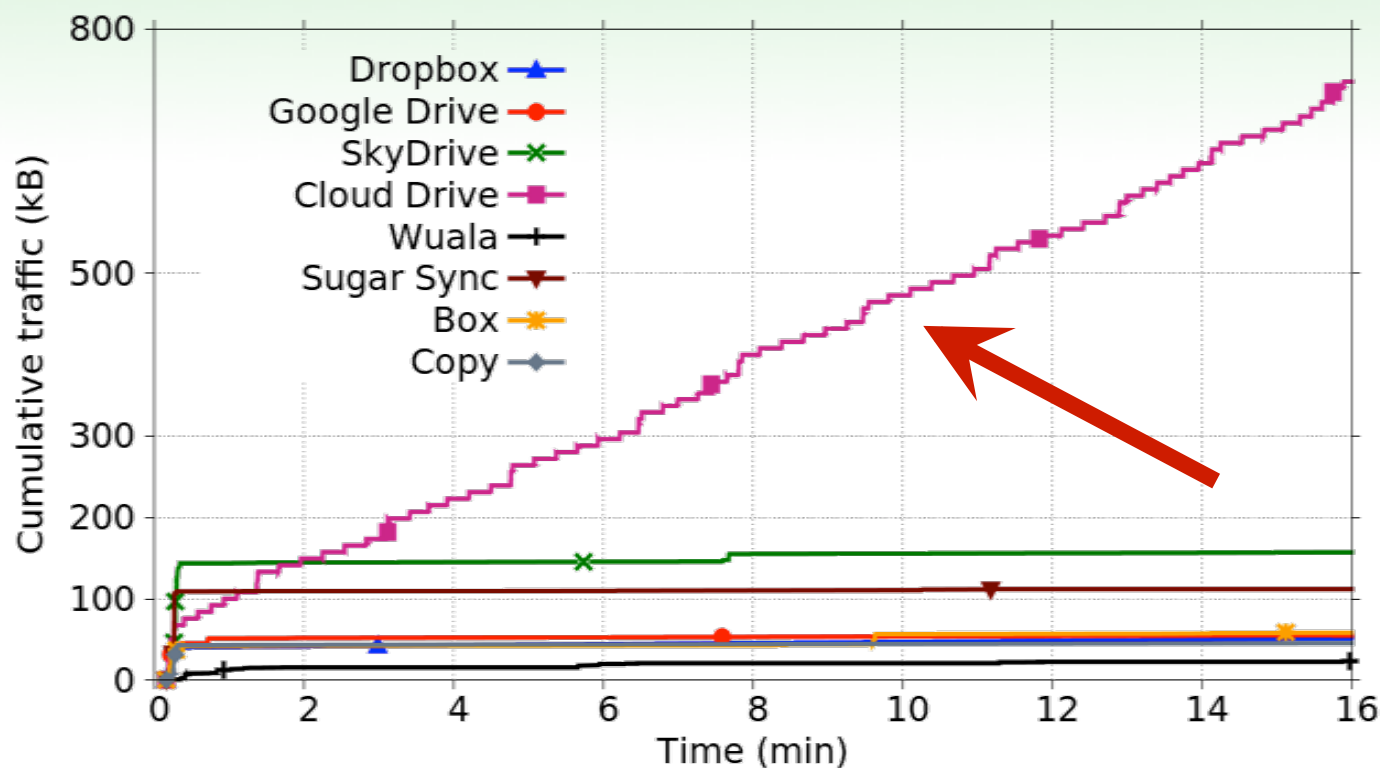
- Generalmente protocolli **silenziosi**

Client software in stato 'idle'



- Generalmente protocolli **silenziosi**:
 - SkyDrive ha un picco di 150kB in avvio
 - Poi polling ogni minuto, equivalente a 32bps

Client software in stato 'idle'

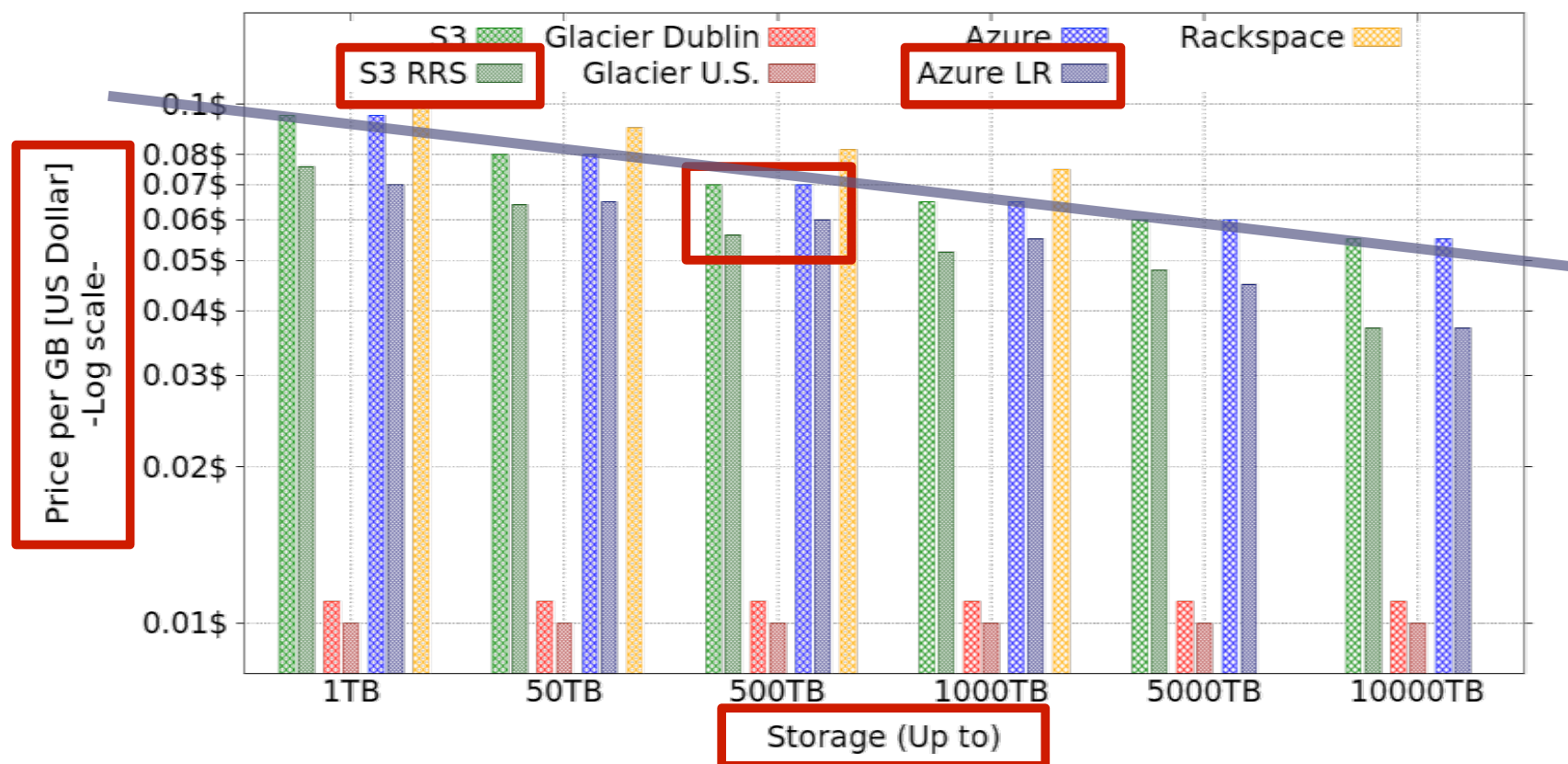


- Cloud Drive: **polling ogni 15 sec** su una **nuova connessione**
 - Traffico equivalente a 6kbps → 65MB/giorno

Costi storage B2B (al 31/01/2014)

- Prezzo del servizio composto da:

1. Storage



Costi storage B2B (al 31/01/2014)

- Prezzo del servizio composto da:

1. **Storage**

2. **Richieste**

- Si comprano in pacchetti di migliaia
- Amazon Glacier è il più caro: 5 cent / 1000 richieste
- Windows Azure è il più economico: 1 cent / 100.000 richieste
- Rackspace non prevede costi aggiuntivi per richieste

Costi storage B2B (al 31/01/2014)

- Prezzo del servizio composto da:

1. Storage

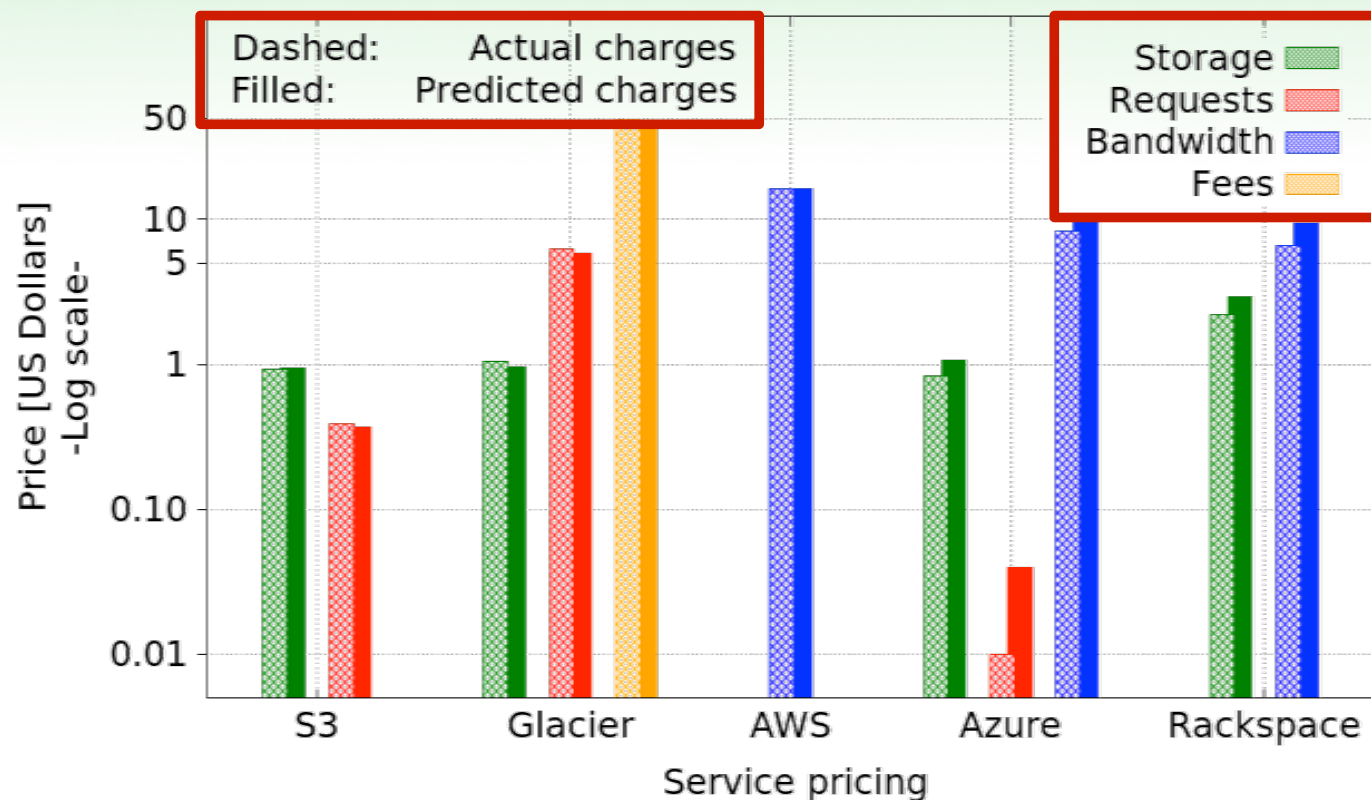
2. Richieste

- Si comprano in pacchetti di migliaia
- Amazon Glacier è il più caro: 5 cent / 1000 richieste
- Windows Azure è il più economico: 1 cent / 100.000 richieste
- Rackspace non prevede costi aggiuntivi per richieste

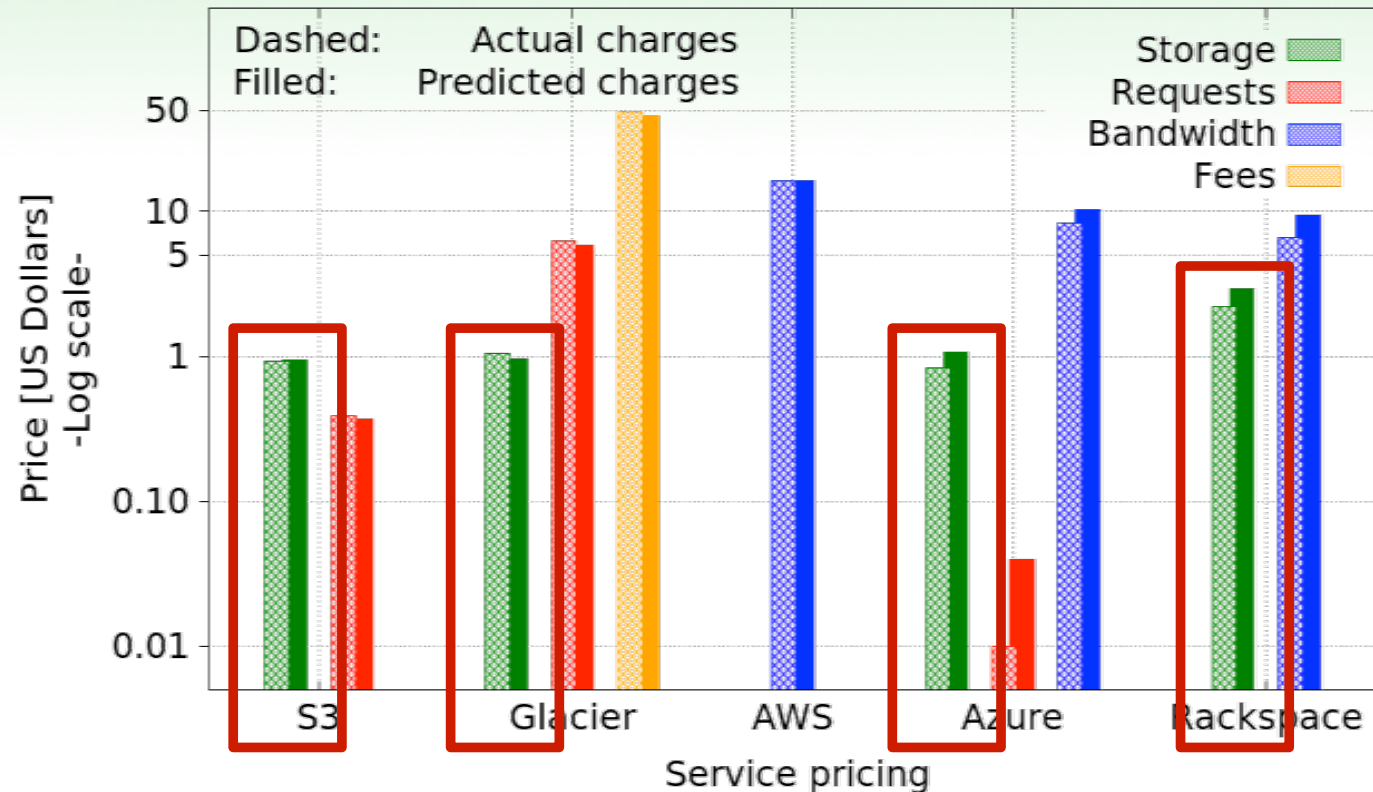
3. Banda in download

- L'upload è gratuito
- Scaricare contenuti: 12 cent / GB fino a 10TB
- Per volumi maggiori: 5 cent / GB fino a 500TB

Confronto spese effettive e stimate

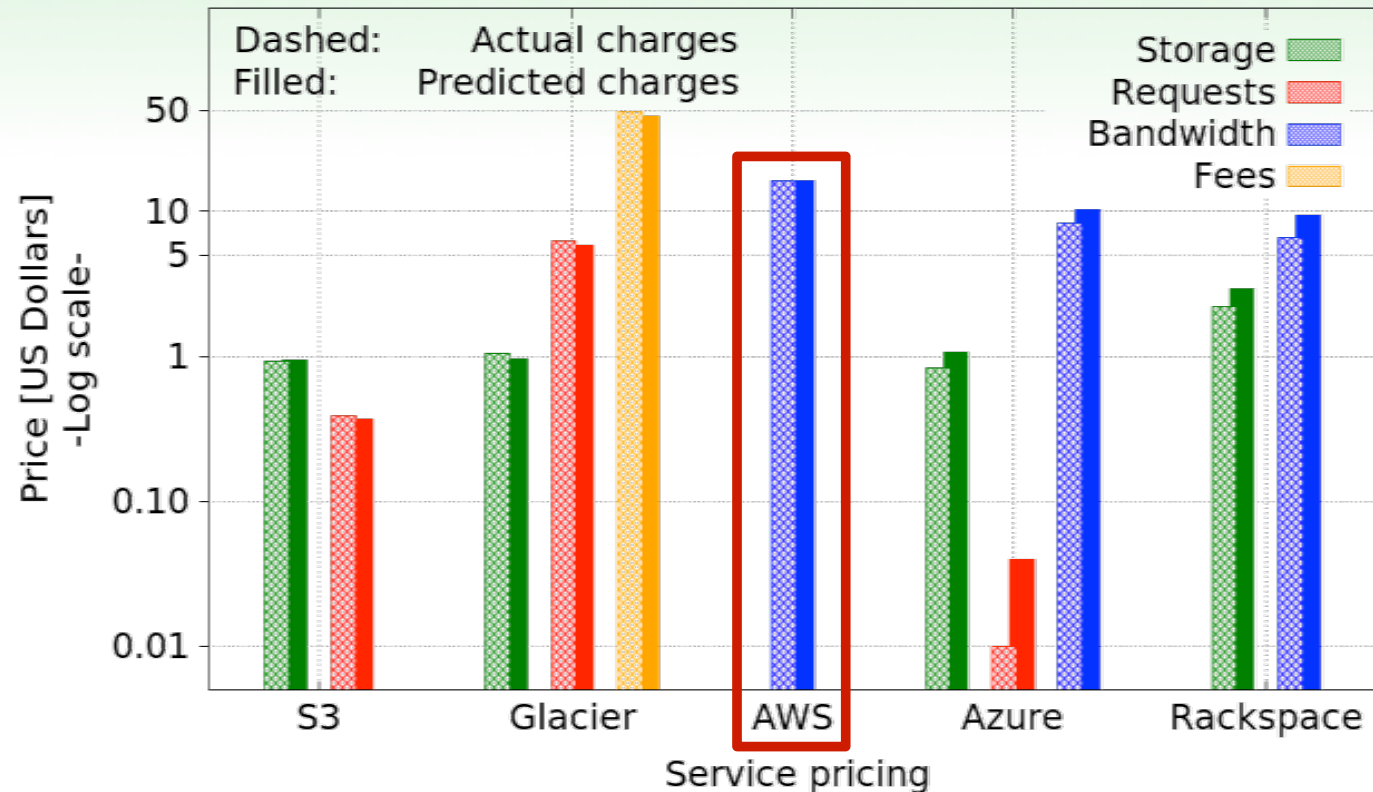


Confronto spese effettive e stimate



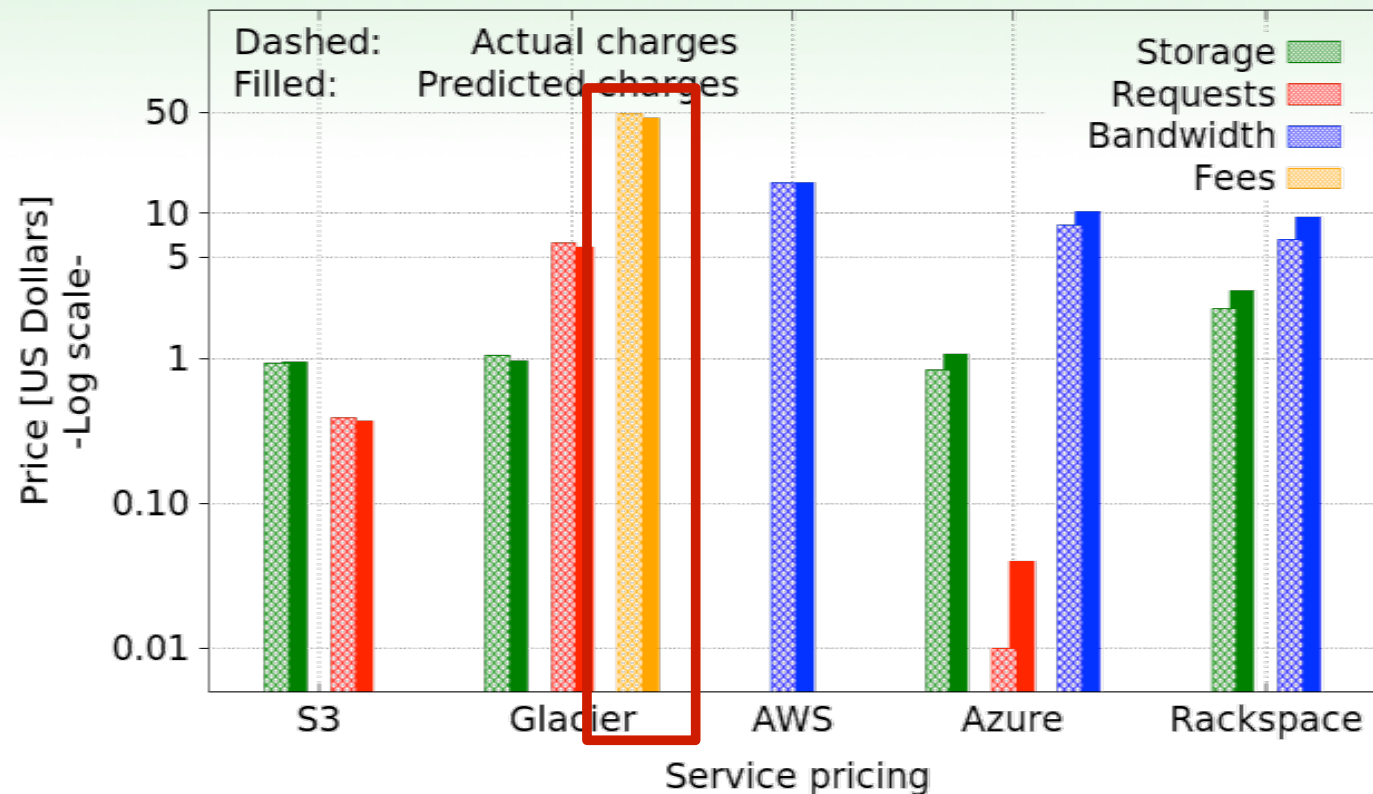
- Costo di **storage molto basso**
 - Prezzi riportati **per mese**
 - Ma fatturazione effettuata su **base oraria**

Confronto spese effettive e stimate



- Costo di **storage molto basso**
- **Banda in download molto più costosa** dello storage

Confronto spese effettive e stimate



- Costo di **storage molto basso**
- **Banda in download molto più costosa** dello storage
- Amazon Glacier può avere **penalità elevate**

Spese aggiuntive Amazon Glacier

- **Cancellazione anticipata:**
 - In caso gli oggetti vengano cancellati prima di 90 giorni
 - Costo di cancellazione pari a 3 cent / GB

Spese aggiuntive Amazon Glacier

- **Cancellazione anticipata:**
 - In caso gli oggetti vengano cancellati prima di 90 giorni
 - Costo di cancellazione pari a 3 cent / GB
- **Recupero dati:**
 - E' gratuito per una quantità pari al 5% della storage occupato
 - **Rate di recupero di picco:** viene calcolato come la massima quantità di dati richiesta nell'arco di 4 ore
 - Ma si applica per l'intero mese!

Rate di picco X 0.01\$/GB X 24 ore X 30 giorni