

# Osservatorio Pierre Auger - Gruppo di Milano

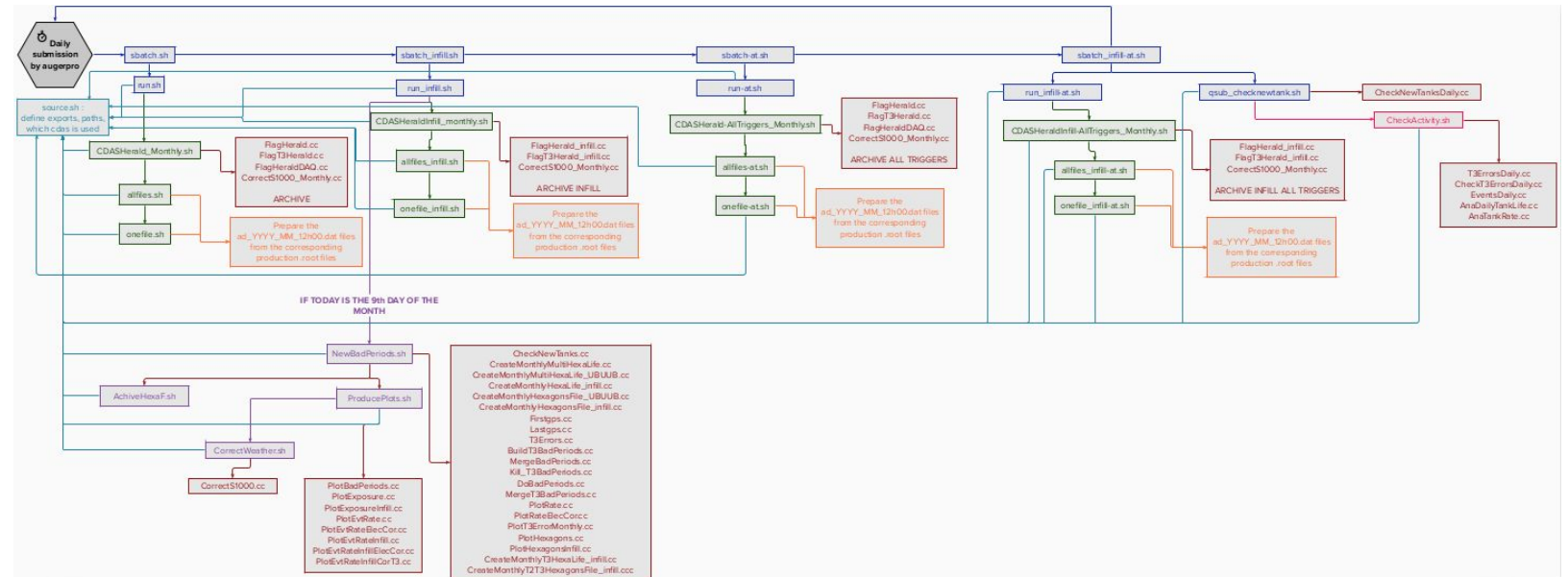
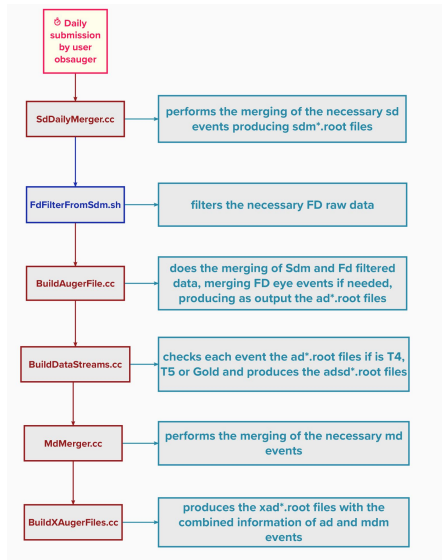
---

Lorenzo Caccianiga per il gruppo di Milano

# Data production, exposure e bad periods

Il gruppo di Milano si occupa quotidianamente della produzione dei dati dell'Osservatorio

- I raw data vengono copiati da Malargue al server di Lione dove vengono rielaborati da una catena di jobs (merging processes)
  - Verifichiamo che i codici vengano eseguiti, interveniamo prontamente in caso di errori, file mancanti o di segnalazioni da parte degli SD shifter, comunicando se necessario direttamente con lo staff all'Osservatorio
- Seguiamo la produzione finale dei dataset rendendoli accessibili alla Collaborazione
- Ci occupiamo dello studio delle performance del detector SD in tutte le configurazioni, calcolandone per ciascuna i BadPeriods e l'exposure e producendo gli output di controllo per gli SD shift



# Commissioning Auger Prime

---

Stiamo seguendo il deployment di AugerPrime con software sviluppati per riconoscere il momento di installazione della elettronica UUB sulle stazioni SD

- A livello di produzione abbiamo installato e gestiamo una linea parallela che include la calibrazione degli sPMT
- Seguendo gli step del deployment stiamo aggiornando e sviluppando nuovi software CDAS per lo studio delle performance SD
- Abbiamo introdotto il calcolo dei bad periods e dell'exposure per la configurazione SD 433 dell'array
- installato il software Offline nel data center di Lione per una ricostruzione automatica (il vecchio software CDAS non permette la ricostruzione dei dati Prime)

Ora, dovremo occuparci del passaggio da Lione a Bologna di tutta questa struttura

# Risultati sulle direzioni d'arrivo

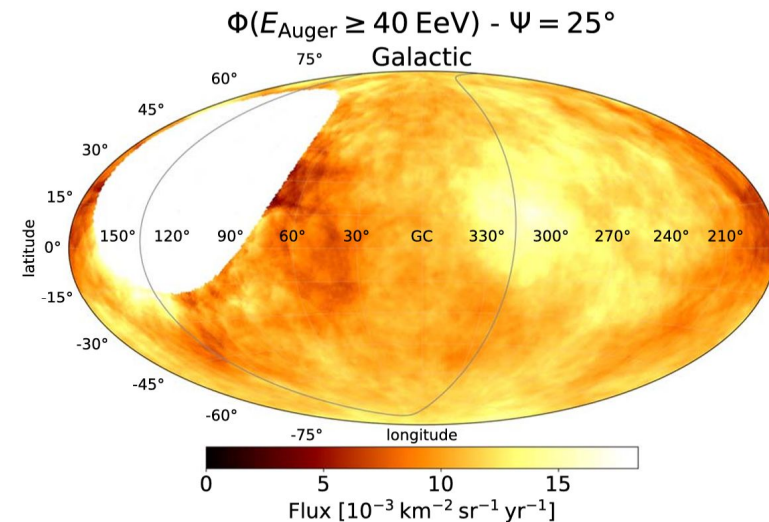
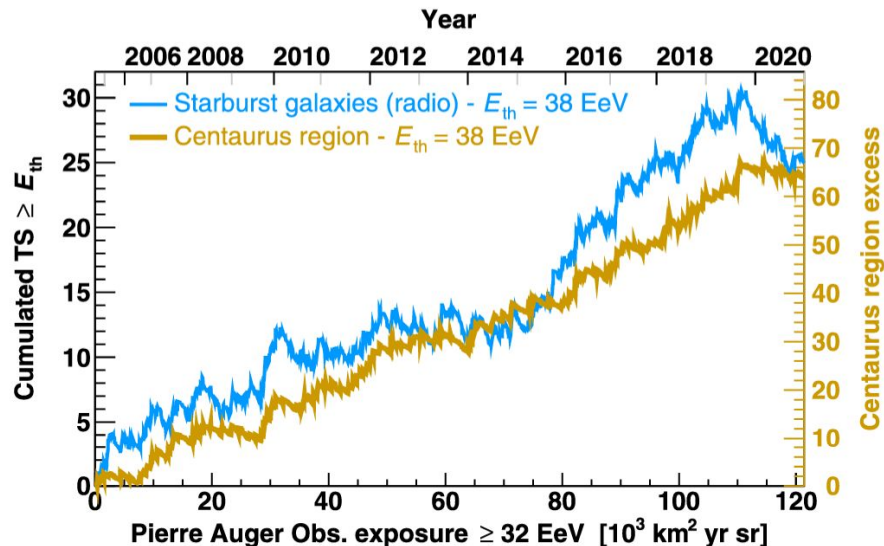
## Arrival Directions of Cosmic Rays above 32 EeV from Phase One of the Pierre Auger Observatory

Publicato in ApJs - prima release di dati dal 2015 coordinato da Lorenzo Caccianiga (leader) e Claudio Galelli

Dati disponibili su zenodo: <https://zenodo.org/record/6759610> ad oggi 130 Downloads.

Due risultati (SBG e Centaurus Region) legati con post-trial significance oltre  $4\sigma$

I 100 eventi di più alta energia sono stati rilasciati e descritti nel dettaglio in un paper dedicato (**A Catalog of the Highest-Energy Cosmic Rays recorded during Phase I of Operation of the Pierre Auger Observatory** *Astrophys. J. Suppl. S. 264 (2023) 50*)



Update dei risultati con 2 anni in più di dati presentato a ICRC 2023

# Risultati sulle direzioni d'arrivo - Joint WG con Telescope Array

Telescope Array è il rivelatore di UHECR attivo nell'emisfero nord (Utah, USA).

Lorenzo Caccianiga e Federico Mariani sono membri e LC è ha rappresentato il WG a ICRC 2023

Potenzialità della collaborazione: **full-sky coverage** che garantisce migliore dettaglio nello studio delle anisotropie a larga scala (misure di dipolo senza assunzioni sui multipoli più alti) e più dati per quelle a piccola scala

Confermato dipolo e assenza di multipoli superiori significativi.

Incremento della significatività della correlazione con le starburst ( $4.6\sigma$ )

-> paper in un futuro prossimo (più o meno)

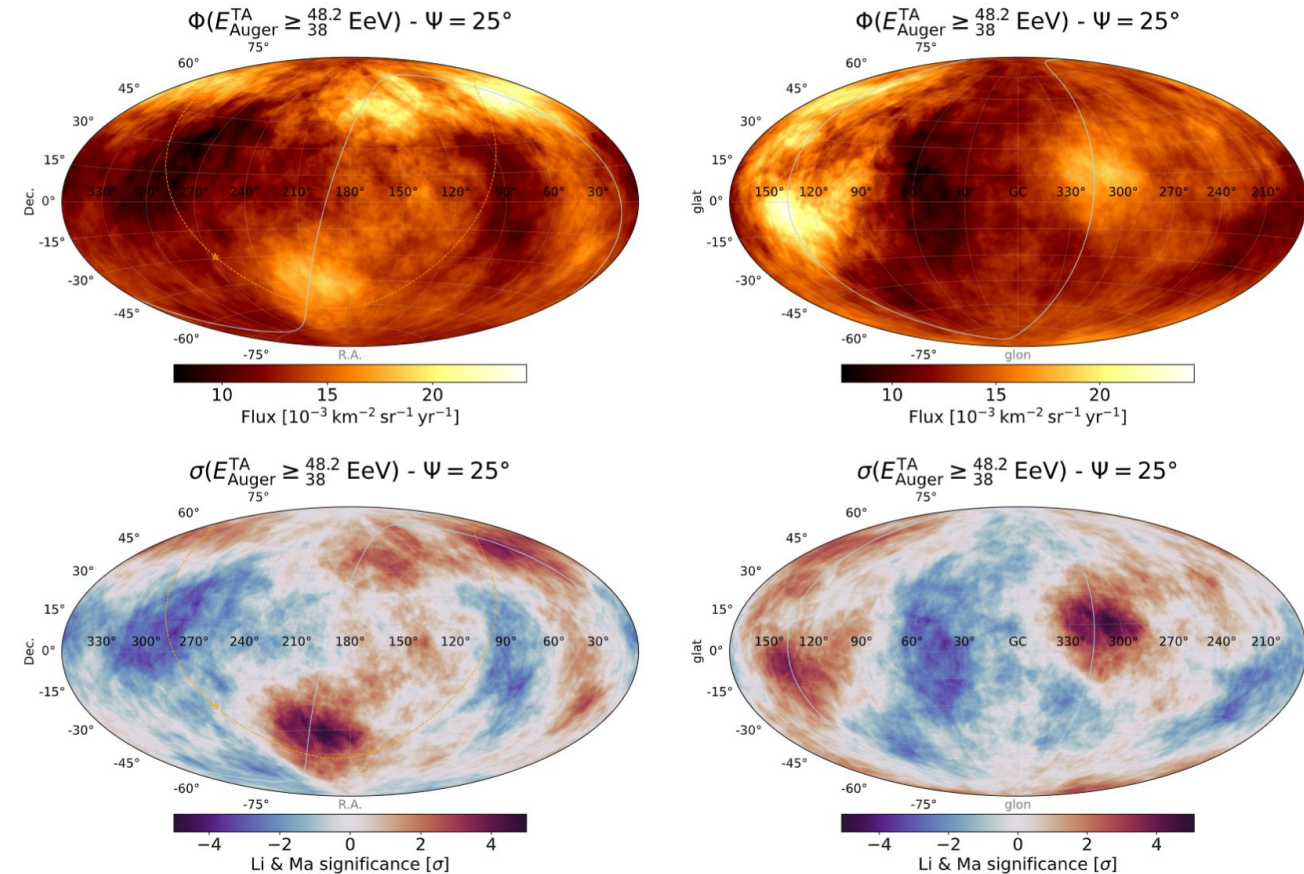


Figure 6: Flux map (top row) and Li-Ma significance map (bottom row) at energies  $E_{\text{Auger}}^{\text{TA}} \geq 48.2 \text{ EeV}$  with a top-hat smoothing radius  $\Psi = 25^\circ$  in Equatorial (left) and Galactic (right) coordinates. The supergalactic plane is shown as a grey line. In the left plot, the orange line represents the Galactic plane and the starburst correlation.

# Risultati sulle direzioni d'arrivo - supergalactic plane

---

**Paper in preparazione** (revisione interna della collaborazione) sullo studio del flusso dei raggi cosmici **lungo il piano supergalattico**, dove si concentrano le galassie più vicine.

L'eccesso nella **zona del centauro** si conferma il più interessante e stabile a varie energie (anche più basse di studi precedenti)

Mostriamo come, nonostante abbiamo statistica comparabile, **NON confermiamo gli eccessi riportati da Telescope Array nell'emisfero nord**, ponendo dei limiti al flusso da quelle direzioni.

Lorenzo Caccianiga è membro dell'EB. Con Federico Mariani ha prodotto il dataset usato in questo paper

# MEAD - Mass estimators for arrival directions

---

Il working group **MEAD** ha l'obiettivo di introdurre l'informazione sulla **massa** dei raggi cosmici nelle analisi delle **direzioni di arrivo**. Le analisi riguardano ricerche di anisotropie su piccola scala e su grande scala.

Il gruppo di Milano ha lavorato sul commissioning del data set di eventi della fase I di Auger ricostruiti con **Universality**, uno degli estimatori di massa che verrà usato nelle analisi di MEAD.

Il gruppo sta lavorando sulla strategia da seguire nell'applicare l'informazione di massa nelle ricerche di anisotropie su piccola scala per non perdere potenza statistica.



# Risultati sulle direzioni d'arrivo - neutroni

---

Ricerca di sorgenti Galattiche di UHECRs, considerando che i CR carichi possano interagire nelle immediate vicinanze della loro sorgente e produrre neutroni, che “puntano” direttamente alla loro sorgente

- update di *ApJ* 760 (2012) 148 (*blind search*) e *ApJL* 789 (2014) L34 (*targeted search*)
  - Risultati preliminari presentati ad ICRC2023 con feedback positivi
  - Targeted paper in stato molto **avanzato** di preparazione
  - 3 dataset fino a 45° di declinazione (~4M di eventi totali) e 12 target set studiati
    - per la prima volta inclusa la **Crab Nebula** in questo tipo di analisi, target set dedicato per le **sorgenti PeV-gamma ray LHAASO, Centro Galattico**
  - Nuovo metodo di ricerca: ad ogni evento è associato un peso che misura la probabilità che sia associato a ciascuna sorgente
    - tutti gli eventi sono considerati per ciascuna sorgente
- Per la Pulsar J1946-5403 p-valore pre-penalizzazione di  $5 \times 10^{-5}$ 
  - possibile studio con il data set infill (energia fino a 1 EeV) con grande statistica e possibili hint interessanti



# The Pierre Auger Observatory - Gruppo di Milano

- **Lorenzo Caccianiga** è Task leader per le Arrival Directions
- **Federico Mariani e Lorenzo Caccianiga** sono i responsabili per la produzione dei dati al centro di calcolo di Lione
- **Federico Mariani e Lorenzo Caccianiga** sono i responsabili del commissioning del calcolo dell'exposure e dei Bad periods per Auger Prime
- **Max Stadelmaier** è responsabile attività MEAD
- **Lorenzo Apollonio**: shift di presa dati FD a Lecce a maggio 2023
- **Gianni Consolati** ha effettuato uno shift SD (remoto)
- Da luglio 2023 si sono laureati con noi 2 laureandi triennali e 1 magistrale + 2 magistrali in corso

## Anagrafica 2024

Nome	Afferenza	FTE
<b>Lorenzo Caccianiga</b>	INFN	70%
Lino Miramonti	Unimi	70%
Giovanni Consolati	Polimi	70%
Max Stadelmaier	Unimi/KIT	70%
Federico Mariani	Unimi (PhD)	100%
Lorenzo Apollonio	Unimi (PhD)	100%
Francesco Cavaliere	Unimi (Tecnico)	40%

# Relazioni internazionali

---

- **Max Stadelmaier** post-doc a partire da ottobre 2023, avendo vinto una borsa DAAD Prime (aveva vinto anche borsa INFN per stranieri ed è risultato *fundable but not funded* per una MSCA)
- A Febbraio 2024 **Miguel Martins**, PhD student dell'università di Santiago ha passato un mese nel gruppo per discutere di ricerche di eccessi spazio-temporali
- Il laureando magistrale **Paolo Magnani** sta svolgendo parte della sua tesi in erasmus ad Aachen, per aiutare l'estensione delle attività MEAD al metodo di stima della massa basato sulle Deep Neural Networks, sviluppato appunto dal gruppo tedesco
- il laureando magistrale **Lorenzo Ramella** ha vinto una borsa Erasmus+ Traineeship per passare 4+ mesi al Karlsruhe Institute of Technology per lavorare con David Schmidt, analysis foundation coordinator, su trigger e produzione dati con Auger Prime.
- **Danelise Franco**, che nel 2022 ha passato 6 mesi nel nostro gruppo durante il suo PhD, ha vinto il premio di miglior tesi di dottorato dell'università di Campinas

# The Pierre Auger Observatory - Gruppo di Milano

## Status fondi 2024:

Capitolo ▲	Descrizione ◆	Stanziato ◆	Variato ◆	Subjudice e Cong. ◆	Preimpegno ◆	Impegni ◆	Disponib. ◆	Proposta in corso ◆	Disp. Teorica ◆
<a href="#">U1030202001</a>	Rimborso per viaggio e 🇨🇭	16.000,00	0,00	0,00	<u>0,00</u>	8.491,89	7.508,11	0,00	7.508,11
<a href="#">U1030213003</a>	Trasporti, traslochi e 🇨🇭	2.000,00	0,00	0,00	<u>0,00</u>	0,00	2.000,00	0,00	2.000,00
<b>Totale:</b>		<b>18.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>8.491,89</b>	<b>9.508,11</b>	<b>0,00</b>	<b>9.508,11</b>





## ancora non impegnati:

- Missione di Max Stadelmaier per novembre a Malargue (2,5-3 k€). Non è stato impossibile impegnare ancora i fondi perché per qualche ragione l'associazione di Max risulta scadere a ottobre e la sta rinnovando
- Turno a Malargue a ottobre/novembre per Paolo Magnani (laureando magistrale), siamo in attesa di un ok dalla responsabile degli shift Bianca Keilhauer perché c'era già una richiesta per una persona per quel turno che però probabilmente non riesce. In ogni modo, se non è quel turno sarà uno dei successivi. stima 3.5-4 k€ in base al prezzo del volo
- I fondi di trasporto sono in fase di trasferimento ad Ahuekna ma ci vorrà un po' (ho iniziato la procedura un paio di settimane fa, l'anno scorso c'erano voluti 2 mesi)

questi esauriscono la disponibilità. Sarebbe utile sbloccare un 5k€ su Milano per altre due missioni a Malargue a novembre, ma anche una potrebbe bastare nel caso

# The Pierre Auger Observatory - Gruppo di Milano

## Richieste economiche 2025:

Capitolo	Descrizione	Parziali (k€)		Rimuovi	Modifica	Totale (k€)	
		Richieste	SJ			Richieste	SJ
missioni	2 persone per 2 meeting di collaborazione a Malargue, a 3 km a missione (Marzo+ Novembre)	12.00	0.00			26.5	0
	3 persone per meeting di collaborazione a l'Aquila a Maggio	4.50	0.00				
	meeting RL con referee	0.50	0.00				
	missioni multiple (3-4) durante l'anno per il CNAF per supporto ad attivit� di trasferimento data center da Lione	1.50	0.00				
	2 persone per shift FD (Milano e' in debito di 1.9 shifter)	8.00	0.00				
trasporti	Trasporti sul sito durante meeting/shift	1.00	0.00			1	0
<b>Totale</b>						<b>27.5</b>	<b>0</b>