



La potenza di calcolo nella fisica dei raggi cosmici

Sandra Parlati – ICD 2019 - LNGS

Fisica & calcolo?

- 🌐 Si!
- 🌐 Gli esperimenti di fisica delle particelle (tra cui quelli sui raggi cosmici) hanno bisogno di grandi capacità di calcolo per analizzare i dati e della rete per il trasferimento dei dati e il controllo dell'esperimento da remoto!
- 🌐 E' così da almeno 30 anni!
- 🌐 Un esempio?

Esperimento Eas-Top anni '90 a Campo Imperatore



Esperimento MACRO anni '90 LNGS underground



I dati di MACRO ed Eas-Top erano ai LNGS



Esperimenti in luoghi remoti

- 🌐 E i centri per l'elaborazione dei dati sono invece altrove!
- 🌐 La **rete** per trasferire i dati (e controllare da remoto l'esperimento) e' fondamentale!

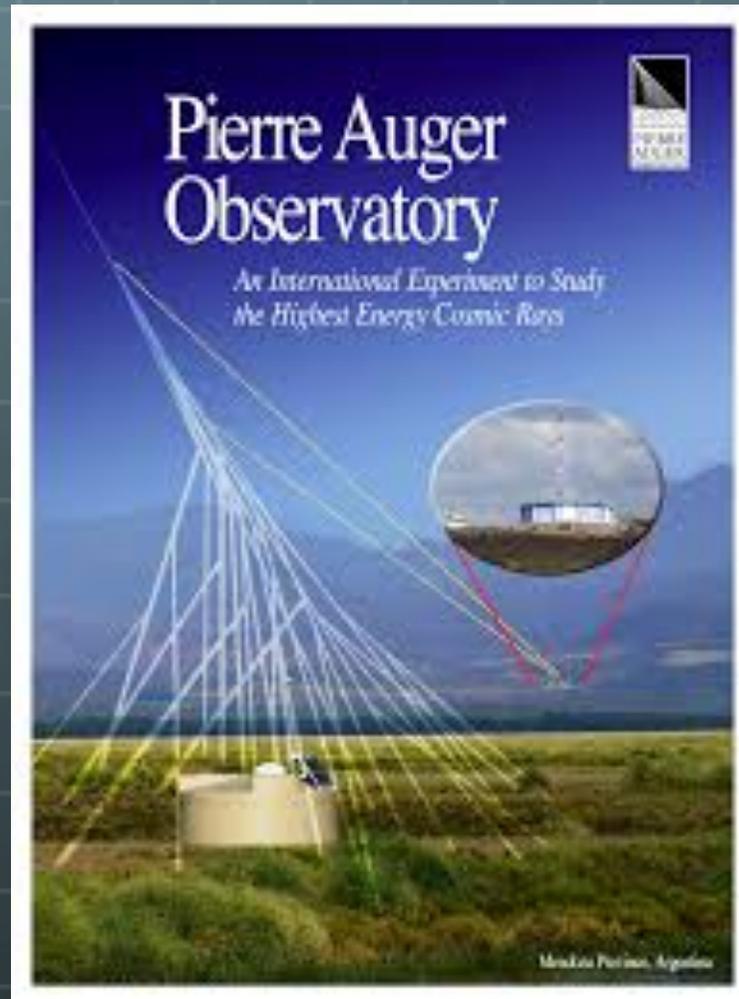
Esperimento Argo in Tibet 4300 metri sul livello del mare



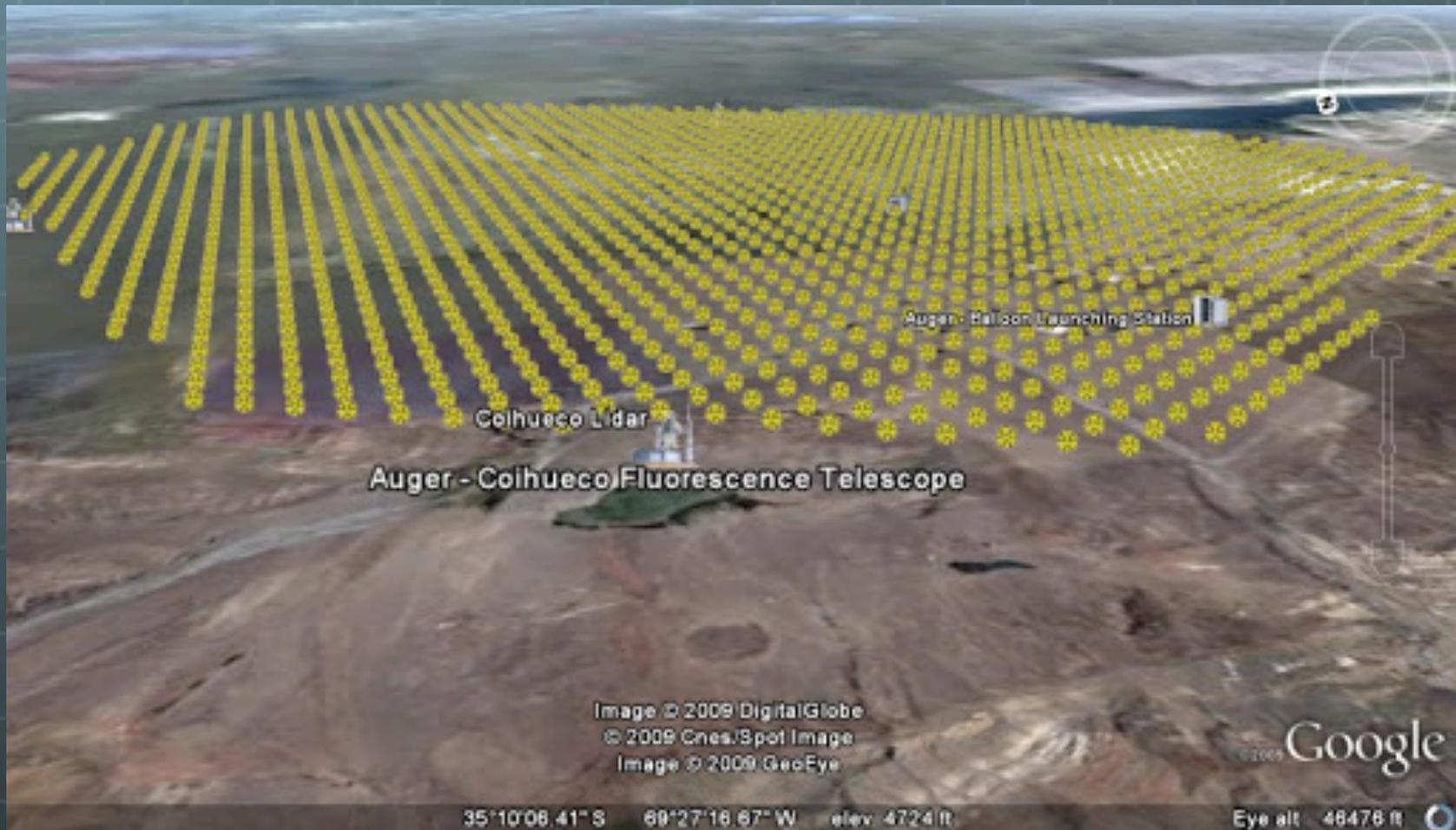
Argo e la rete

- 🌐 Un grosso passo avanti è stato fatto quando si è potuta ottenere una **connessione di rete** ad alta velocità fra la Cina e l'Europa.
- 🌐 Si è potuto cominciare nel 2006 un **trasferimento dei dati dal Laboratorio di YBJ direttamente in Italia** ottenendo un trasferimento sostenuto di più di 75 Mbps verso il centro di calcolo INFN-CNAF di Bologna.
- 🌐 Il progetto EUChinaGRID ha realizzato il trasporto affidabile di questi dati implementando un sistema quasi **online di produzione, trasferimento ed analisi dati** che ha permesso ai ricercatori italiani di “annullare” le distanze e di controllare in maniera remota il buon funzionamento dell'apparato.
B.D'Ettorre

Esperimento AUGER nella pampa argentina



Piu' di 1660 rivelatori



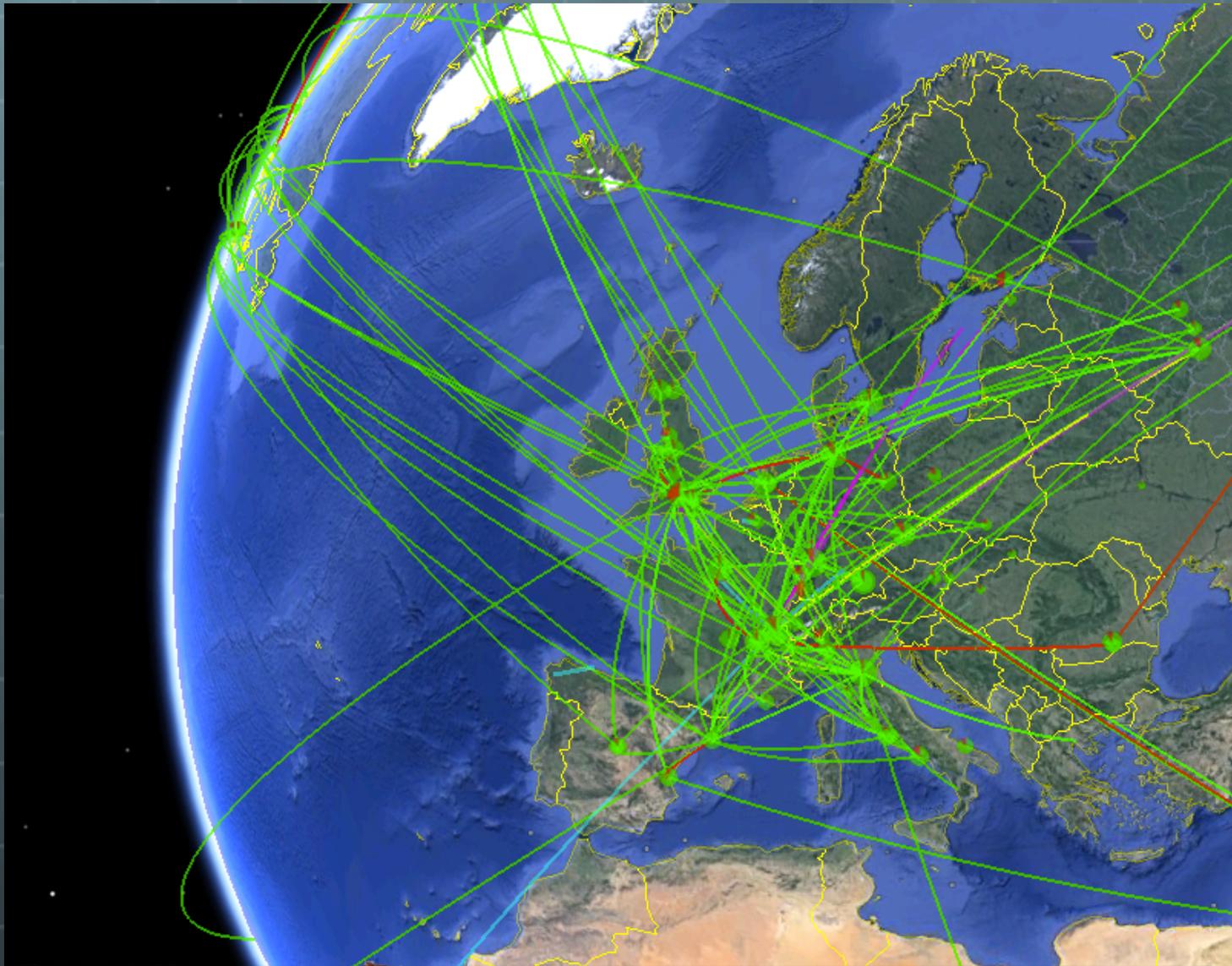
In fibra ottica dagli Appennini alle Ande

- 🌐 L'Osservatorio aveva l'inconveniente di **insufficiente collegamento Internet**. Per ovviare a questo inconveniente e permettere una adeguata trasmissione dei dati raccolti dall'Osservatorio agli Istituti di ricerca in Europa dove i dati sono analizzati, nel 2010 è stato finanziato il progetto AugerAccess, il cui coordinatore è l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).
- 🌐 Con i fondi del progetto AugerAccess, è stata installata una **fibra ottica** di lunghezza pari a circa 200 km che ha permesso di collegare l'esperimento Auger alla rete latino americana ad alta banda e da questa alla rete della ricerca Europea. G.Mattiae
- 🌐 (prima della fibra i dati erano trasferiti su DVD!)

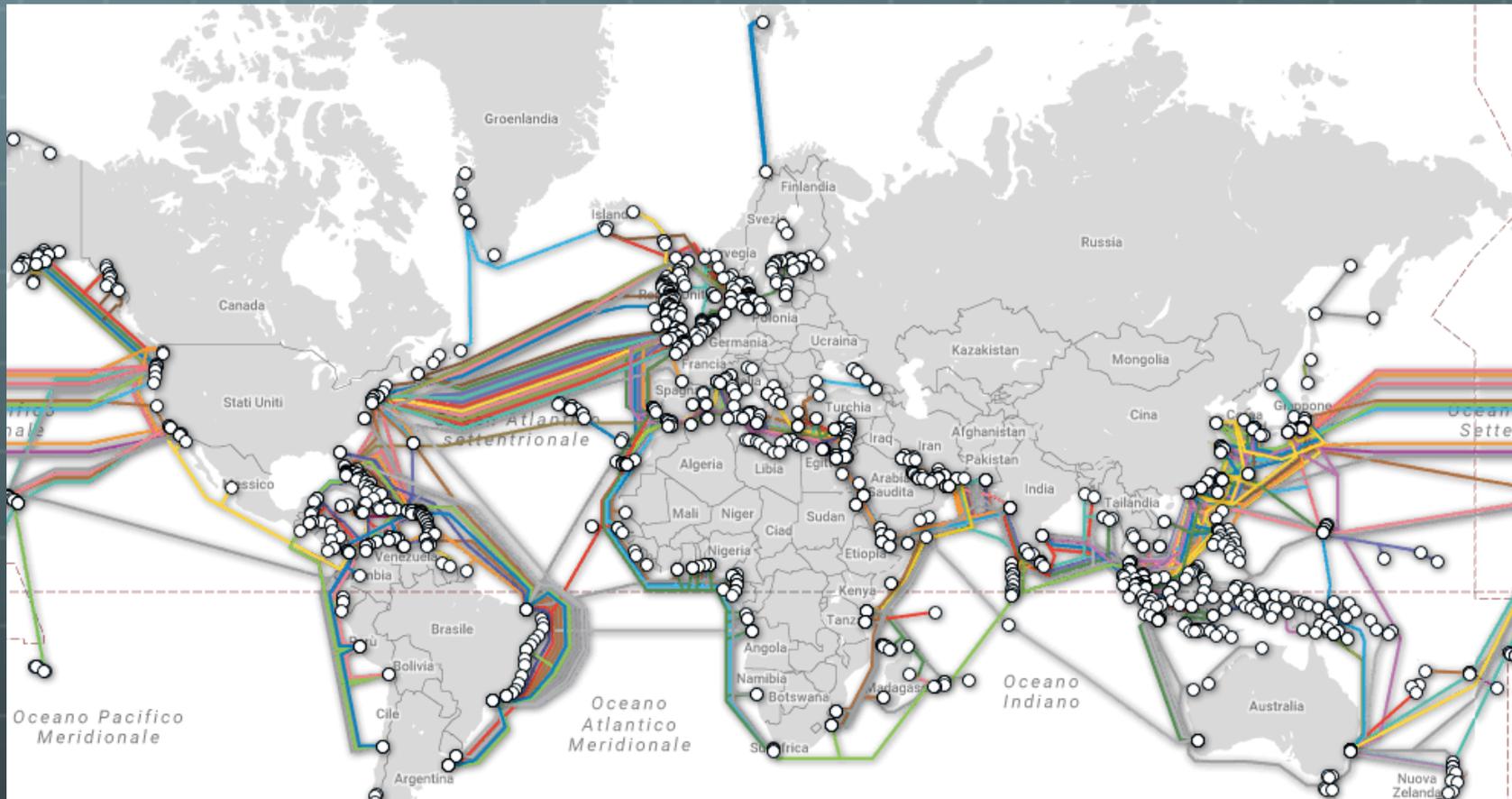
E i dati? Si analizzano sulla GRID

- 🌐 Un singolo PC o una singola sala calcolo non sono sufficienti a mantenere e analizzare tutti i dati prodotti
- 🌐 La GRID e' una complessa rete di calcolatori distribuiti in tutto il mondo per analizzare i dati scientifici.
- 🌐 Inizialmente utilizzata per i dati di LHC al CERN, ora e' utilizzata anche per i dati di altri esperimenti, tra cui quelli dei LNGS e sui raggi cosmici!

La GRID: rete e data center



I dati viaggiano sul fondo dell'oceano





Sandra Parlati - ICD 2019 - LNGS

I data center per il calcolo scientifico

- 🌐 Migliaia di server (potenti calcolatori multiprocessore) per analizzare i dati
- 🌐 Migliaia di dischi organizzati in sistemi di storage per immagazzinare i dati (PB di dati!!)
- 🌐 Migliaia di Km cavi in fibra ottica per connettere server e storage tra loro
- 🌐 Librerie di nastri magnetici o *tape* per il backup e la conservazione a lungo termine dei dati

Un esempio di data center



Non solo dati veri ma anche simulati!!

- 🌐 Utilizzando appositi programmi di simulazione e' possibile ricostruire l'interazione di un raggio cosmico con l'atmosfera e la produzione di uno sciame!
- 🌐 E' un processo che utilizza **tantissime risorse di calcolo!**
- 🌐 Ad esempio: fino a 10 ore di calcolo su un singolo processore per uno sciame di 10^{20} eV
- 🌐 Ad esempio in Auger: piu' di 500TB di dati simulati suddivisi in in 36 Milioni di files



Non solo fisici!

- 🌐 **Amministratori di sistemi informatici:** gestiscono server, storage, rete, sistemi operativi e applicazioni, sicurezza informatica nei data center
- 🌐 **Ricercatori/tecnologi che sviluppano il software per l'acquisizione dei dati**
- 🌐 **Ricercatori/tecnologi che sviluppano software per l'analisi e la simulazione dei dati**

Lavorano dietro le quinte ma senza di essi non ci sarebbero scoperte scientifiche!

Fisica e innovazione tecnologica

- 🌐 Il Web e' nato al CERN negli anni '90
- 🌐 L'INFN aveva una propria rete dati gia' dalla fine degli anni '80 quando la rete non c'era!!!
- 🌐 I Data Center di GRID non sono molto diversi dai data center dei provider commerciali



Il futuro prossimo: Machine Learning e AI

- 🌐 L'intelligenza artificiale e il Machine Learning (già applicati dai provider commerciali per la ricerca di informazioni all'interno dei Big Data) si stanno sperimentando anche nella fisica dei raggi cosmici, ad esempio per riconoscere il tipo di raggio cosmico che ha prodotto uno sciame.



Il futuro remoto: Quantum computing

