

# Per avere un buon radiotelescopio

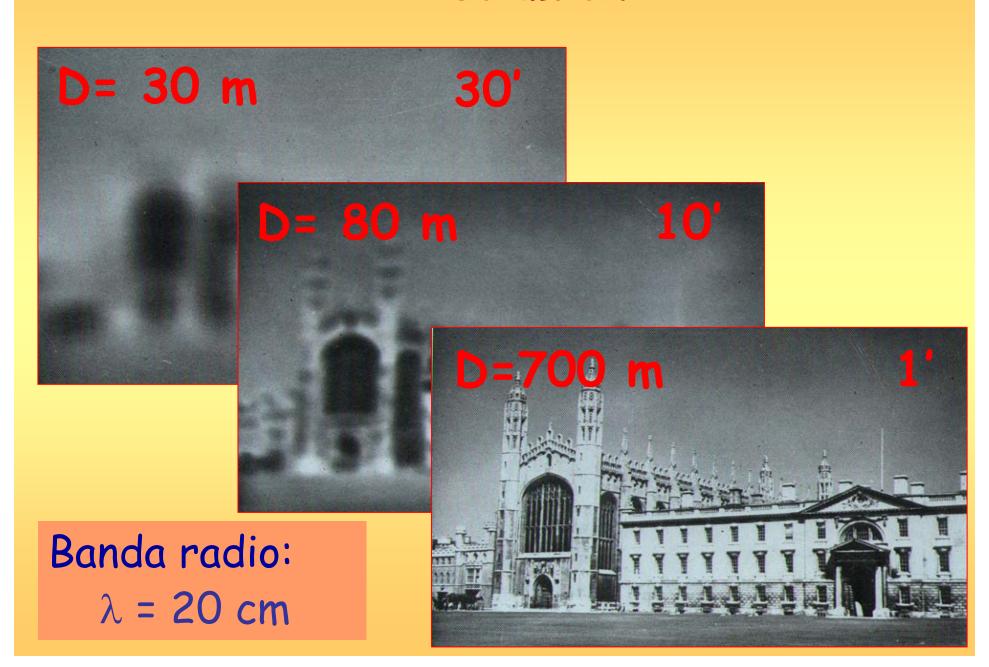
**Sensibilità** = capacità di rivelare segnali deboli. Aumenta con la superficie di raccolta, cioè e' proporzionale a  $D^2$  (D = Diametro).

**Risoluzione** = Capacità di distinguere oggetti vicini tra loro. Aumenta con  $D/\lambda$  ( $\lambda$  = Lunghezza d'onda)

Le lunghezze d'onda radio sono milioni di volte più lunghe di quelle ottiche:

sono necessari strumenti con diametri estremamente grandi per ottenere lo stesso potere risolutivo dei telescopi ottici.

## Risoluzione



### ad esempio .....



Alla frequenza di lavoro di 408 MHz la risoluzione di una antenna di 560 metri e' pari a quella di un binocolo da 4.5cm di diametro

Per costruire radiotelescopi di "grande diametro" si possono collegare diverse antenne, che funzionano come un unico strumento.

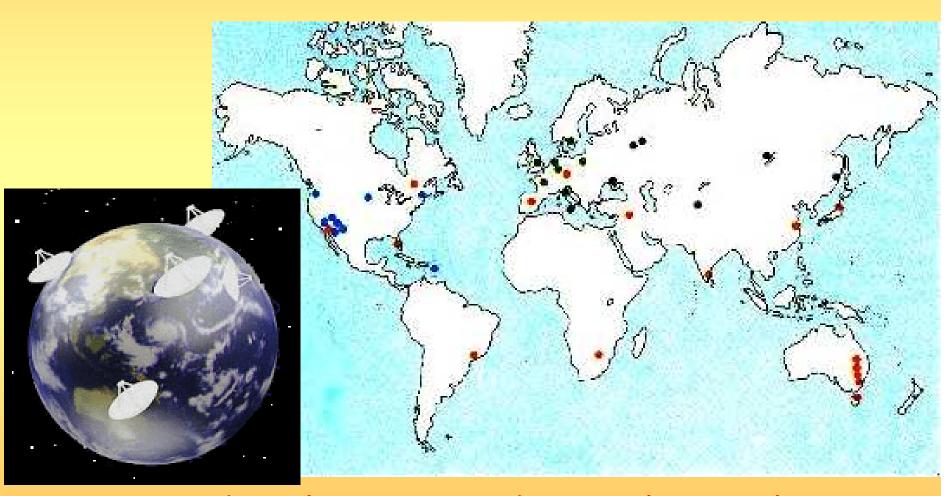


Su distanze di alcune centinaia di metri ......

...... di una decina di chilometri ......



# VLBI: Very Long Baseline Interferometer

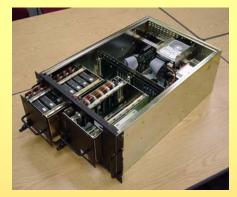


Un radio telescopio grande come la Terra!

# Collegare antenne distanti migliaia di chilometri ???

- > Registrare il segnale ricevuto da ogni antenna (>256 Mby/s)
- >Introdurre dei marcatempo di alta precisione
- >Trasportare i dati registrati in un centro
- > Sincronizzare le differenti osservazioni



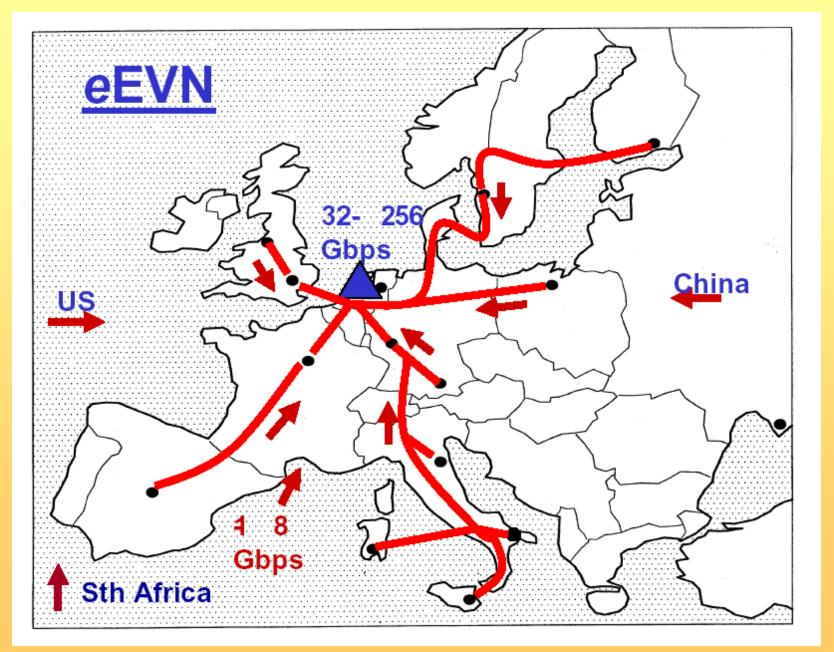


#### Il Correlatore

un supercomputer dedicato alla sincronizzazione dei dati



#### . . da un incontro al Cern nel Febbraio 2001. .



# ... Al e-VLBI intercontinentale nel 2009



## Le ragioni del e-VIbi

- > Correlazione in real-time
- > Feed-back immediato delle osservazioni
- >Eliminazione problemi logistici
- > Totale integrabilita' dei nuovi dBBC
- >Incremento prestazioni con prodotti di mercato
- > Riduzione costi di esercizio

#### Mc - Medicina



**December 2005**: Connected by "Lepida" Regional Network

Long path (120 Km.) with a repeater in the middle.

Was not a "dark fiber"!

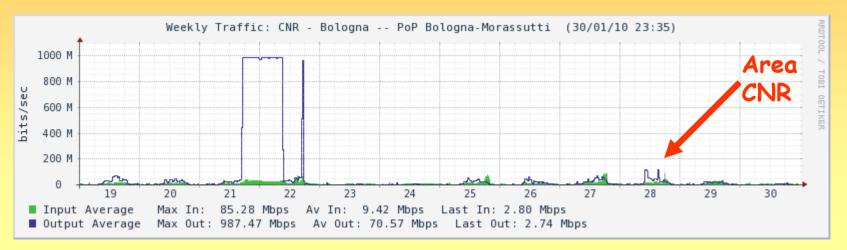
April 2009: Crossed the railroad! Short path (38Km)

Now "Dark fiber"

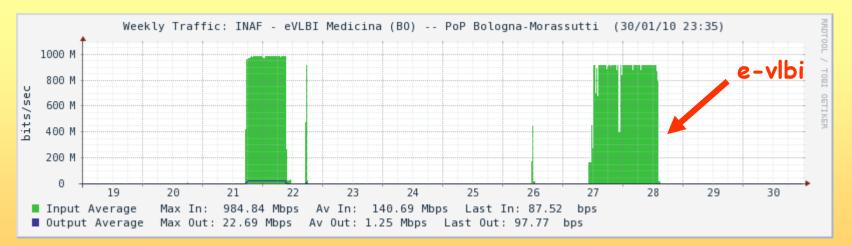
We can update to 10Gbit/s



# Medicina ... Area-Bologna



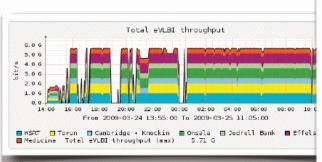
#### Bologna



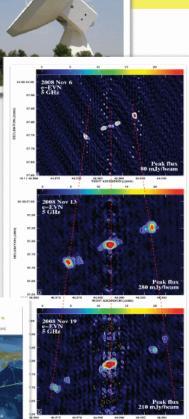
#### Medicina

#### **EXPReS** did establish:

- A competitive, real-time VLBI array:
  - That is producing great science
  - By regularly connecting > 10 telescopes
    - reaching all corners of the world
    - at 512Mbps and 1Gbps
    - with very impressive robustness
  - Pioneering distributed real-time processing
    - and high data rate flows





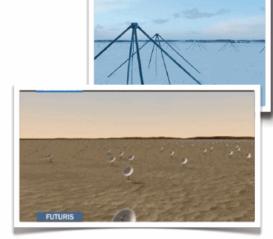


#### **NExpres will aim for:**

- All VLBI will be e-VLBI in order to:
  - Reach better sensitivity
  - Be more flexible
  - And more responsive
- Will require development:
  - More dynamic resource allocation mechanisms
  - Buffering (caching) of high-speed data
    - at various points in the transport chain
  - Ambition shared with LOFAR
  - Reach out to new telescopes and partners
    - US/NRAO, Sicily, Portugal, Russia, Ukraine
  - High capacity digital components
  - Strategic for Europe's SKA ambitions











#### www.nexpres.eu

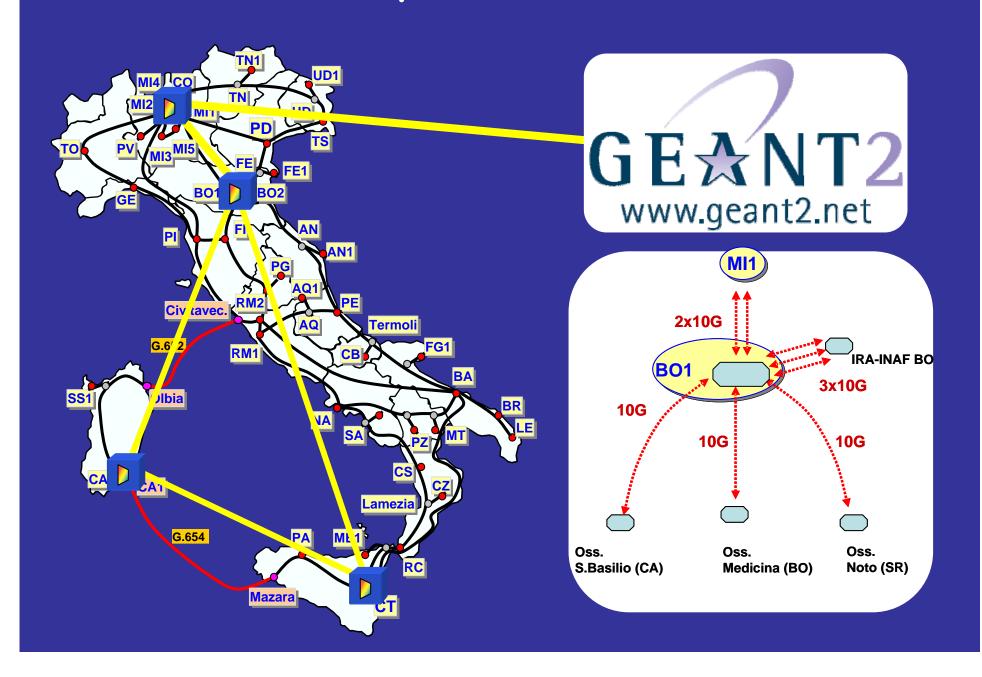
The EC has awarded the new NEXPReS project 3.5 million euros to advance data transfer, buffering, storage and distributed computing technologies. The improvements are expected to significantly enhance the "e-EVN Programme", a SKA Pathfinder Technology

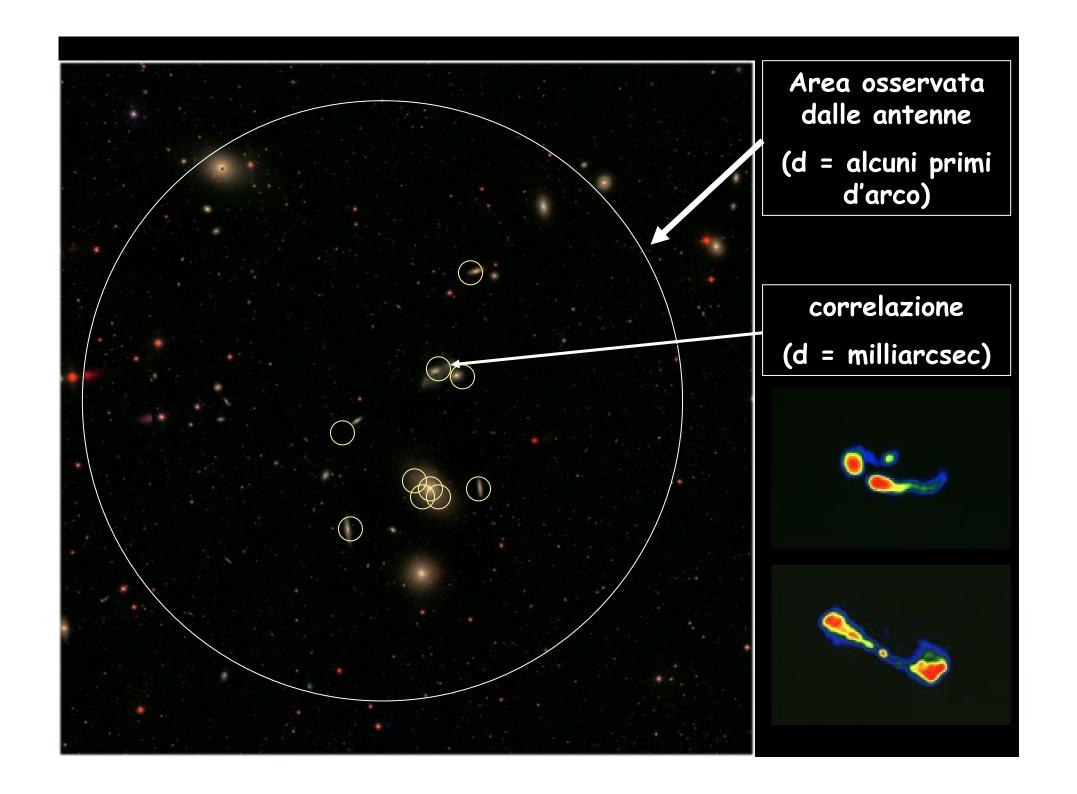
- ➤ Incrementare il numero di stazioni che partecipano all'e-Vlbi
- ➤Incrementare la banda osservativa da 512 Mbps a 4 Gbps (dBBC)
- ➤ Buffering/storage alla stazione ed al correlatore
- Larga banda e storage on demand
- Correlazione distribuita (DiFX e implementazione formato VDIF)

#### Sardinia Radio Telescope: 64 Metri di diametro, 100 GHz



# GARR: Rete per la radioastronomia





# VLBI Multi-correlazione / Multibeam

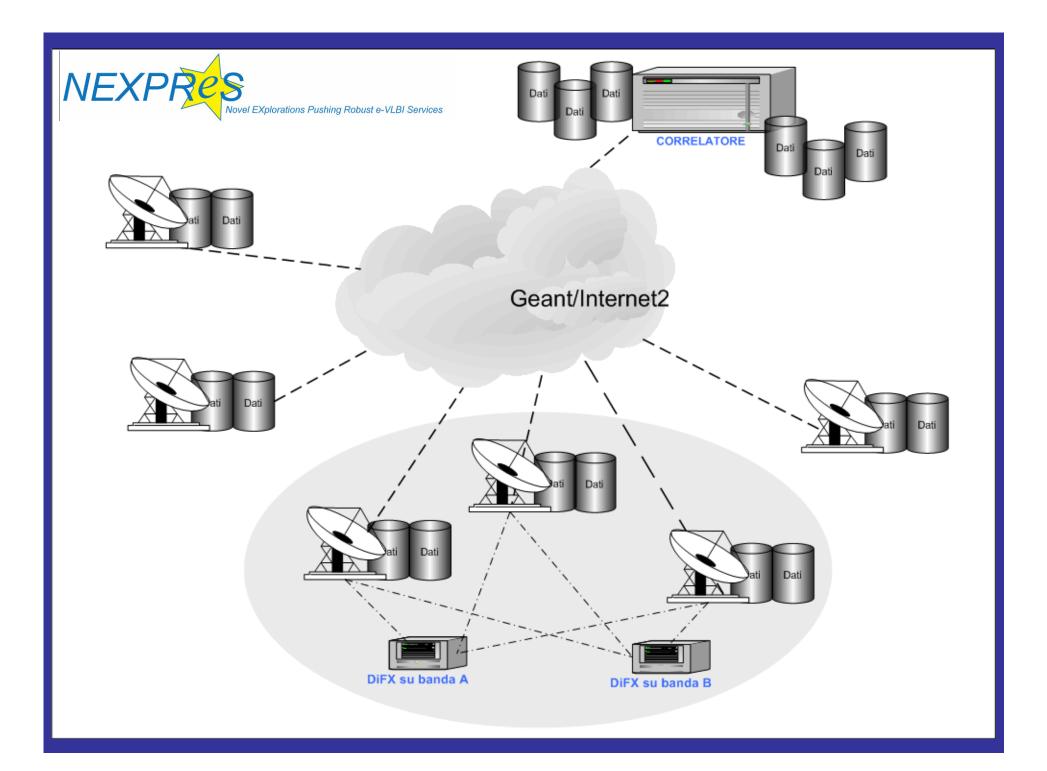
Astronomy & Astrophysics manuscript no. uvshift August 26, 2010

© ESO 2010

# VLBI imaging throughout the primary beam using accurate UV shifting

J.S. Morgan<sup>1,2,5</sup>, F. Mantovani<sup>1</sup>, A.T. Deller<sup>3</sup>, W. Brisken<sup>3</sup>, W. Alef<sup>2</sup>, E. Middelberg<sup>4</sup>, M. Nanni<sup>1</sup>, and S.J. Tingay<sup>5</sup>

- <sup>1</sup> Istituto di Radioastronomia INAF, Via Gobetti 101, I-40129 Bologna, Italy
- <sup>2</sup> Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn, Germany
- <sup>3</sup> National Radio Astronomy Observatory, P.O. Box O, Socorro, NM 87801, USA
- <sup>4</sup> Astronomisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, Germany
- <sup>5</sup> Curtin Institute of Radio Astronomy, Curtin University of Technology, GPO Box U1987, Perth, WA 6845, Australia





#### www.nexpres.eu

Partecipazione IRA: 259 KEuro

contributo 158 KEuro

### WP8: Provisioning High-Bandwidth. High-Capacity Network

- Bandwidth, capacity, and concurrency-aware allocation methods of storage elements (INAF, AALTO)
- ➤Integration of storage element allocation methods with transparent multi-Gbps access (JIVE, ASTRON, AALTO, INAF)



#### Buffering (caching) of hight speed data At various point of the transport chain

For a "no real time correlator" and data **re**processing (multibeam)

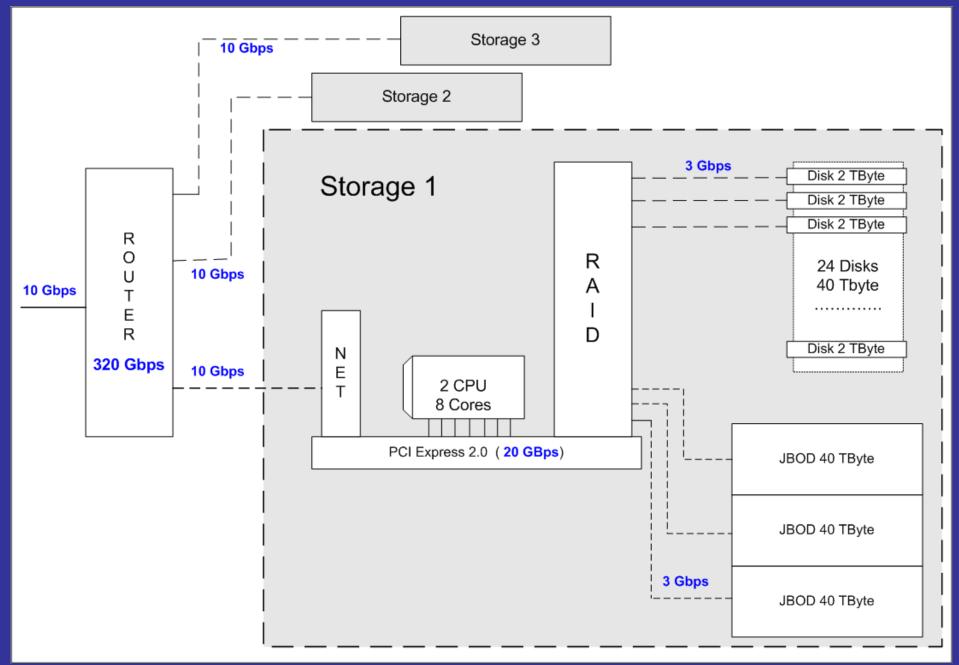
Size: at 1 Gbit/sec 450 Gbyte/h = 10 Tera/day x ant.

(4 Gbit/sec x 2 days x 4 ant. = 320 Tera)

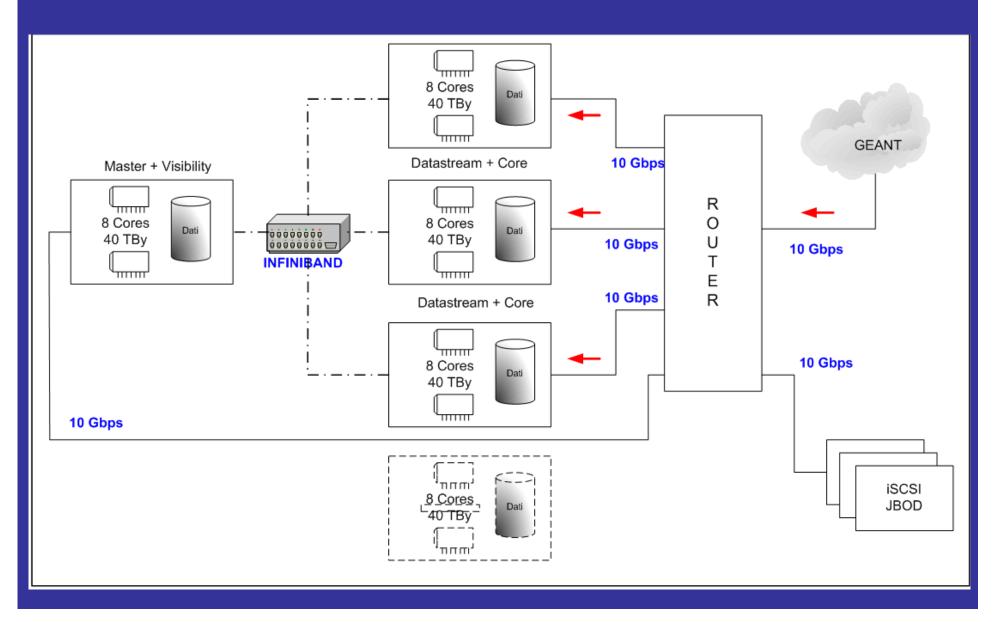
Speed: commercial disks and systems at IRA now:

Dell Raid5 Gpfs	0.3 Gbit/s	Areca Raid5 Sata	1.5 Gbit/s
Areca Raid5 Gpfs (local)	1.6 Gbit/s	Raid0 SAS 15K	2.2 Gbit/s

#### Speed of the storage device components



# Ibrido Storage – Correlatore Cluster su rete Infiniband



# Storage: Alternative e scelte

- Nas con RAID interno o Jbod iSCSI?
- File system "fisico" Ext4, XFS?
- · File system di rete (parallelismo) GPFS, Lustre?
- · Storage e correlatore separato o ibrido?
- Come evolvono i dischi stato solido (SSD)?
   (ora piccoli (256 GBy) e costosi)
- · Grid puo' aiutarci (multicorrelazione, distribuzione geografica)?