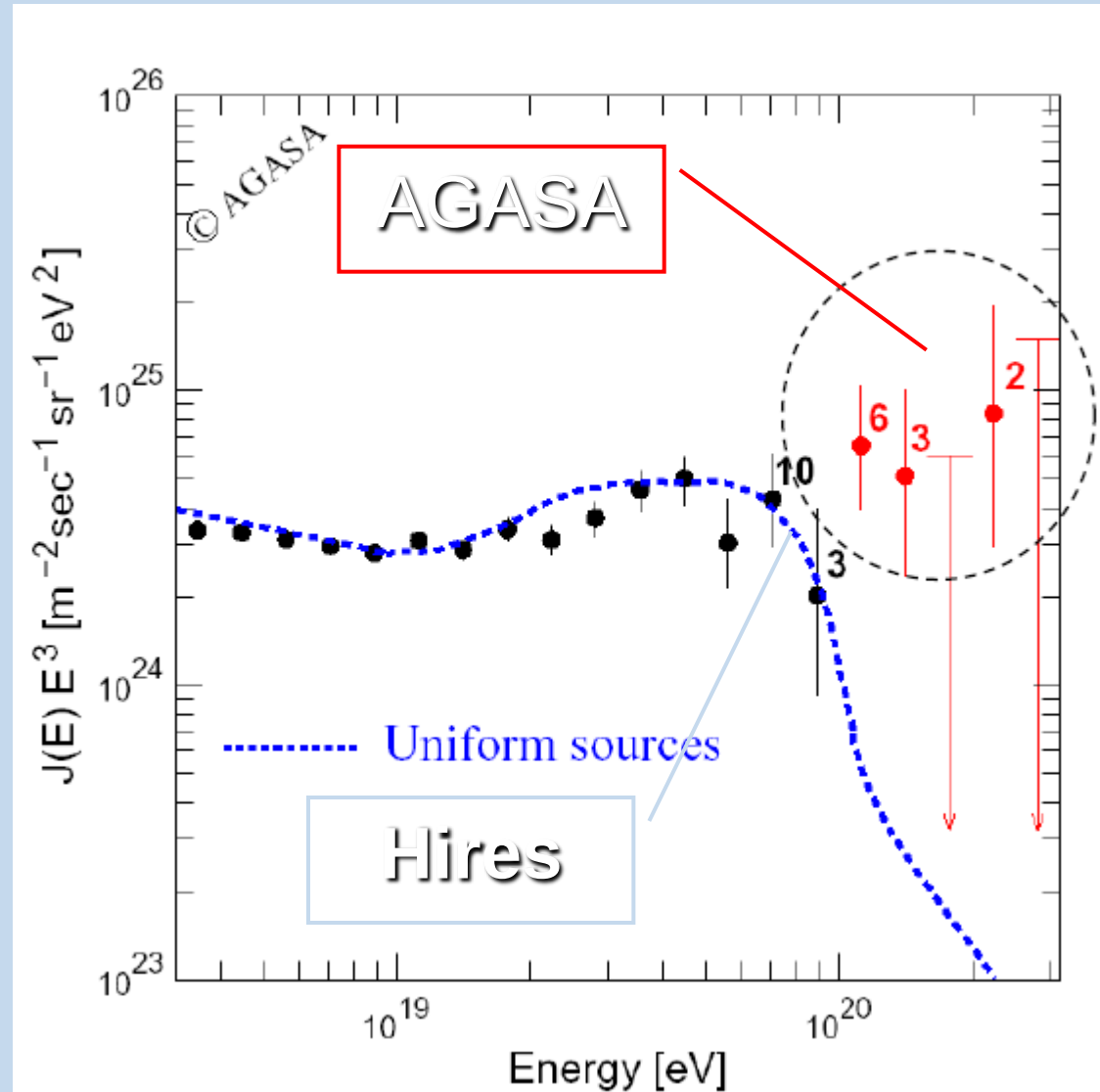


Risultati sperimentali per $E > 10^{19}$ eV

AGASA:

- Linea BLU: spettro atteso per distribuzione uniforme di sorgenti e cut-off di GZK.
- AGASA: osservati 11 eventi con $E > 10^{20}$ eV
- Eventi attesi: 1.9 eventi, assumendo cutoff GZK

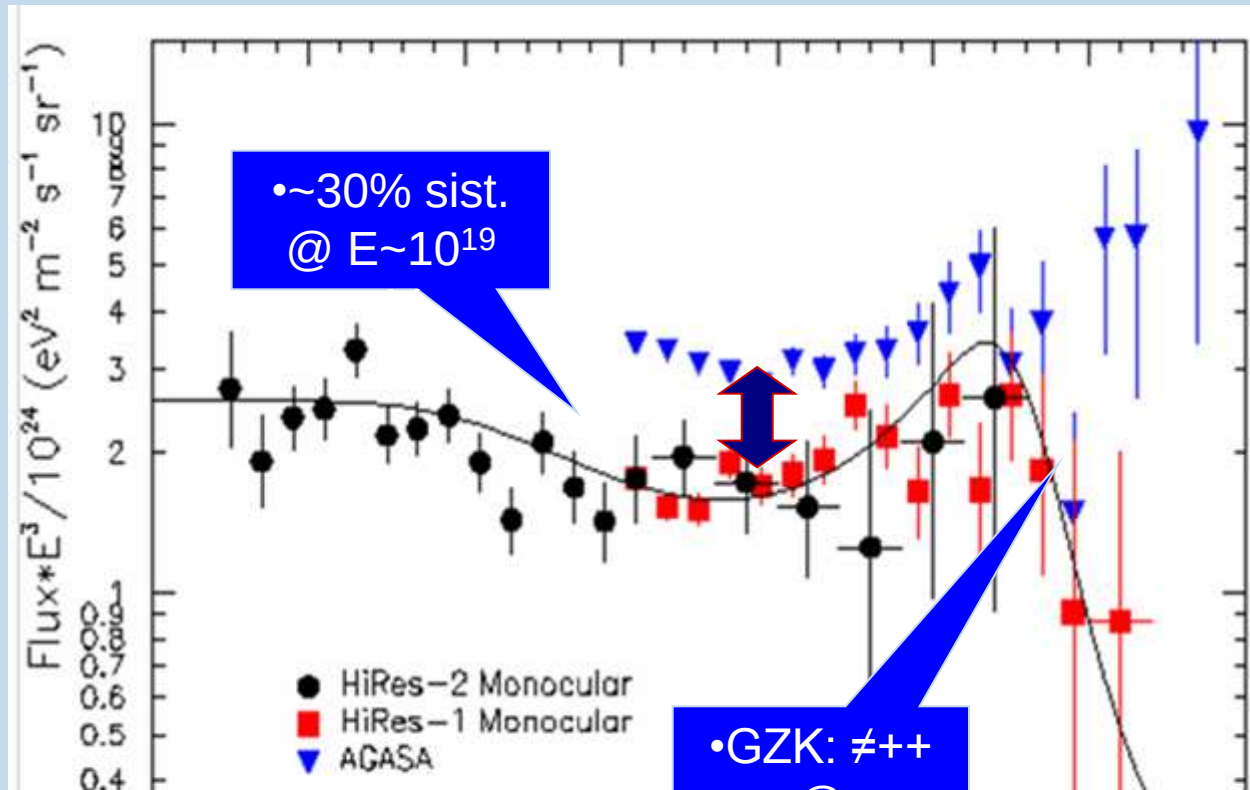


“Conflitto” AGASA-HiRes

Confronto tra dati Agasa-Hires:
differenza *sistematica* del 20-30% per $E < 10^{20}$ eV

Pur correggendo per questa differenza, a $E > 10^{20}$ eV, i risultati differiscono per $\sim 2\sigma$

PROBLEMA: Poca
Sensibilità



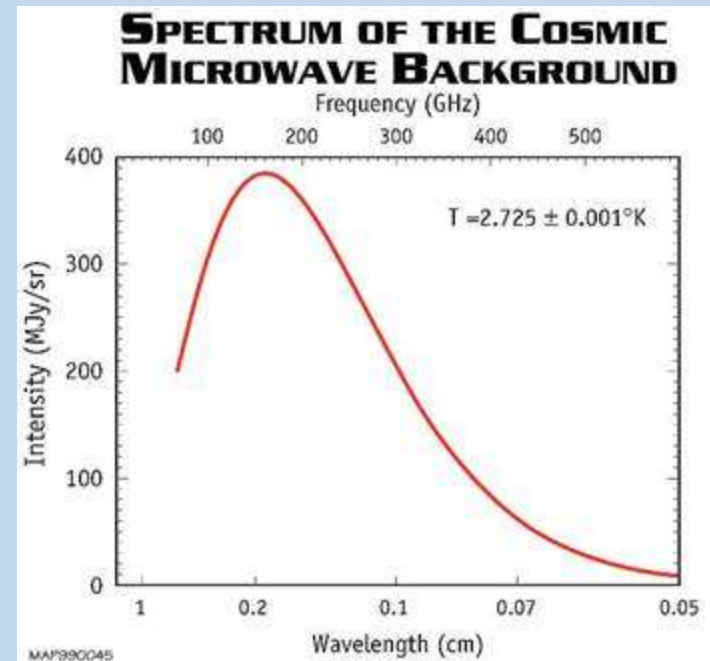
**Quale è la natura e la ragione del
“conflitto” tra i due
esperimenti?**

Volume di confinamento dei RC di origine extragalattico: il Cut-off di Greisen (GZK)

- L' universo è permeato dalla Radiazione Cosmica di Fondo a 3° K (CMBR) → 160.2 GHz
- CMBR: fotoni di energia

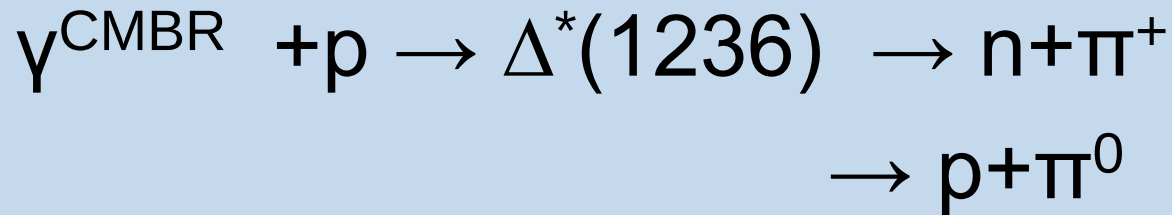
$$E_{\gamma \text{ CMBR}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ eV}$$

- La densità dei fotoni di fondo è $\sim 400/\text{cm}^3$
- Il fondo di radiazione pone un limite sulla distanza massima dalla quale i RC possono provenire.



$G_{\text{reisen}} Z_{\text{atsep}} K_{\text{uzmin}}$ cutoff
Soglia per reazioni di fotoproduzione

- **Fotoproduzione:** Protoni di alta energia possono interagire con fotoni, producendo un pione:



- È necessario essere sopra la soglia di fotoproduzione: l'energia di soglia per i protoni per produrre π è $3 \cdot 10^{20}$ eV

L'Universo **NON** è trasparente ai fotoni di alta energia

Quindi le sorgenti non possono essere
troppo lontane (< 30 Mpc)

Ricerca delle sorgenti

- Il RC di più alta energia osservato: $\gtrsim 3.2 \cdot 10^{20}$ eV
(?)
- Se le sorgenti **non possono** essere troppo lontane (<30 Mpc), possiamo cercare di localizzarle tramite:
 - Studi di anisotropia con esperimenti di RC
 - Confronto con altre misure astronomiche
 - Rivelazione gamma e neutrini di fotoproduzione

5.10 L'esperimento Auger

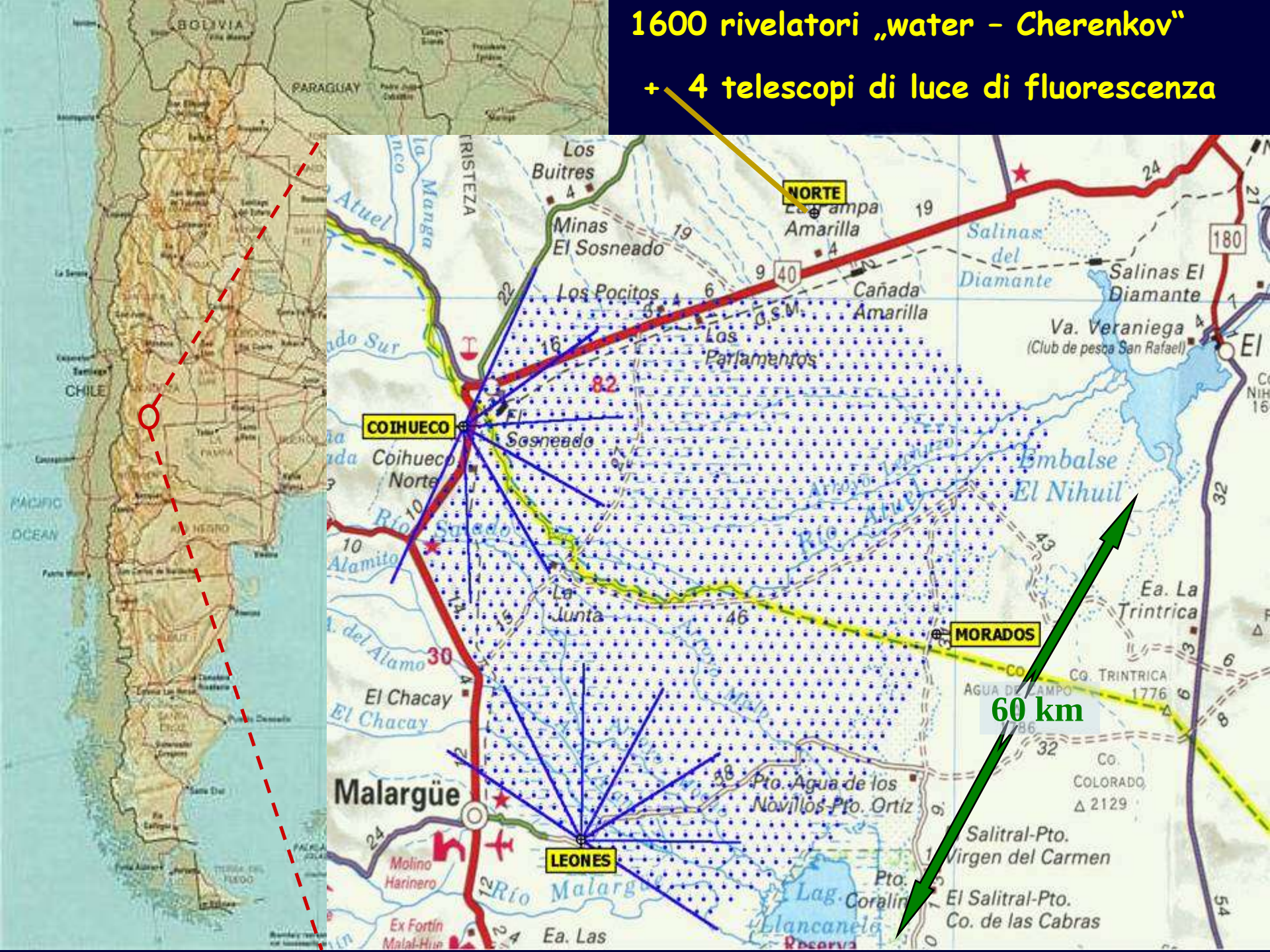
- L'esperimento AUGER è finalizzato a risolvere il problema della bassa statistica di eventi per energie sopra il cutoff GZK, utilizzando ENTRAMBE le tecniche sperimentali di AGASA (EAS) e HiRes (Fluorescenza)
- Due rivelatori simili sono proposti: uno nell'emisfero Australe (Argentina), uno nel Boreale (Texas ?)
- Per avere statistica sufficiente, i rivelatori sono distribuiti su un'area pari a 3000 km^2

AUGER: un esperimento per RC di energia estrema

- **Rivelatore di sciame:** 1600 taniche cilindriche (ciascuna di 10 m^2 ed alte 1.5 m) riempite di acqua, per rivelare al suolo gli sciame di elettroni
- Il rivelatore di sciame misura la distribuzione laterale e temporale dello sciame
- Distanza tra taniche: 1.5 km
- Area di forma esagonale, di $60 \times 60 \text{ km}^2$

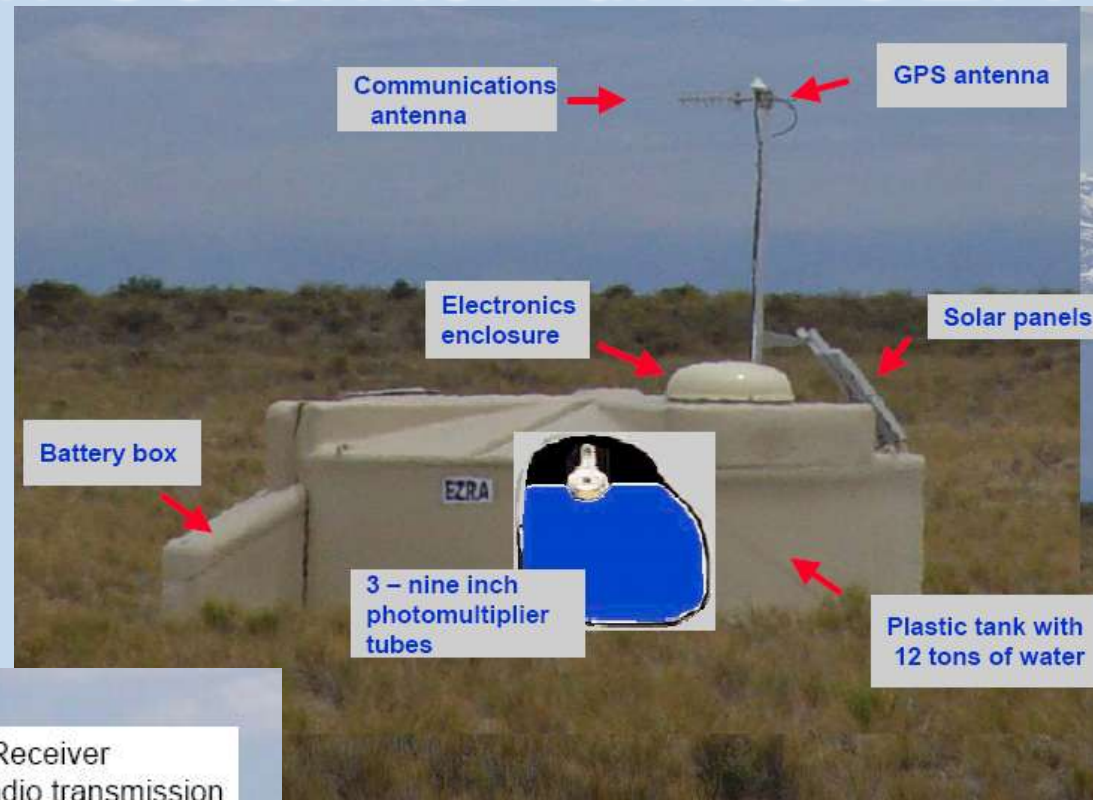
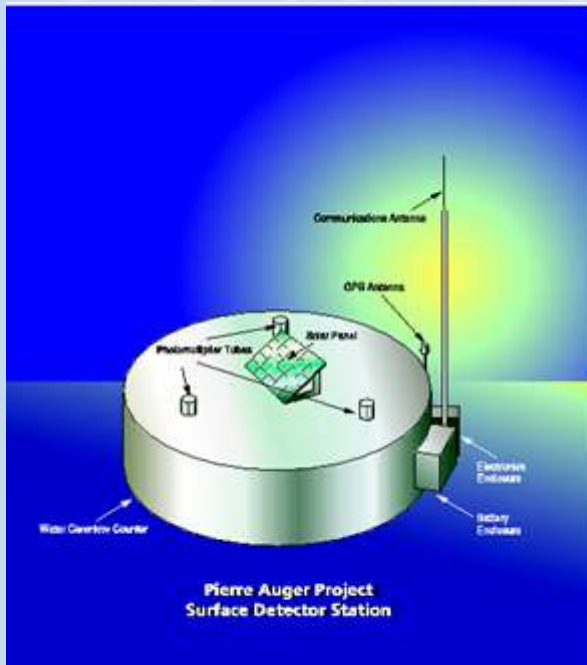


1600 rivelatori „water - Cherenkov”
+ 4 telescopi di luce di fluorescenza

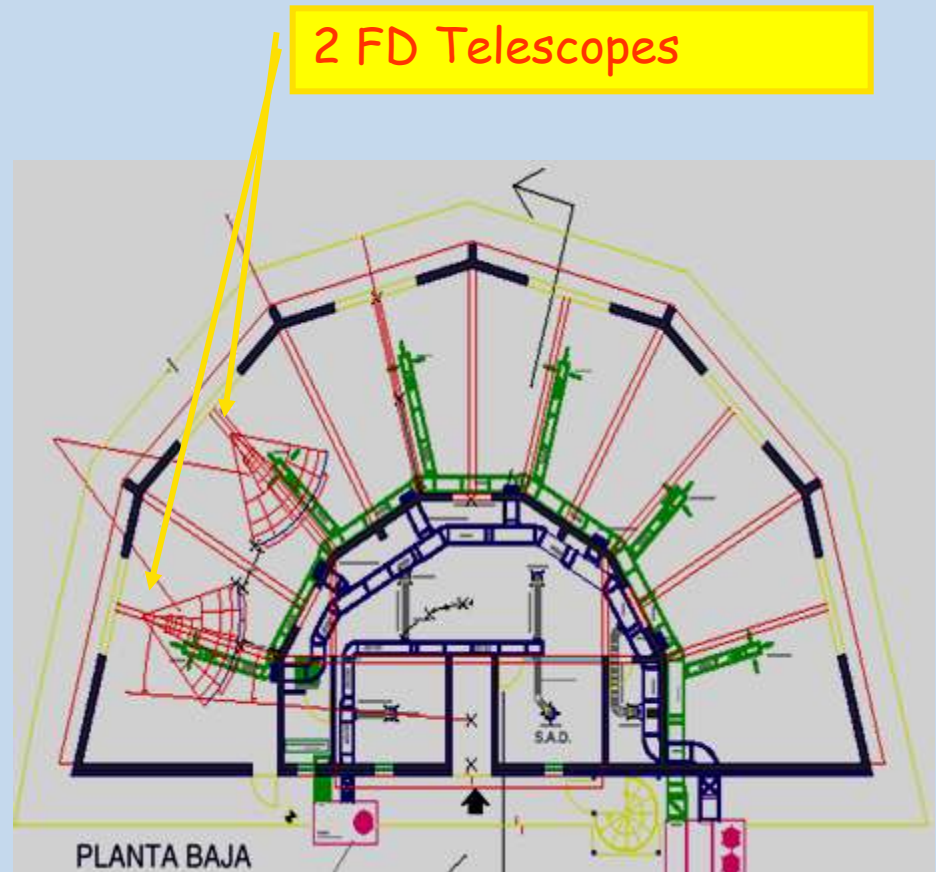
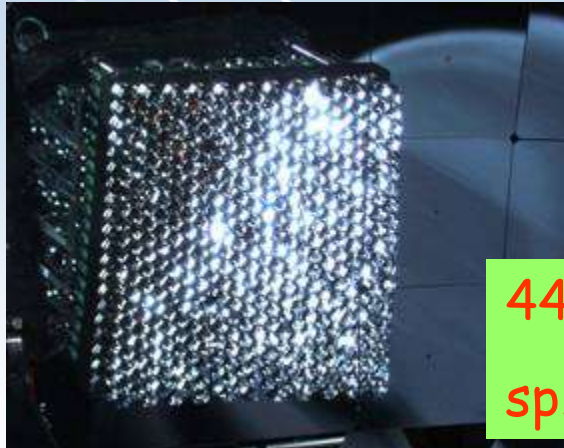
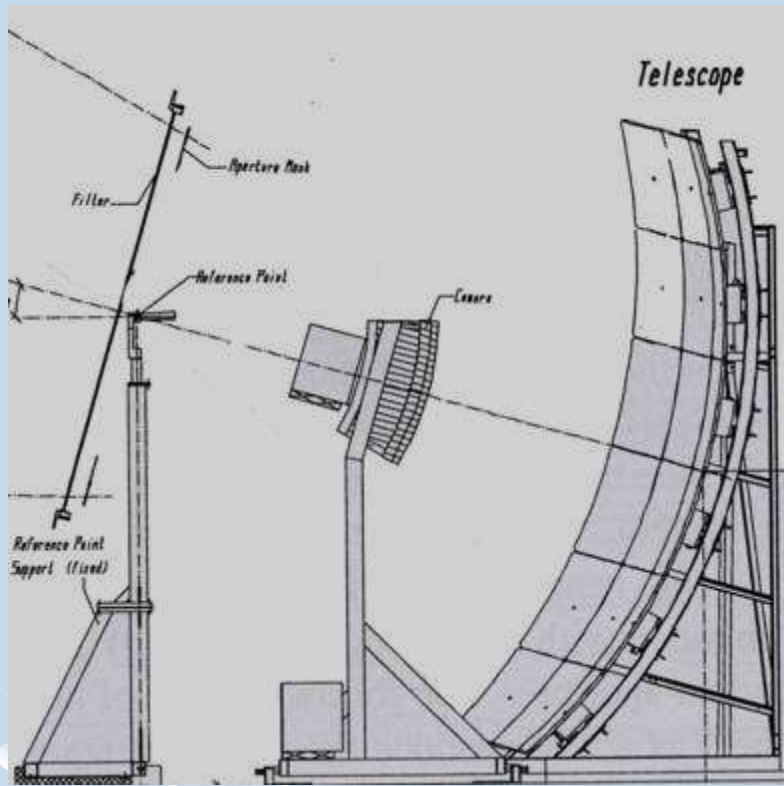




Uno dei rivelatori Čerenkov di AUGER



Rivelatori a Fluorescenza

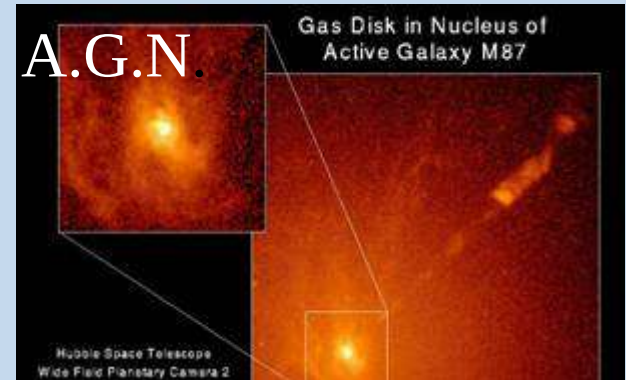


440 photomultipliers upon a
spherical cup of 1.741 m ray

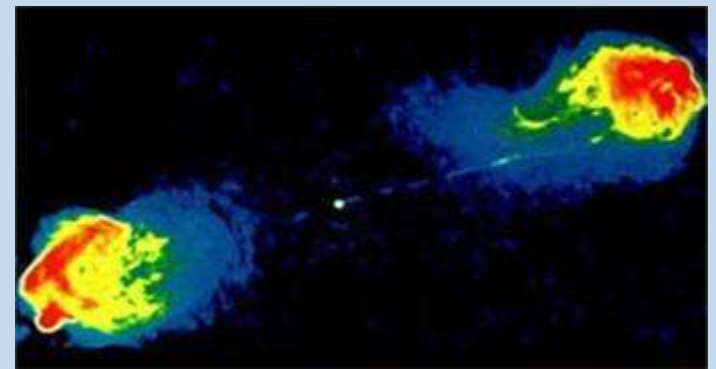
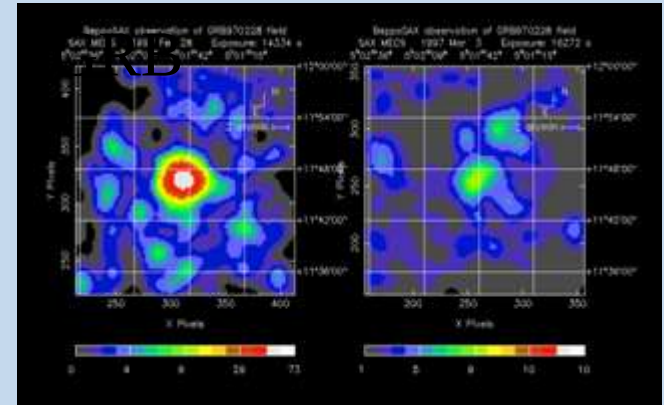
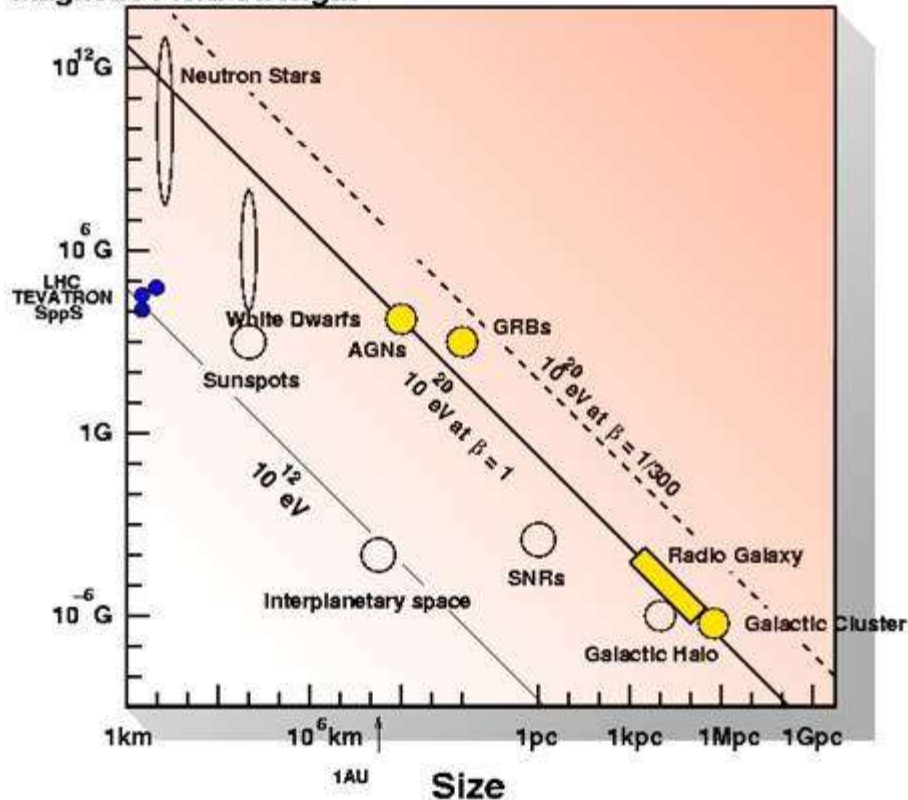
Candidates for EHE C.R. accelerator



SNR



Magnetic Field Strength



Sommario

1. I Raggi Cosmici

1.1 Generalità e prime osservazioni

1.2 Misure dirette e “composizione chimica”

- La nostra Galassia
- Le Supernovae originano i RC

1.3 Misure Indirette

- Possibili sorgenti extragalattiche

2. Alcuni effetti dei RC sulla vita quotidiana

2.1 RC ed origine della vita

Why do we care ?

Cosmic rays are
"responsible" for the
evolution of species

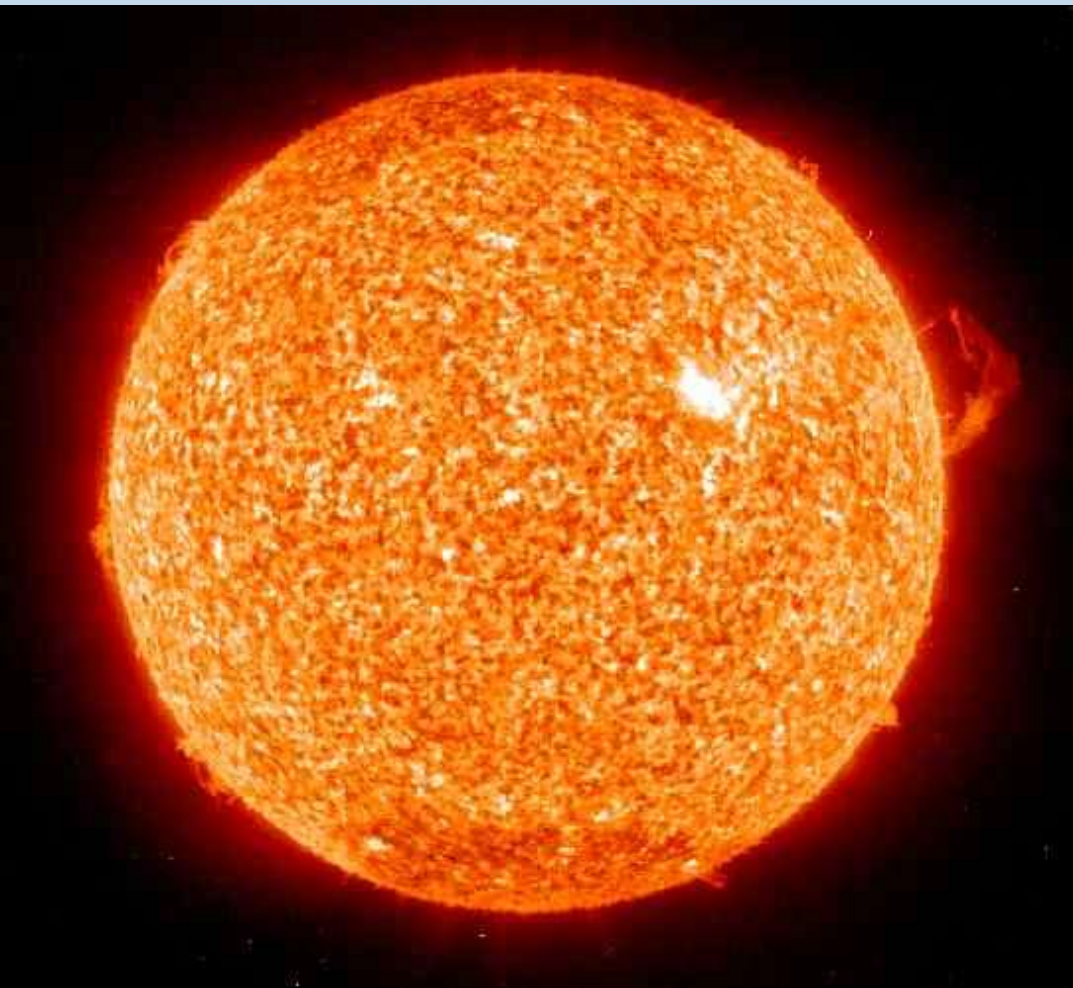


- La radiazione ionizzante ha effetto sulla combinazione/ dissociazione di composti;
- La radiazione ha effetti sulla mutazione del DNA;
- La Terra primordiale non era schermata dall'atmosfera;
- I RC hanno sicuramente avuto un ruolo nella evoluzione delle specie

2.2 I RC e la vita nello spazio

- I RC influenzano (negativamente) la possibilità di colonizzare lo spazio.
- In pratica, l'assenza dell'atmosfera impedisce la protezione dai danni biologici provocati dai RC;
- Lo stesso danno può essere provocato ai microprocessori e chips.
- Cfr: Al9000 in “2001 Odissea nello Spazio”

2.3 I RC e le telecomunicazioni



- Il Sole è una intensa sorgente di RC di bassa energia.
- Il sole occasionalmente emette violenti “flares” che disturbano le telecomunicazioni

2.4 I RC e la datazione dei reperti

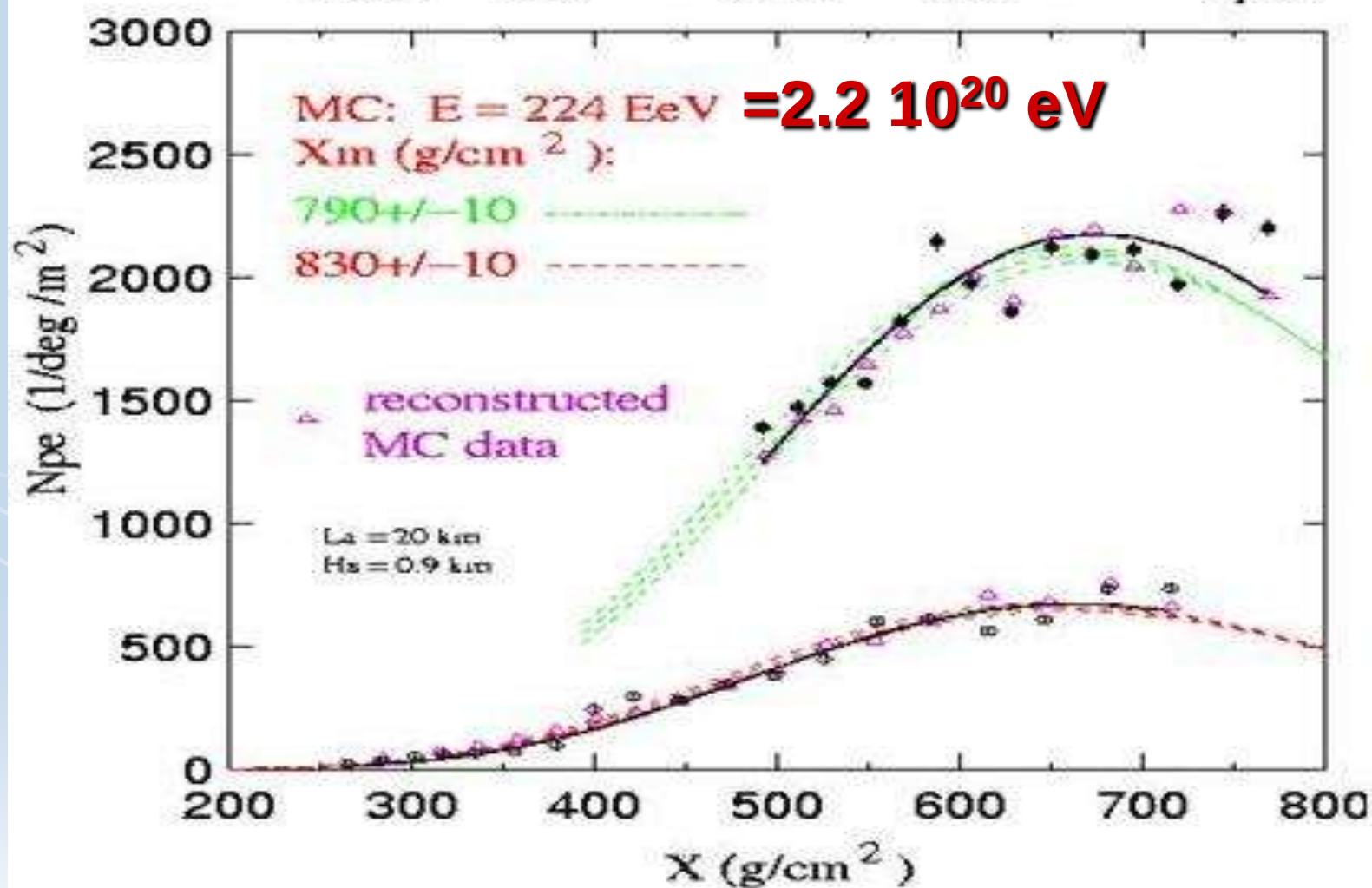
- I RC producono RC Secondari nell'atmosfera. Tra questi, i neutroni (n).
- I n sono catturati dal ^{12}C , e formano l'isotopo ^{14}C ;
- L'isotopo ^{14}C ha una vita media di circa 5000 anni;
- L'isotopo ^{14}C viene metabolizzato dagli organismi viventi e piante come il ^{12}C . Il rapporto tra numero di atomi dei due tipi è costante negli organismi viventi.
- Quando un organismo (vegetale o animale) muore, gli isotopo ^{14}C cominciano a decadere. Il rapporto tra i due isotopo comincia a variare.
- Dalla conoscenza del rapporto, è possibile “datare” l'oggetto, a partire dalla data di “morte”.

Conclusioni

- I prossimi 10-20 anni saranno importantissimi per la fisica dei RC:
 - L'esperimento AMS-2 potrà misurare con statistica enorme i RC di bassa energia (flusso, composizione chimica...)
 - L'esperimento AUGER misurerà i RC di energia estrema (origine extragalattica?)
 - I Telescopi per neutrini potranno individuare le sorgenti di RC nella Galassia (pulsar, SN remnants, microquasar...)
 - Nuovi satelliti daranno informazione sulla fisica dei GRBs
 - Eventuali nuovi fenomeni potranno essere scoperti.

Fine

	Rp (km)	E (EeV)	X _{max} (g/cm ²)	
HR1:	17.8	232.3	769	solid
HR2:	26.8	214.1	794	open



Agasa (Giappone)

- 100 km², 111 rivelatori a scintillazione, 27 per muoni, separazione ~ 1 km – $5 \cdot 10^{16}$ m²s sr
- per $E > 10^{19}$ eV, $\theta < 45^\circ$

