



*Osservatorio Pierre Auger  
Attività del gruppo di Lecce e  
richieste per il 2022*

Image:  
S.Saffi

**Lorenzo Perrone  
Università del Salento e INFN Lecce**

# Gruppo Auger di Lecce: anagrafica

Ricercatori						
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1	Cataldi Gabriella		Dipendente	Ricercatore	CSN II	95
2	Convenga Fabio		Associato	Dottorando	CSN II	100
3	De Palma Francesco		Associato	Ricercatore B Tempo Determinato Tipo B	CSN II	60
4	De Vito Emanuele		Associato	Dottorando	CSN II	100
5	Epicoco Italo		Associato	Ricercatore Universitario	CSN II	70
6	Mancarella Giovanni		Associato	Prof. Ordinario	CSN II	100
7	Martello Daniele		Associato	Prof. Ordinario	CSN II	100
8	Nucita Achille		Associato	Ricercatore Confermato (Ricercatore)	CSN II	60
9	Perrone Lorenzo		Associato	Prof. Associato	CSN II	80
10	Savina Pierpaolo		Associato	Dottorando	CSN II	100
11	Scherini Viviana		Associato	Assegnista	CSN II	100
<b>Numero Totale Ricercatori</b>				11	FTE: 9.65	

Tecnologi						
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1	Coluccia Maria Rita		Dipendente	Tecnologo	CSN II	80
2	Creti Pietro		Dipendente	Primo Tecnologo	CSN II	20
<b>Numero Totale Tecnologi</b>				2	FTE: 1.00	

8 Senior Scientists (Fisici)  
1 Senior Scientists (Ingegnere)

1 Assegno di Ricerca

**3 Dottorandi**

**1 Laureato Magistrale**

**1 Laureando Magistrale**

**1 Laureando Triennale**

# Il gruppo di Lecce: responsabilità

## Science/Detector

Responsabilità per l'infrastruttura di produzione a Lecce per conto di Auger (G. Cataldi)

Referente per il calcolo di Auger al CNAF (G. Cataldi)

*Official readers* in vari Editorial Boards (G. Cataldi, V.Scherini, L. Perrone)

Chair del Production readiness committee per AugerPrime Radio detector, subsystem Mechanics (G. Cataldi)

Task leader per SSD (D. Martello)

Task leader per il Data Release (V. Scherini, in approvazione al CB)

## Istituzionali

Chair del Collaboration board (L. Perrone)

Membro del Publication Committee (L. Perrone)

# Il gruppo di Lecce: partecipazione a conferenze

**2020**

G. Cataldi	ICHEP (On-Line)	Luglio 2020
L. Perrone	SIF (On-Line)	Settembre 2020
E. De Vito	SIF (On-Line)	Settembre 2020

**2021**

P. Savina	Madison (On-Line)	Febbraio 2021
F. Convenga	TIPP 2021 (On-line)	Maggio 2021
V. Scherini	NeuTel (On-line)	Marzo 2021
V. Scherini	ICRC (On-Line)	Luglio 2021
G. Cataldi	ICRC (On-Line)	Luglio 2021
P. Savina	ICRC (On-Line)	Luglio 2021
F. Convenga	SIF2021 (On-line)	Settembre 2021

# Attività di analisi svolta a Lecce

## **Performance del rivelatore ibrido**

calibrazioni, on-time e data quality

## **Misura dello spettro energetico**

spettro ibrido in particolare (misura di ankle e soppressione)

## **Open data**

Messa a punto dei tool e interazione con task di analisi

## **AugerPrime**

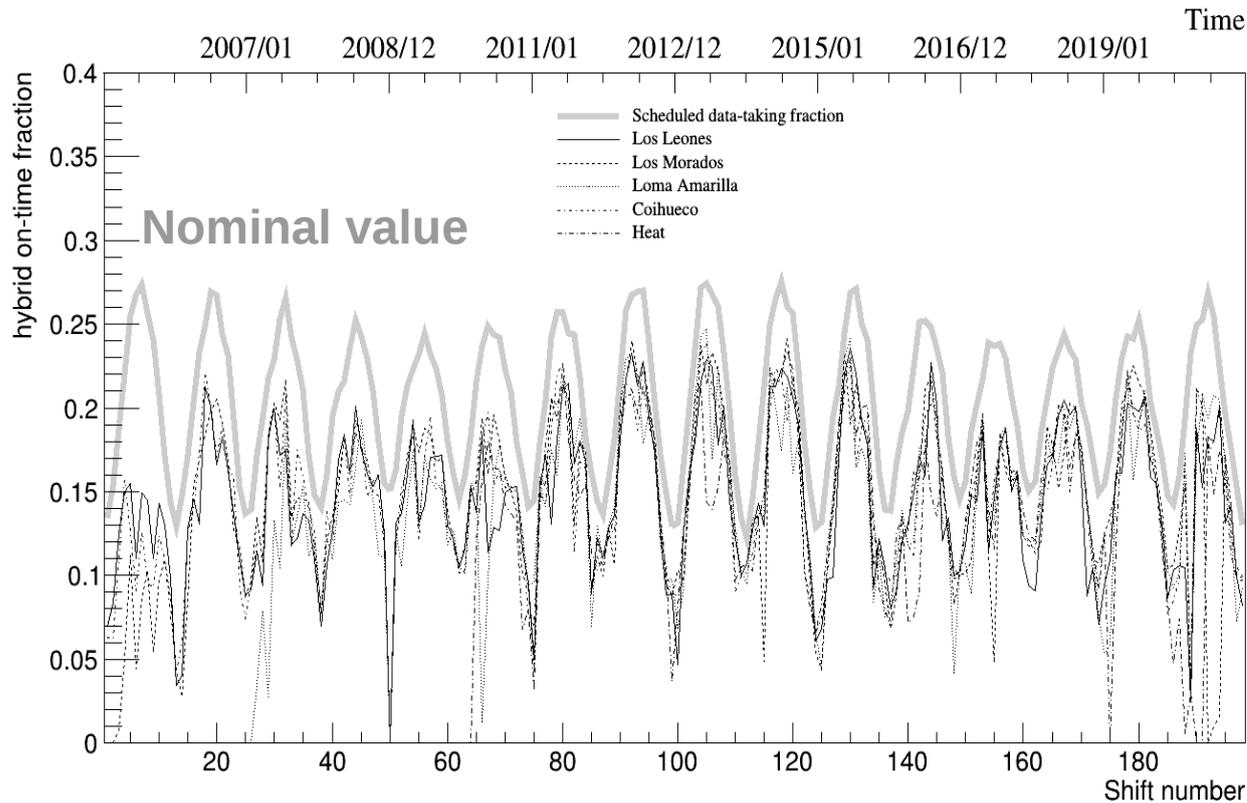
Studio della performance, prime analisi sui dati raccolti

**Ricerca di fotoni primari con tecniche di ricostruzione basate sul modello di “universalità”**

**Ricerca di neutrini con il rivelatore di fluorescenza**

**Multi-messenger**

# Performance e data quality per il rivelatore ibrido



## Hybrid detector ontime

Influenced by:

- Telescope status
- Wheather conditions
- Connection to SD

Updated to March 2021

In collaborazione con il gruppo dell'Aquila

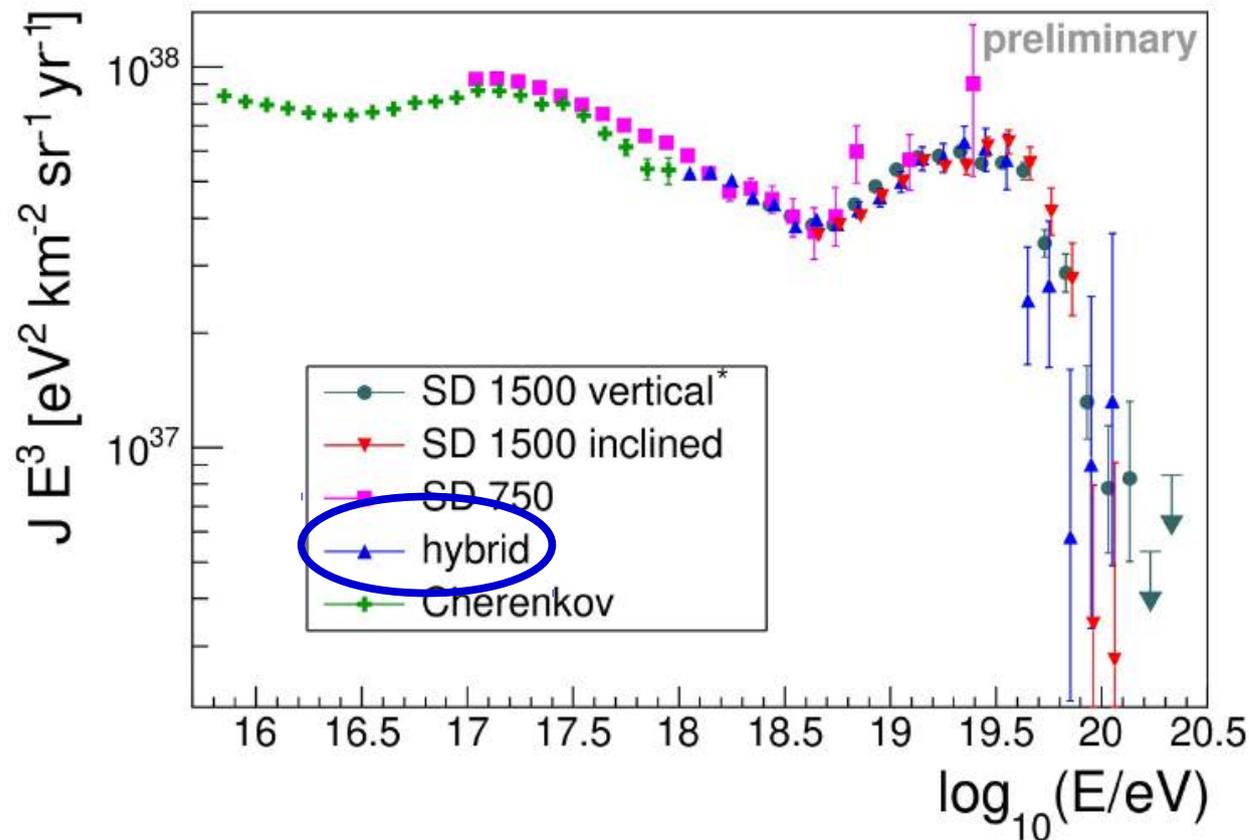
## Produzione e controllo di qualità dei dati ibridi dell'osservatorio.

processamento sistematico dei dati RAW, allineamento dei database di calibrazione, atmosfera, test di analisi preventivi al rilascio dei dati ridotti per le analisi di Fisica (in collaborazione con Roma2)

**Esempio:** dati per la calibrazione di SD (spettro verticale, PRL e PRD 2020) prodotti a Lecce

# Spettro energetico con eventi ibridi

@ ICRC 2021



normalization shifts after comb.:

SD 1500 m	<1 %
SD 750 m	-2 %
SD 1500 m inclined	+5 %
Hybrid	<1 %
Cherenkov	+7 %

**Item “storicamente” coperto  
in collaborazione con il  
gruppo dell’Aquila.**

Esposizione del detector valutata in modo realistico sulla base di ontime, atmosfera ed efficienza di ricostruzione

**Demanding dal punto di vista del calcolo gestito al CNAF**

(il nostro gruppo si occupa del calcolo per l'intera collaborazione italiana)

La farm locale di Lecce utilizzata per la produzione dei dati ibridi utilizzati nelle pubblicazioni dello spettro del 2020 è stata riconosciuta.

**Un link con le risorse di calcolo appare nella presentazione a ICRC 2021 sul calcolo per Auger**

List of computational resources of the Pierre Auger Collaboration.

### **VO auger grid resources:**

#### **Brazil**

- CBPF

#### **Czech Republic**

- Prague-LCG2
- Prague\_CESNET-LCG2

#### **France**

- OBSPM
- IN2P3-CC
- M3PEC
- GRIF

#### **Germany**

- RWTH-Aachen
- FZK-LCG2

#### **Italy**

- INFN-T1 - CNAF
- INFN-Lecce

### **Local resources:**

#### **Argentina**

#### **Australia**

- Phoenix HPC, University of Adelaide

#### **Belgium**

#### **Brazil**

#### **Colombia**

#### **Czech Republic**

- Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague

#### **France**

#### **Germany**

- Karlsruhe Institute of Technology:
  - HoreKa
  - ForHLRII (until mid. 2020)

#### **Italy**

\* INFN-CNAF

\* INFN Sezione di Lecce, Local Computing Farm

#### **Mexico**

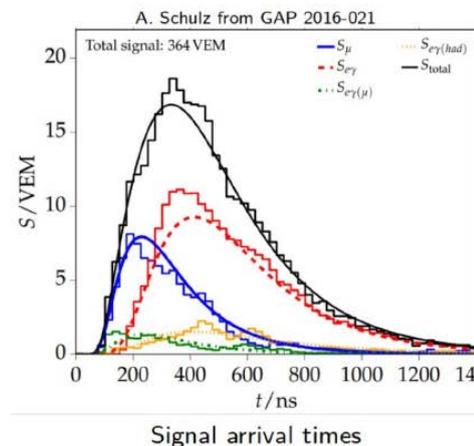
- LARCAD-UNACH
- LNS-BUAP

# Ricerca di fotoni primari con tecniche di Universalità

Tesi di dottorato di Pierpaolo Savina

Four universal components can be identified:

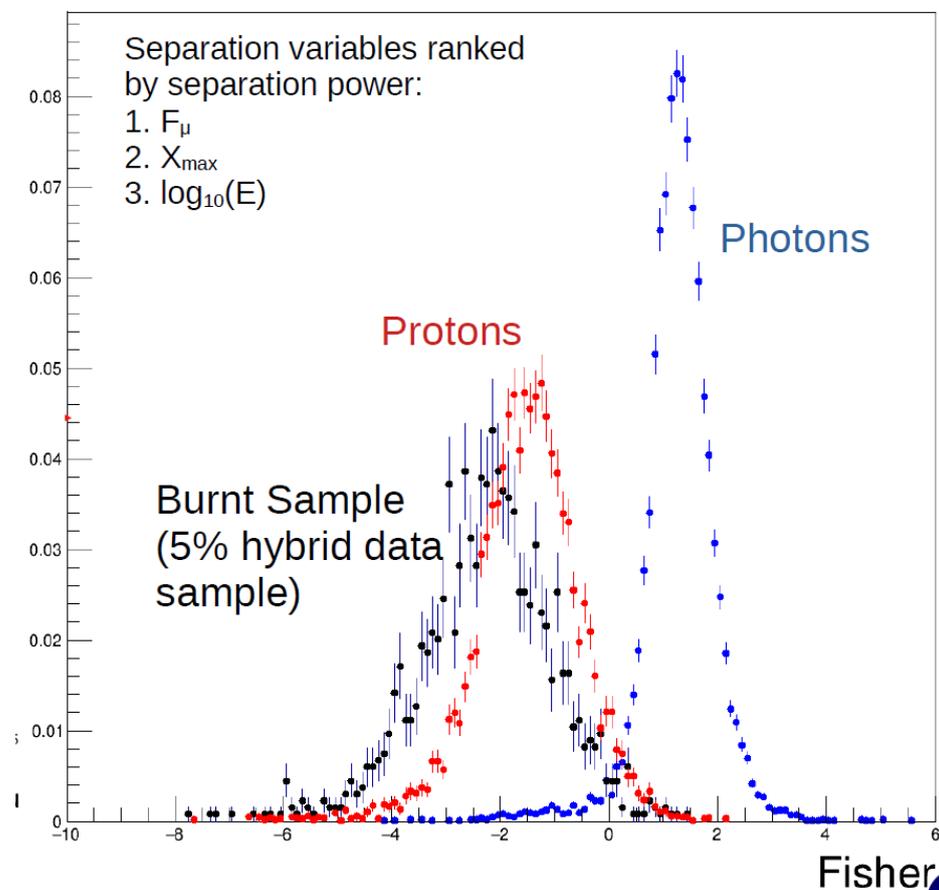
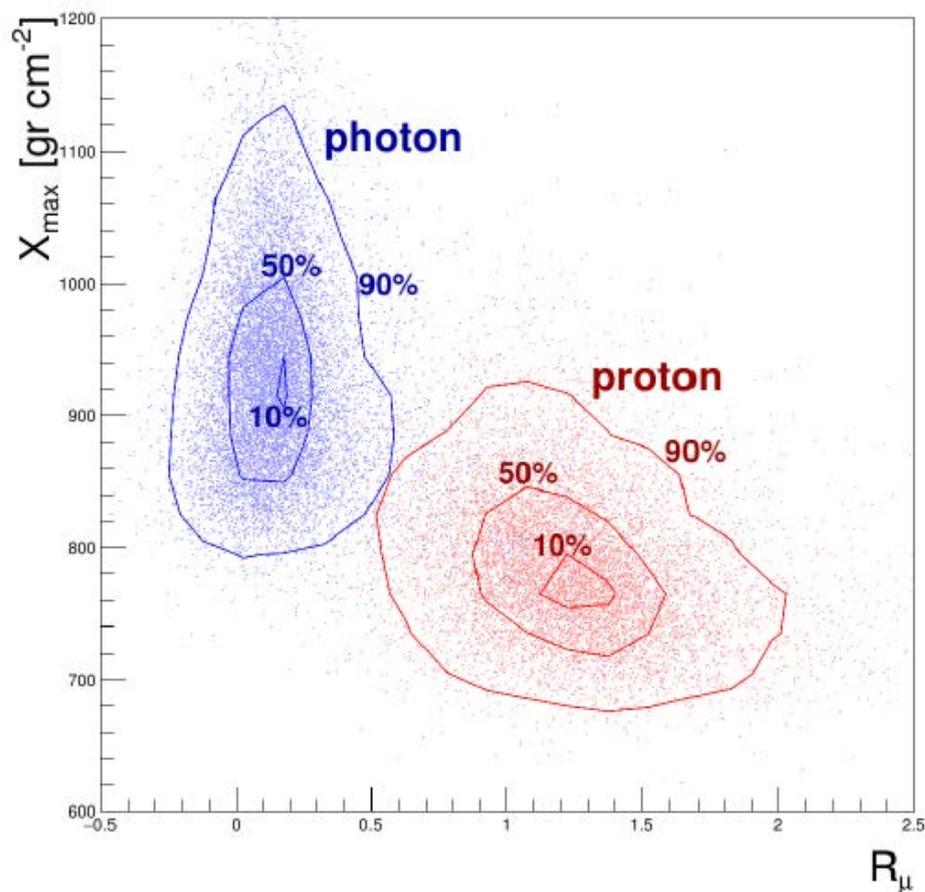
- muons ( $\mu$ );
- e.m. particles from high energy pions;
- e.m. particles the muons;
- e.m. particles from low energy hadrons;

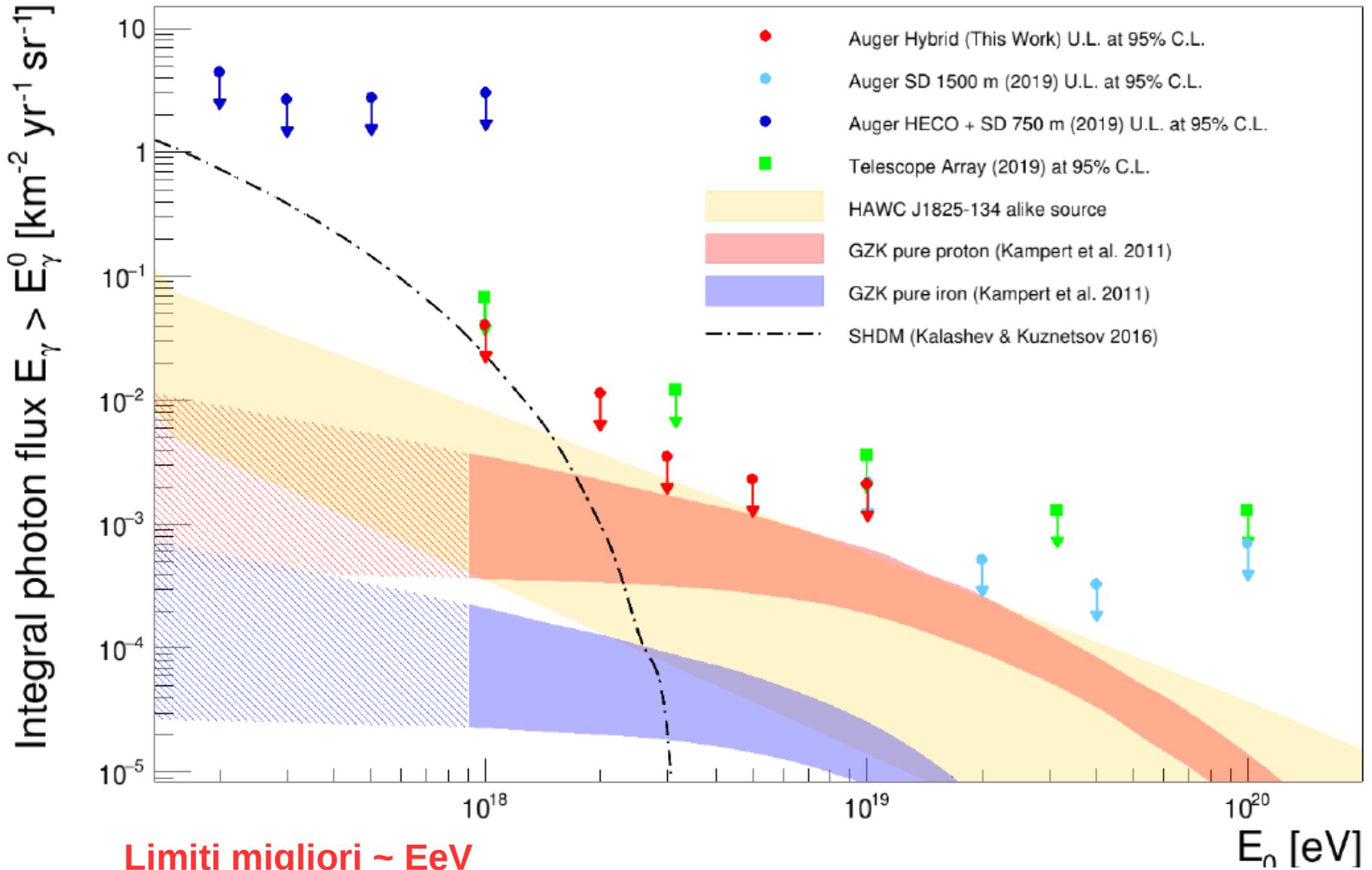


$$S(r, \Delta X, E, \theta, \psi) = \sum_i (1 + (R_\mu - 1)\alpha_i) S_i \quad (1)$$

$$R_\mu = \frac{S_\mu}{S_\mu^{\text{ref}}} \quad \frac{S_\mu}{S_\mu^{\text{ref}}} = \alpha_i \frac{S_i}{S_i^{\text{ref}}}$$

@ ICRC 2021





**Limiti migliori ~ EeV**

**Banco di prova per modelli di dark matter  
Scenario puri protoni "in reach"**

# Ricerca di neutrini astrofisici con il rivelatore di fluorescenza

Ricerca motivata dall'osservazione di due eventi sospetti (neutrini?) da parte dell'esperimento ANITA (Antartide)

- Ricerca di sciami upward-going (sciami indotti dal decadimento dei tau generati per corrente carica dalla propagazione di neutrini nella roccia)
- Ricerca delicata a causa del background (Laser, fulmini, inefficienze strumentali)

**Working group dedicato nel task dei Multi-messenger: obiettivo confutare (o confermare) l'osservazione di ANITA**

**In collaborazione con il gruppo dell'Aquila e input dal gruppo di Torino e Napoli**

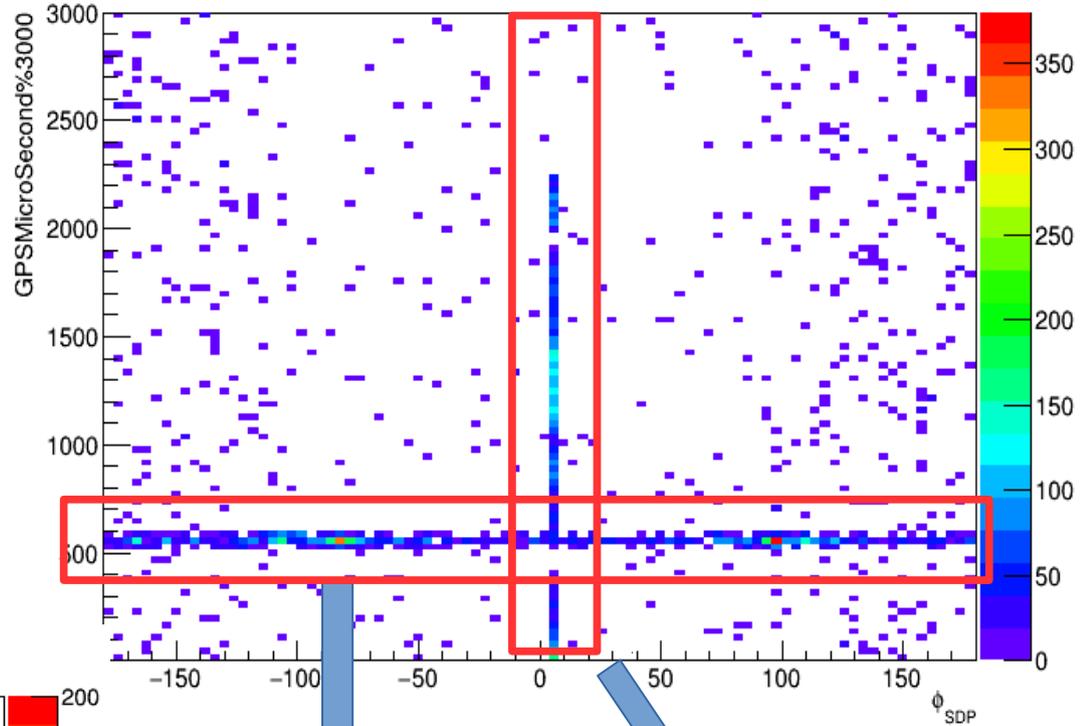
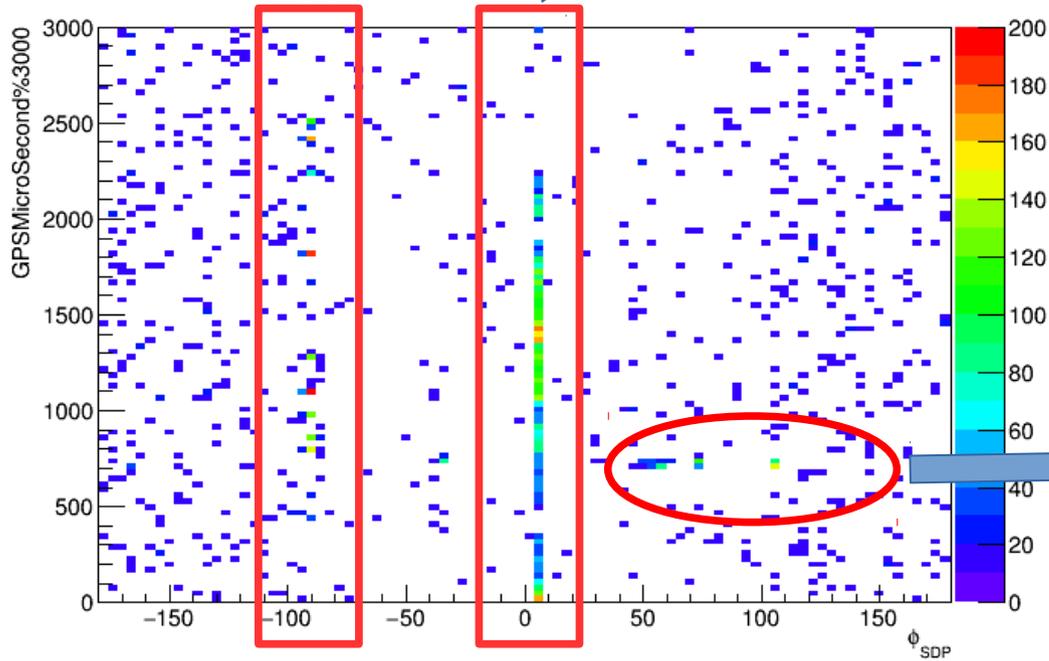
**Gruppo di Lecce impegnato nell'analisi dei dati, ed in particolare nella reiezione del background**

# Exemplary plots: burn sample Los Leones

Unexpected feature  
(vertical line)

XLF shots

Los Morados



LIDAR events

CLF shots

Sparse hot spots  
(LIDAR to LIDAR events)

# Event AugerId=11274648000

Lecce Reconstruction (only Coihueco), downward mode favored  
Inclined event ( $\sim 80^\circ$ ) passing over Coihueco and landing behind Loma Amarilla

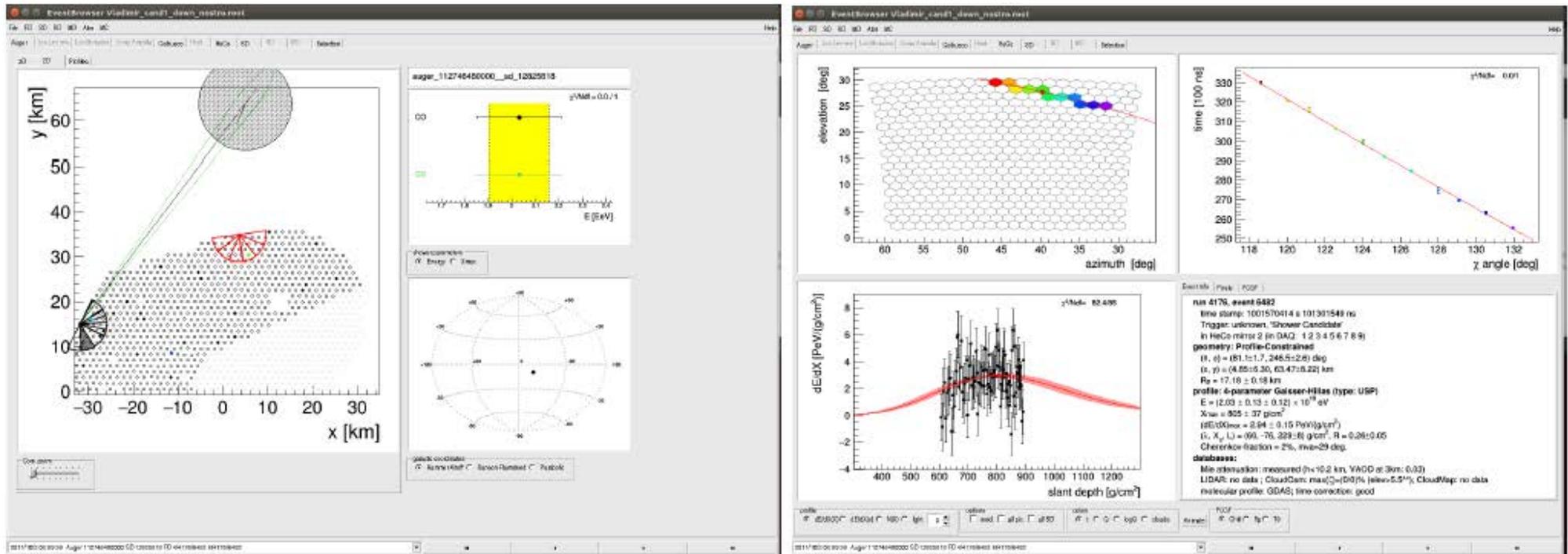
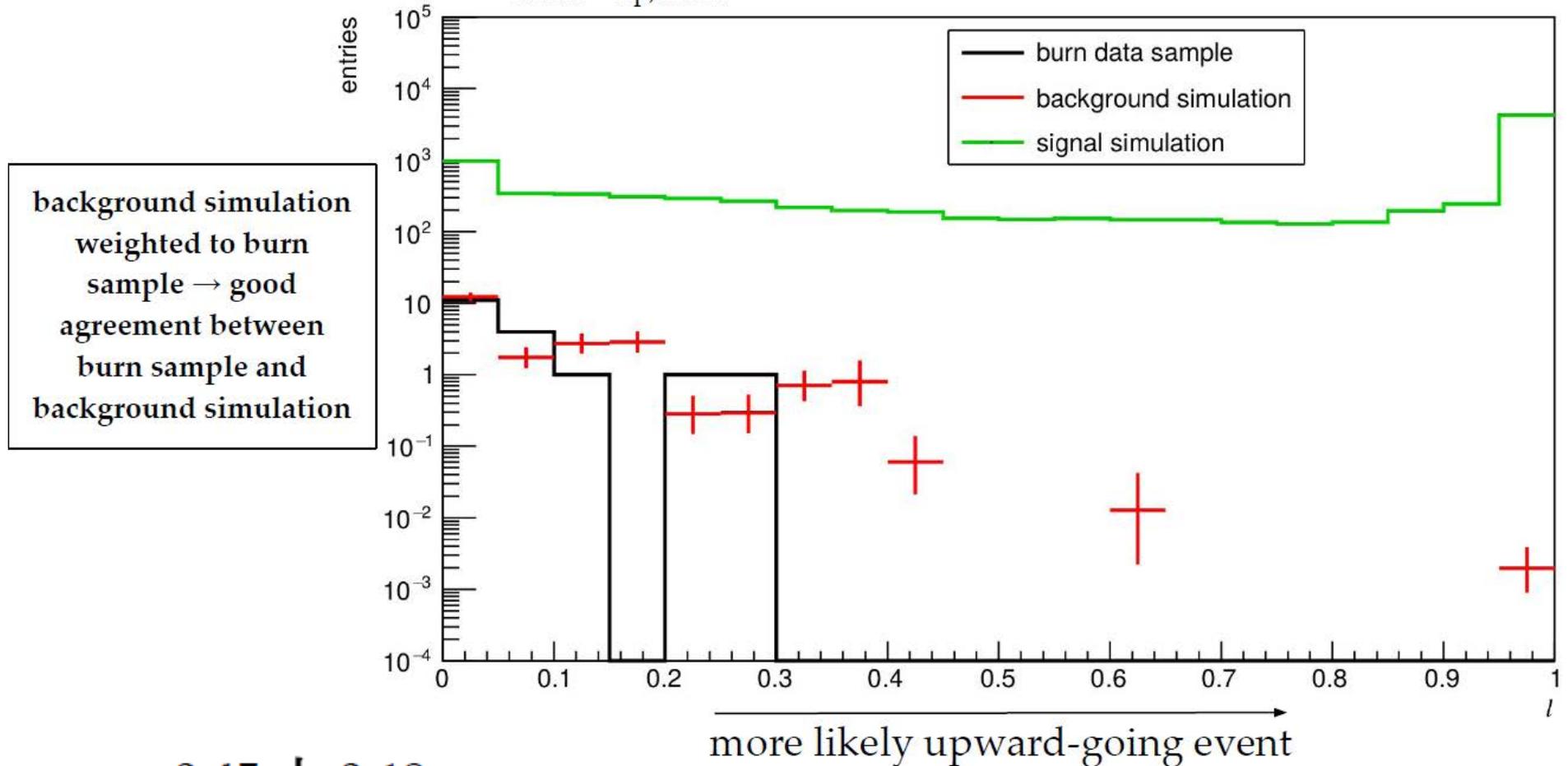


Figure 2: AugerId=11274648000, reconstructed core (left) and camera/profile view (right), according to HECO reconstruction

# Discriminazione segnale-fondo sul burnt sample

@ICRC 2021

- Variable  $l = \text{atan}(-2\log(L_{\text{down}}/L_{\text{up,down}})/50)/(\pi/2)$  defined between 0 and 1



$$n_{\text{bkg}} = 0.45 \pm 0.18$$

$\rightarrow 3.6 \times 10^{-20} \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  if exposure is weighted with  $E^{-1}$

$\rightarrow 8.5 \times 10^{-20} \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  if exposure is weighted with  $E^{-2}$

# The Open Data

## The February 2021 release

10% of data used for physics results presented at ICRC2019

### **Aim: re-use by a wider community**

including professional and citizen scientists and in world-wide educational & outreach initiatives



Close-to-raw data & higher level reconstructed information

Surface and Fluorescence Detectors

JSON and summary CSV files

Event visualization tools

Python code for data analysis

<https://opendata.auger.org>

DOI:10.5281/zenodo.4487613

V. Scherini@ICRC2021

# Pierre Auger Observatory Open Data

February 2021 release



The Pierre Auger 2021 Open Data is the public release of 10% of the Pierre Auger Observatory data presented at the [36<sup>th</sup> International Cosmic Ray Conference](#) held in 2019 in Madison, USA, following the [Auger collaboration open data policy](#).

This website hosts [the datasets for download](#). An [online event display](#) is available to explore the released events, and example [analysis codes](#) are provided. See below for a brief overview of the [Pierre Auger Observatory](#) and of the [Auger Open Data](#).



## [Datasets](#)

[the complete released datasets and their complementary data](#)



## [Visualize](#)

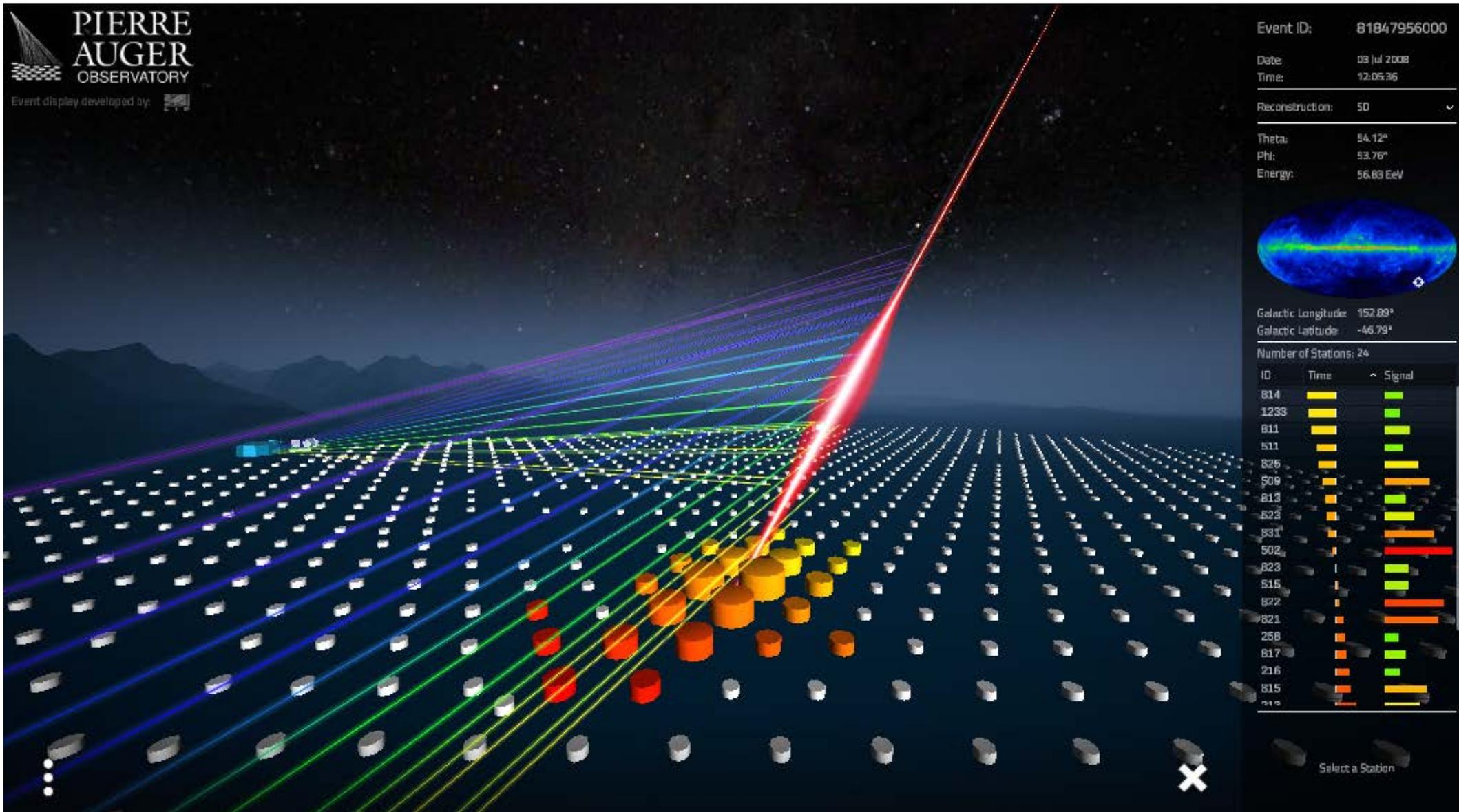
[an online look at the released pseudo raw data](#)



## [Analyze](#)

[example analysis codes in online python notebooks to run on the datasets](#)

# Visualization



# Attività di costruzione e analisi legate all'upgrade, svolte a Lecce

## **Meccanica**

Assemblaggio dei moduli, allestimento di una stazione di test con RPC, test dei PMTs  
Test di uniformità e misura del MIP: **Completato**

## **Elettronica**

Messa a punto del front-end. Analisi.  
Sistema operativo e tool di monitoring  
**Terza versione della UUB in fase di produzione interamente da SITAEL**

## **Avviato un lavoro di analisi a livello di detector**

performance di SSD a di WCD in combinazione con la nuova elettronica

# Few photos of the production phases



Cookie Table

Adjustable Cookie support

mirror

With the solutions of "4" tables we can perform in one day all the steps needed to "completely finish" one detector (frame assembling – fiber insertion – cookie allignement/cement – top closing).

# SSD Deployment: status in june 2021

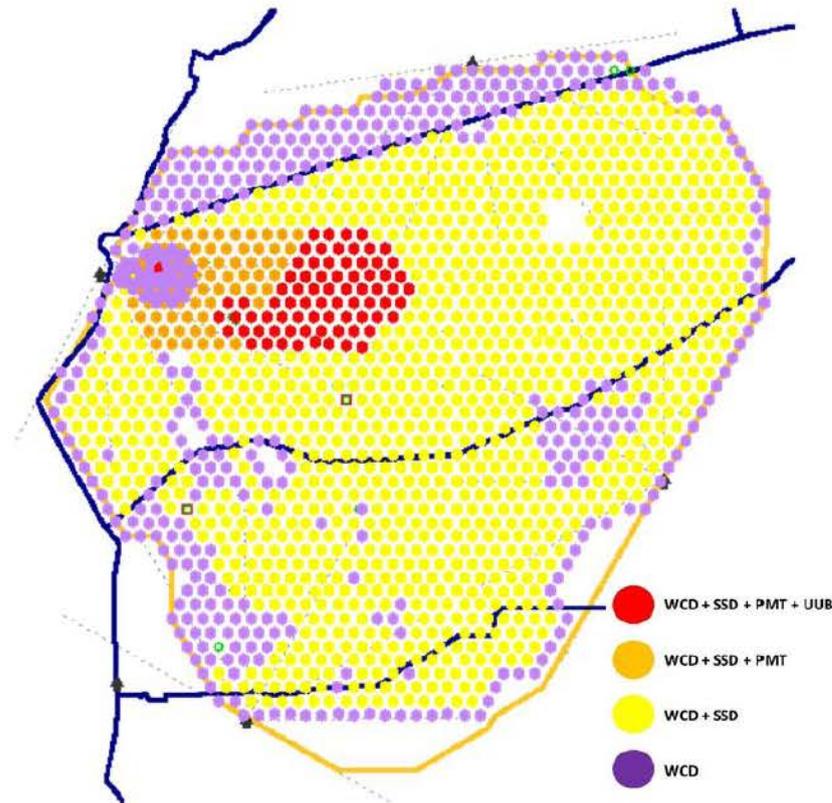


PIERRE  
AUGER  
OBSERVATORY



ONLINE ICRC 2021  
THE ASTROPARTICLE PHYSICS CONFERENCE  
Berlin | Germany

37<sup>th</sup> International  
Cosmic Ray Conference  
12-23 July 2021



Around 1400 out of the total number of Auger surface detectors will be instrumented with SSD.

The remaining detectors will be used either as spares or on specific parts of the experimental region (e.g. on doublets that are detectors located few meters apart, or in the 750m sub-array where the SDs are more densely spaced).

The full array will contain the upgraded electronics and will be fully functional in trigger capabilities.

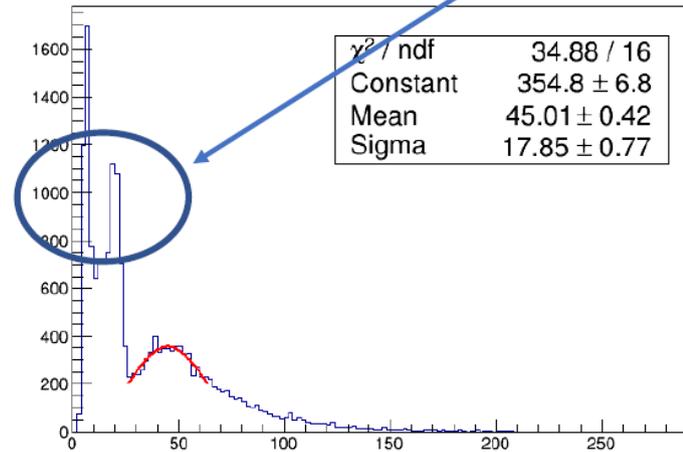
- circa 1290 posizionati nel campo
- circa 150 with PMT
- circa 80 con la nuova elettronica UUB

G. Cataldi @ICRC2021

# SETUP Calibrazione Lecce

Setup realizzato a Lecce per riprodurre e monitorare il processo di calibrazione automatico. Il setup realizzato con elettronica in parte commerciale necessita di essere ottimizzato per ridurre i livelli di noise.

Noise dovuto a elettronica non ottimale.



## EMULATION OF THE SLAVE MODE

SSD UP – for signal calibration via UUB

SSD DOWN for trigger

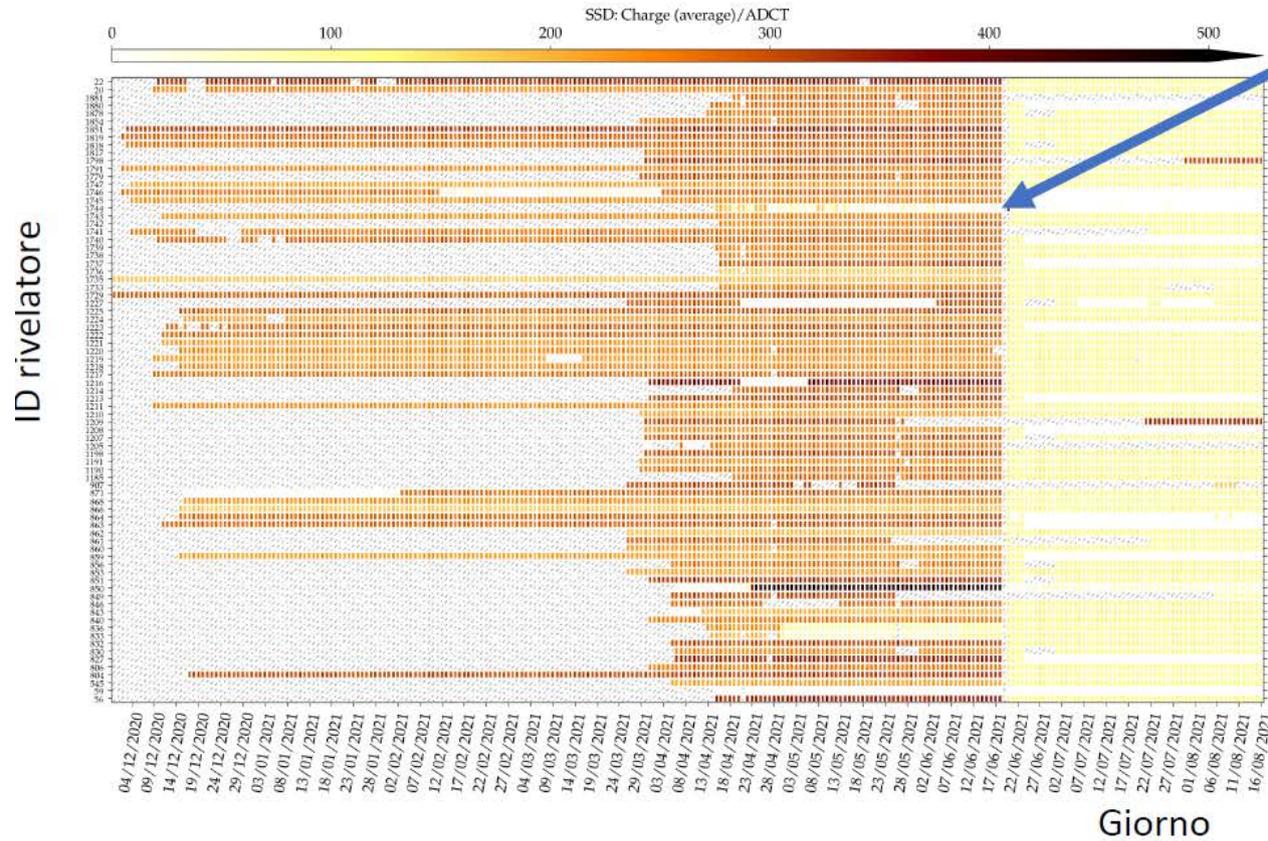
SSD for Trigger

Looking for the MIP position in the SSD

Using a SSD «for triggering»

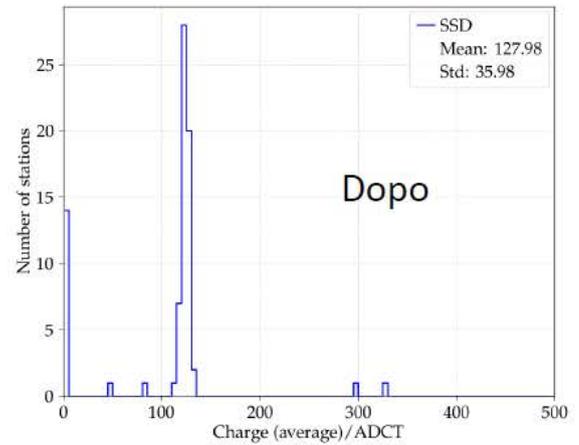
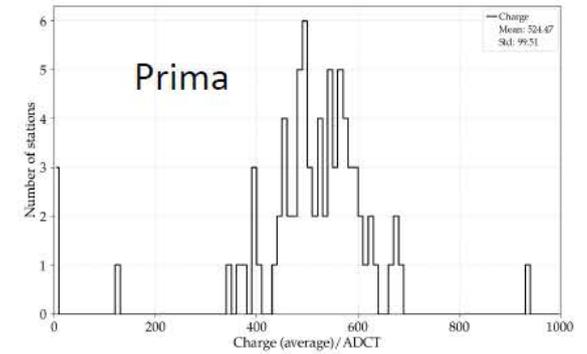
# Ottimizzazione della calibrazione degli SSD

Cambiamento del setup di calibrazione dopo le misure a Lecce.



Valore della MIP dei SSD sul campo in funzione del tempo. Rivelatori completamente updatati.

**Nuova elettronica: UUB**



# Upgrade: elettronica di Front-End: attività a Lecce



UUB petalinux system final version (1.00.0 - Mar 2020)

Prague, March 2020



Image.ub

UUB Petalinux image file content

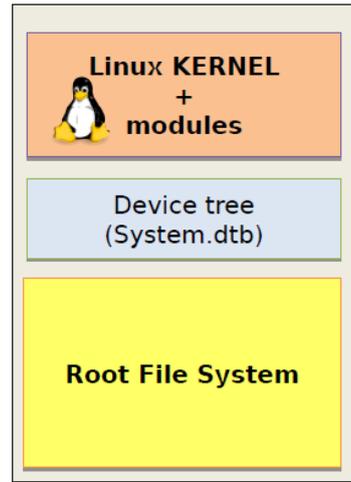


Image.ub size: **18Mb**

Most important improvements on last petalinux version

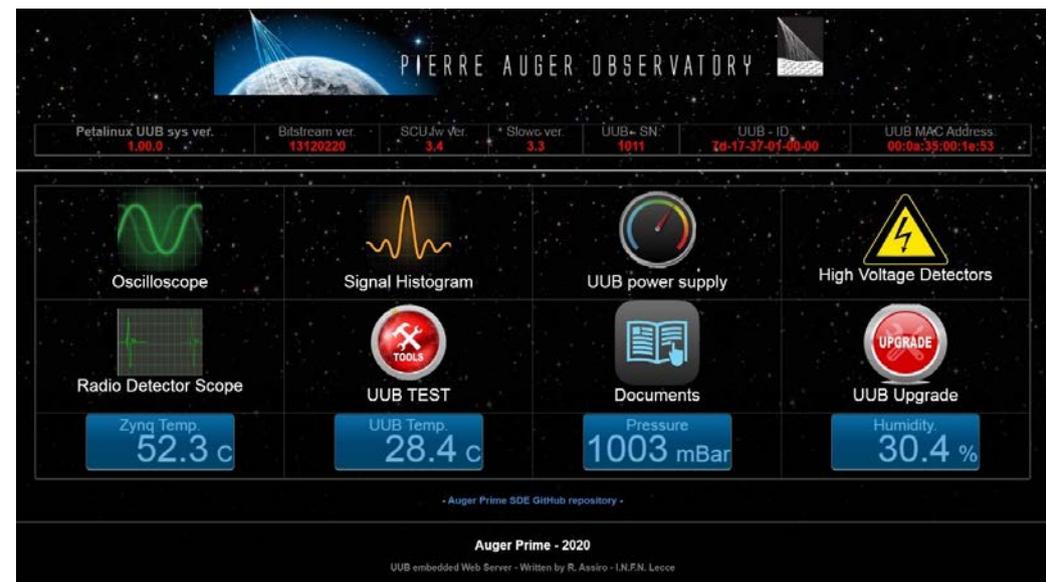
- 1) FSBL modification for Radio Detector group (SPI-1 interfaces)
- 2) Device tree file external from petalinux image (for future modifications)
- 3) Implementation of the programs for the test bench in SITAEI
- 4) Control of the ADC failures after the boot
- 5) Watchdog modification for new slow control firmware to avoid bad data on I2C between Zynq and microcontroller
- 6) The UUB repairs the flash memory by itself in case of corrupted booting files (image.ub, bitstream)

Sviluppo applicativi per il test

- A Lecce sviluppato Il sistema operativo PETALINUX. **Stabile e pronto per l'installazione nel campo**

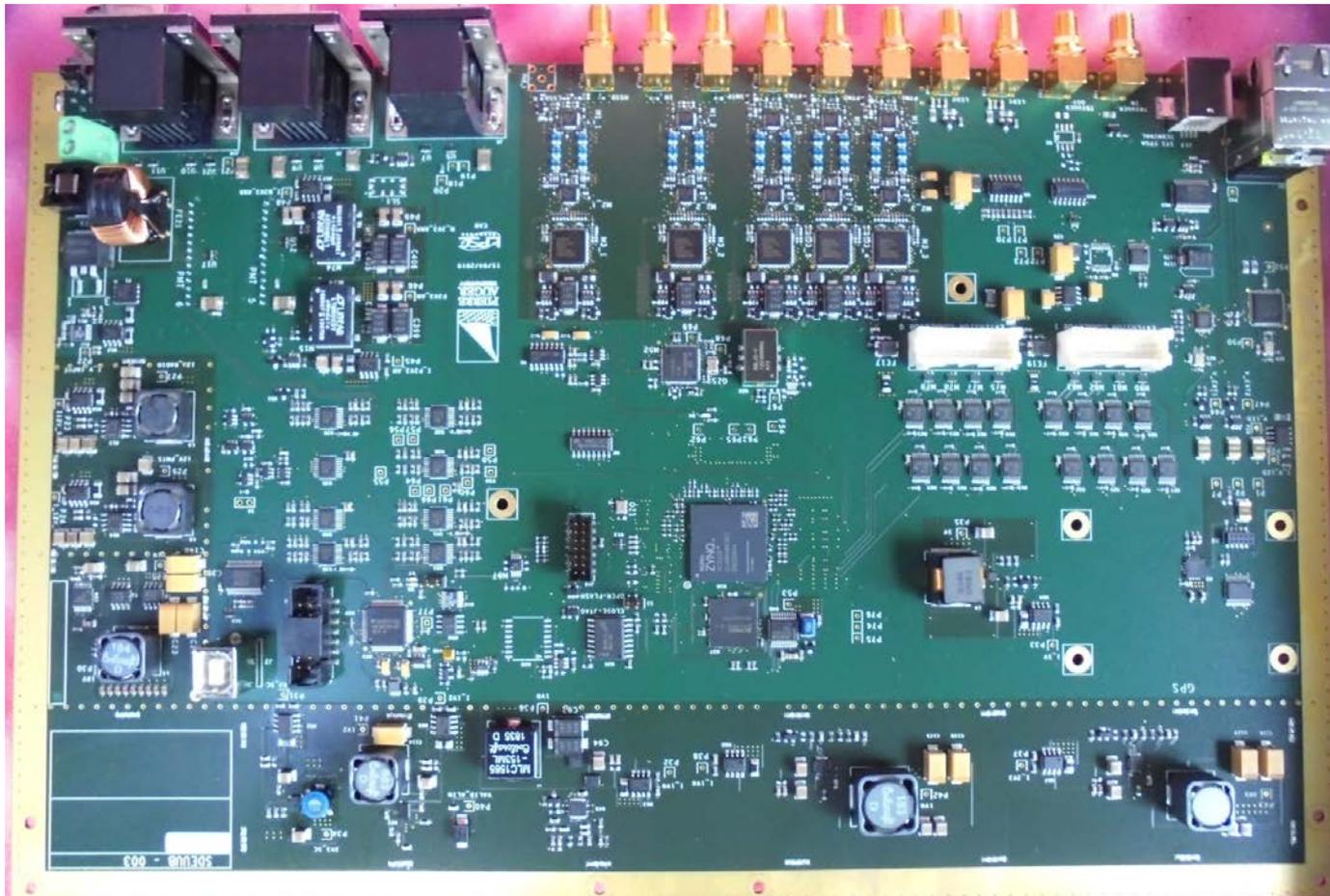
- Contributo a DAQ delle nuove Schede

Tesi di dottorato di Fabio Convenga



# Electronics + Software

## UUB v3



Le nuove schede di  
Elettronica sono  
Prodotte da **SITAEL**  
A Mola di Bari sotto  
La supervisione della  
Sezione di Lecce è essenziale  
per la validazione della  
produzione.

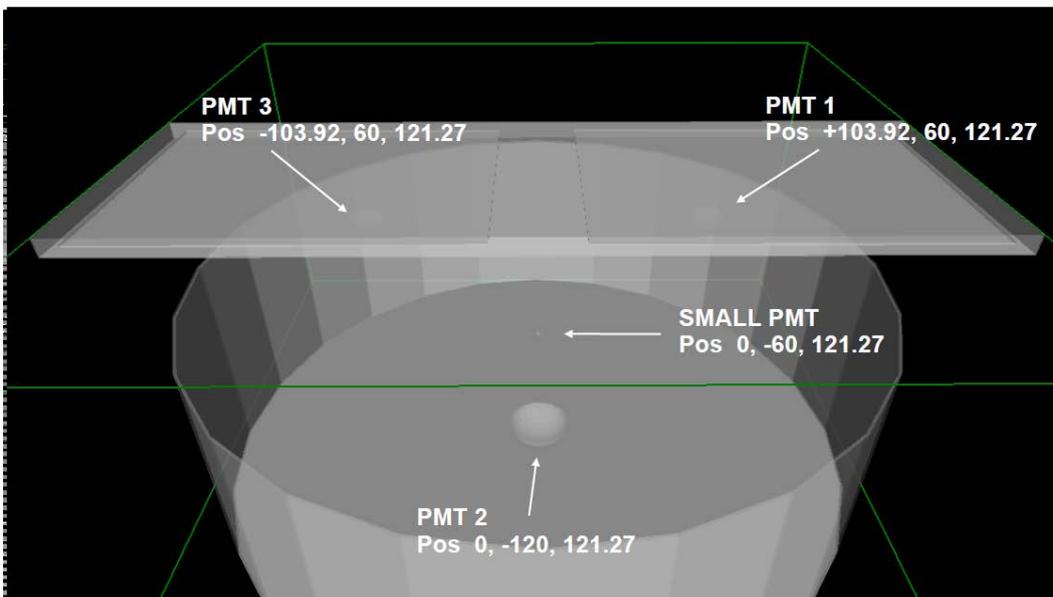
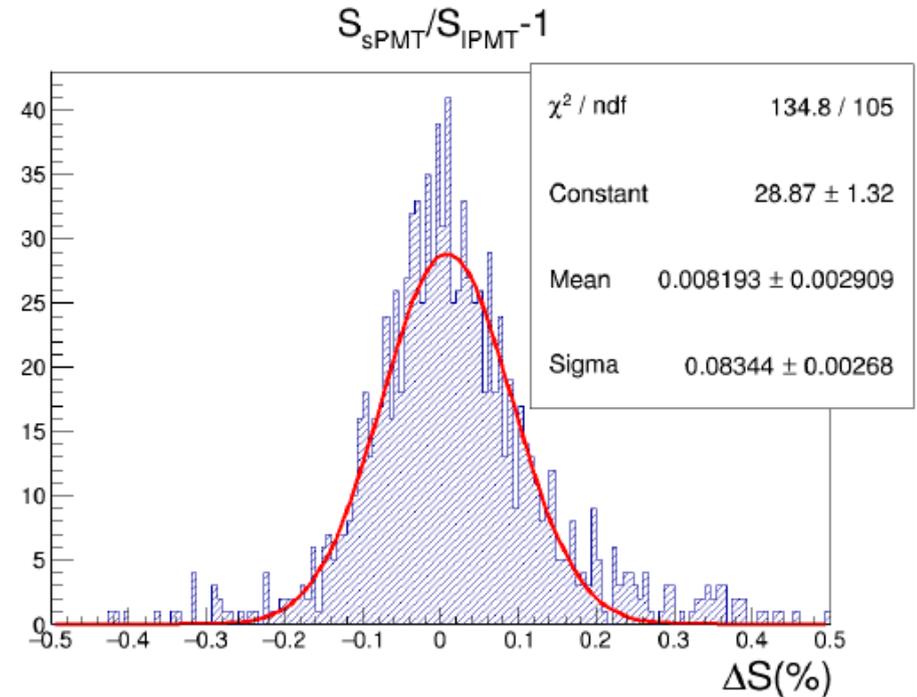
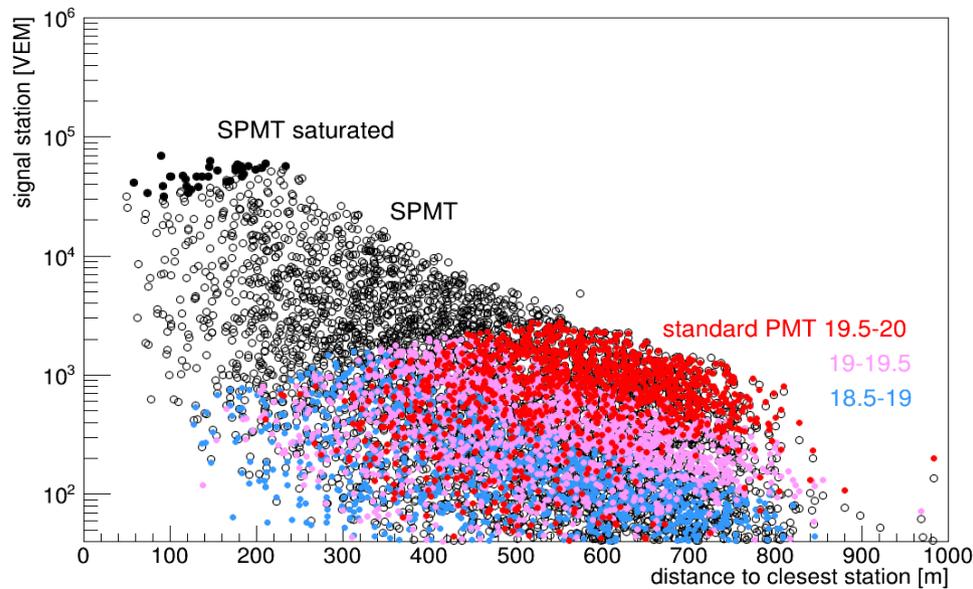
**81 board installate  
+ 84 arrivate a Malargue  
3x84 spedite a breve**

FPGA Xilinx 7020 con un doppio processore ADC a 12 bit, 120 MHz

Design dei 10 canali, filtro antialiasing e contributo all'installazione e configurazione del firmware e del software per il funzionamento della scheda.

# Small PMT: attività a Lecce

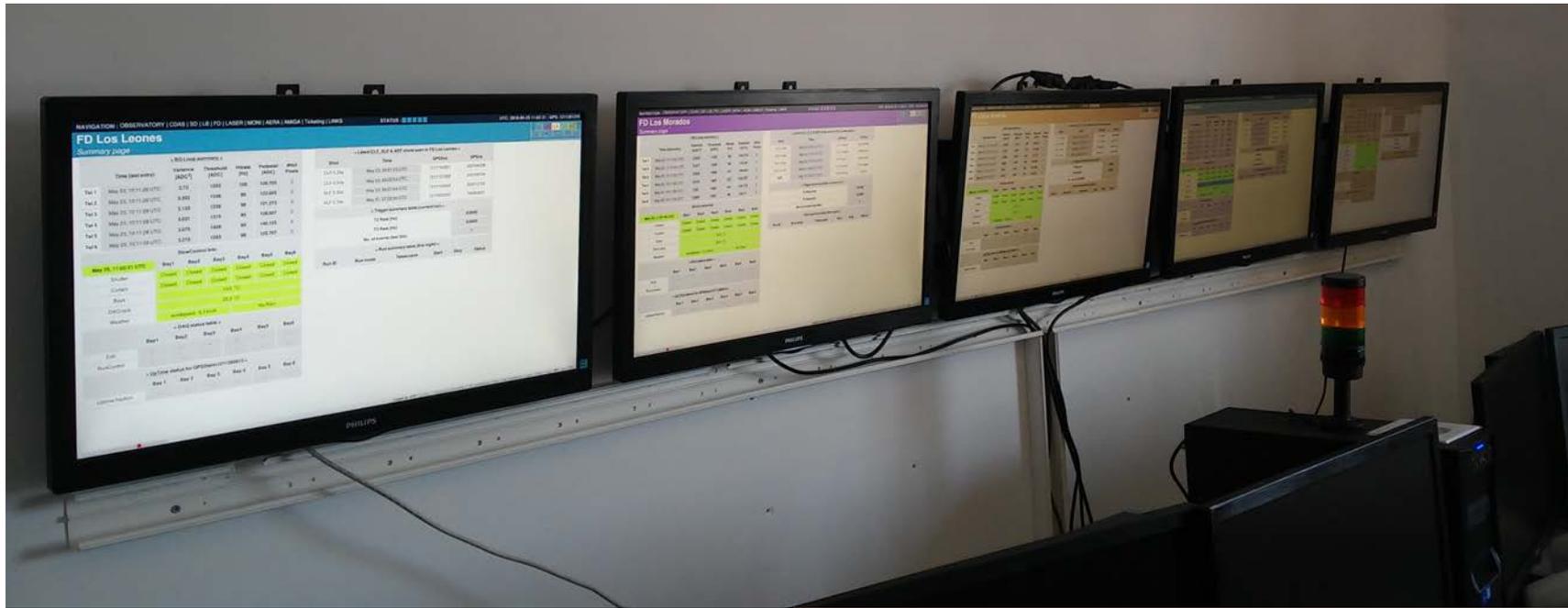
$E > 10^{19.5}$  eV  $\sim$  50% events have a saturated station



Implementazione di uno “small PMT” nella simulazione del rivelatore di superficie

Porting del software sviluppato nel framework offline del rivelatore upgradato: **completato in collaborazione con Torino**

# Control room remota per il rivelatore di fluorescenza



**Turni FD remoti nel 2021**

- Febbraio 2021
- Luglio 2021

**1 Turno SD remoto nel 2021**

- Aprile 2021



# Outreach

Tutto il gruppo impegnato in varie iniziative

Partecipazione alla sigla OCRA  
OCRA, percorso raggi cosmici

International cosmic day 2020 (remoto)  
Varie iniziative con scuole spesso in collegamento  
Dalla nostro remote control room

Con “*open data*” l’offerta verso iniziative divulgative potrà  
ulteriormente allargarsi.

Galassica, Festival dell’Astronomia, Luglio 2021

RESPONSABILE 2021  
G.CATALDI

RESPONSABILE 2022:  
M.R. COLUCCIA

872 studenti solo a LECCE (2020)

2 sessioni Microsoft live-event  
Competizione KAHOOT  
Certificazione  
Pubblicazione successiva dei «proceedings»-DESY  
Master INFN nazionale(?)

OCRA\_C3M: SIGLA CHE INCLUDE TUTTE  
LE ATTIVITA' DI OUTREACH RAGGI COSMICI e  
a cui partecipano tutte le persone di gruppo2  
+ qualche altra persona

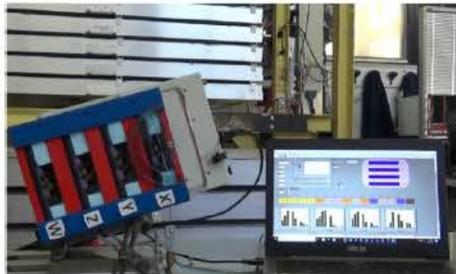
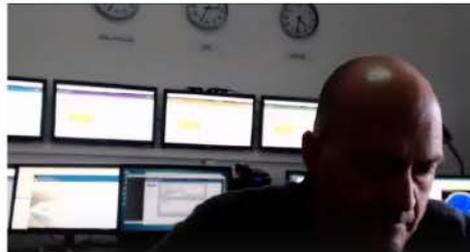
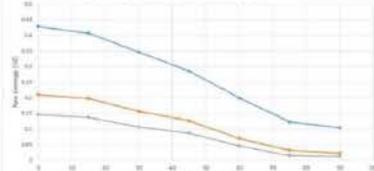
1. ICD è una delle attività storiche
2. ATTIVITA' ONLINE
3. ... e altro



General Talks from the local and Contribution from outside

angolo	xy	yz	zw	media/3sec	xyt	ytw	media/3sec	quad	quad/3sec
0	1.34	1.3	1.22	0.42888889	0.76	0.5	0.21	0.44	0.14666667
15	1.28	1.2	1.18	0.40666667	0.71	0.48	0.19833333	0.41	0.13666667
30	1.11	1.03	0.98	0.34666667	0.56	0.38	0.15666667	0.32	0.10666667
45	0.91	0.83	0.83	0.28555556	0.47	0.29	0.12666667	0.26	0.08666667
60	0.6	0.6	0.6	0.2	0.26	0.16	0.07	0.14	0.04666667
75	0.36	0.35	0.4	0.12333333	0.13	0.08	0.03116667	0.04	0.01466667
90	0.33	0.28	0.33	0.10444444	0.09	0.04	0.02233333	0.04	0.01166667

Flusso dei Raggi Cosmici in funzione dell'Angolo di Zenith



Very proudly a few students were able to produce the final plots live-time

# OCRA ATTIVITÀ ONLINE

SVILUPPATE DURANTE IL LOCKDOWN DELLA PRIMAVERA 2020

## Percorso Raggi Cosmici



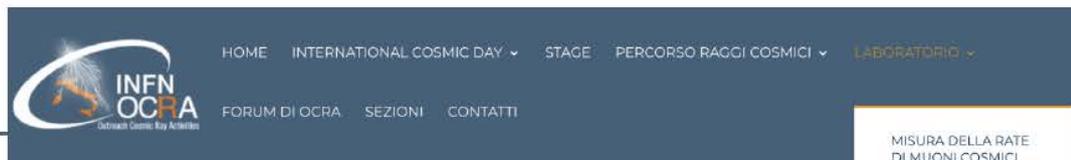
### 1. Particelle dallo spazio

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

Gestisci i cookies presenta una breve introduzione alla fisica dei raggi c



Presente con Maria Rita COLUCCIA



## In laboratorio con noi

Per poter studiare i raggi cosmici è necessario prima di tutto osservarli.

In questa sezione verranno descritte alcune tecniche di rivelazione usate negli esperimenti a terra.

Poi, per chi si vorrà cimentarsi, nella sezione laboratori sarà possibile fare l'analisi dei dati di esperimenti dedicati alla didattica e alla divulgazione come il telescopio-Totem multimediale situato nel metropolitano di Napoli, altri dedicati alla ricerca come l'osservatorio Auger nella pampa Argentina, ch

MISURA DELLA RATE  
DI MUONI COSMICI

MISURA DELLA  
DISTRIBUZIONE  
ANGOLARE DEI  
MUONI

MISURA DEI MUONI  
IN FUNZIONE  
DELL'ANGOLO DI  
ZENITH

MISURA DEI MUONI  
IN FUNZIONE  
DELL'ALTEZZA IN  
ATMOSFERA

## EVENTO LANCIO NUOVO SITO E ATTIVITÀ ONLINE

**Diretta youtube per la presentazione ai docenti delle attività online**

**Moderazione di Davide Coero Borga**

**Corso per docenti presente sulla piattaforma SOFIA**

**Per attestato: 2 ore diretta + 2 ore di incontro di approfondimento**

**Più di 200 docenti hanno seguito la diretta (quasi 900 visualizzazioni ad oggi)**

**Diretta sul profilo OCRA INFN**  
<https://www.facebook.com/ocra.infn.1/posts/442461246949492>

**Sul canale YouTube INFN Edu Physics**  
<https://youtu.be/ZNoG2etdJ7s>

**IN LABORATORIO CON NOI**  
percorsi didattici di INFN OCRA

Outreach Cosmic Ray Activities - OCRA vi invita alla scoperta della sua proposta online: un percorso in diretta sui raggi cosmici e l'analisi di veri esperimenti scientifici per voi e i vostri studenti, con la moderazione di Davide Coero Borga

**RIVOLTO A TUTTI I DOCENTI DI SCIENZE, MATEMATICA E FISICA DELLE SCUOLE SUPERIORI DI SECONDO GRADO**

**20 GENNAIO**  
ORE 17.00 - 18.30

canale INFN Edu Physics  
OCRA INFN

PER INFORMAZIONI:  
OCRA.INFN@GMAIL.COM

Corso presente sulla piattaforma S.O.F.I.A. Id.52875

# INCONTRI DI APPROFONDIMENTO

9 incontri tra febbraio e marzo 2021

70 iscritti.

Tanti docenti hanno seguito più di un incontro (minimo per ottenere il certificato), alcuni hanno seguito tutti gli incontri.

Ampio spazio per la discussione e l'attività pratica.



ONLINE



INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Ieri alle 09:55 · 🌐

🌐 Un viaggio alla scoperta di nuove DESTINAZIONI di fisica e astronomia. Da venerdì 9 a domenica 11 luglio torna **Galassica - Festival dell'Astronomia** con un programma ricco di incontri e workshop che animeranno il Castello Malcavalca di Esanatoglia, in provincia di Macerata.

📌 Da non perdere, gli appuntamenti INFN:

🕒 Venerdì 9 luglio, ore 10:00 | **I raggi cosmici a scuola**

Un workshop interattivo per i docenti delle scuole secondarie con Viviana Scherini, ricercatrice **Università del Salento** e **INFN Sezione di Lecce**, e Giorgio Chiarelli, presidente del Comitato di Coordinamento di Terza Missione dell'INFN.

👉 Più info: <https://www.facebook.com/events/502298984427416?ref=newsfeed>

👉 Prenotazioni: <https://www.eventbrite.it/.../biglietti-workshop-i-raggi...>

IN PRESENZA

ATTIVITA' di MASTERCLASS/OPEN DATA

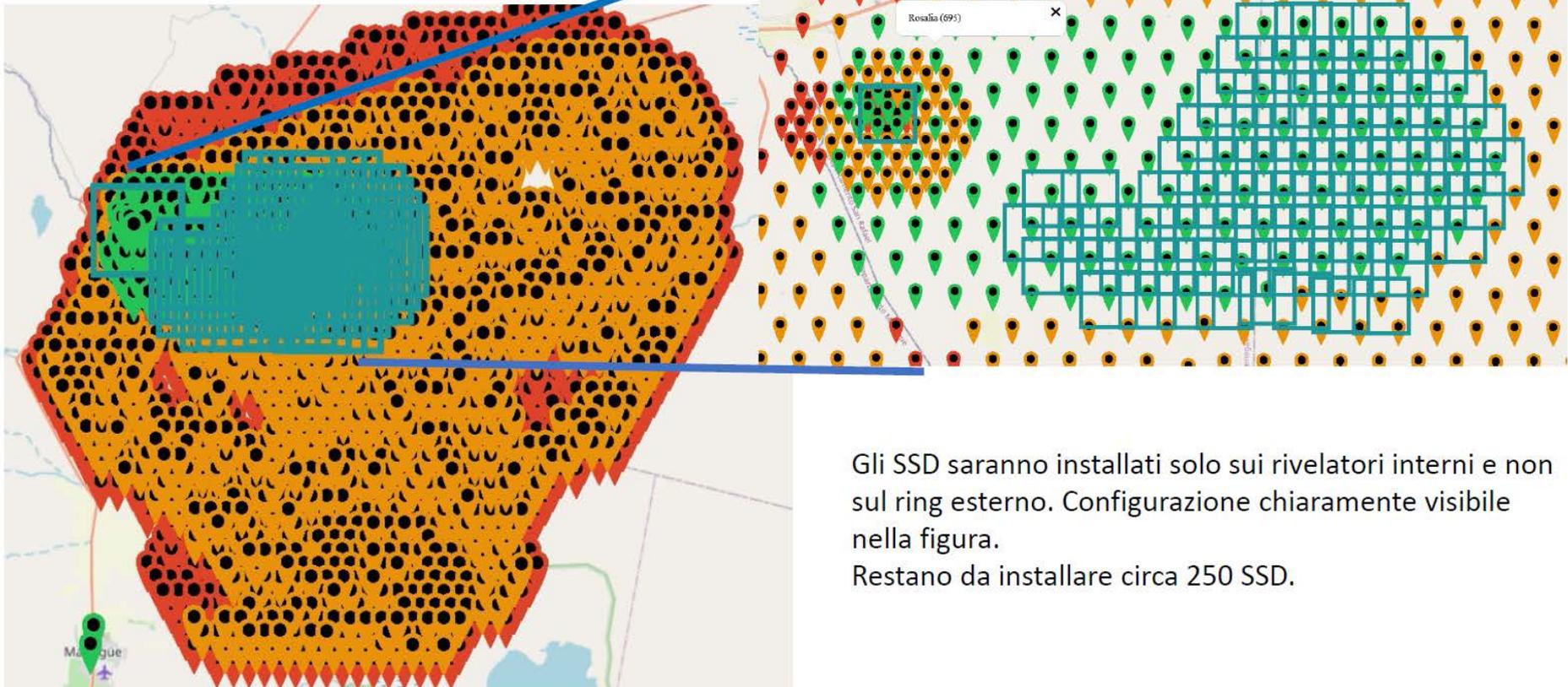
# RICHIESTE 2022

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
MISSIONI	1. Partecipazione a conferenza internazionale (ad esempio 2 persone ad UHECR)Â§	4.00			
	2. Riunione di coordinamento per attività di gestione del collaboration board (1 persona, chair del collaboration board)Â§	2.00			
	3. Mobilità del personale tecnico per attività connesse con la produzione e test delle schede di elettronica presso SITAEL, ditta incaricata dell'intera produzione (3 contatti)Â§	1.50			
	4. Meeting in Italia con il gruppo dell'Aquila su analisi spettro ibrido. Â§	1.00			
	5. Meeting europeo con il working group dei neutrini con FD (2 persone) Â§	4.00			
	6. Incontro con i referee (2 persone) Â§	1.00			
	7. Verifica in situ (Malargue) sui moduli SSD installati dal personale locale nel periodo di inaccessibilità all'Osservatorio causa pandemia (1 m.u. turni tecnici) Â§	5.00			
	8. Meeting di Collaborazione a Malargue (2 Meeting, 6 persone per meeting) Â§	36.00			
	9. Installazione nuova elettronica (2 m.u. turni tecnici)Â§	10.00			
	10. 2 Turni presa dati FD in situÂ§	8.00		<b>72.50</b>	0.00
CONSUMO	1. Componenti e altre minuterie per supporto all'attività di test dell'elettronica in situ e alla calibrazione dei moduli SSD in laboratorio. Â§	5.00		<b>5.00</b>	0.00
ALTRI_CONS					
TRASPORTI	1. Trasporti presso l'Osservatorio per meeting Â§	2.50			
	2. Trasporti in situ per turni Â§	3.00			
	3. Trasporti in situ per turni tecnici di installazione di schede di elettronica e verifiche all'installazione di SSD Â§	7.00		<b>12.50</b>	0.00

**BACK-UP**

SSD installed (1293 detectors)  with PMT (153 detectors)  w/o PMT (1140 detectors)

UUB (80 detectors)

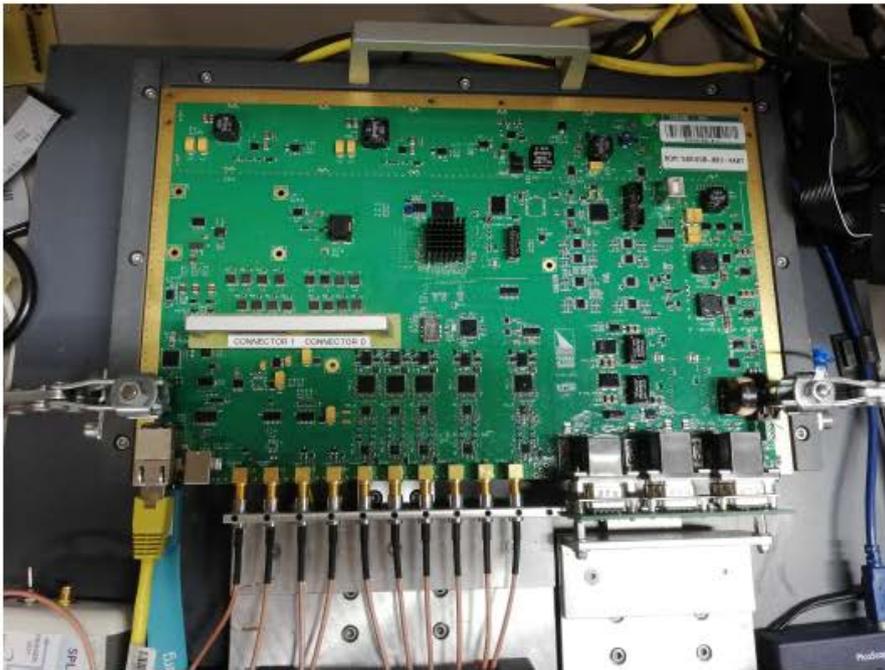


Gli SSD saranno installati solo sui rivelatori interni e non sul ring esterno. Configurazione chiaramente visibile nella figura.

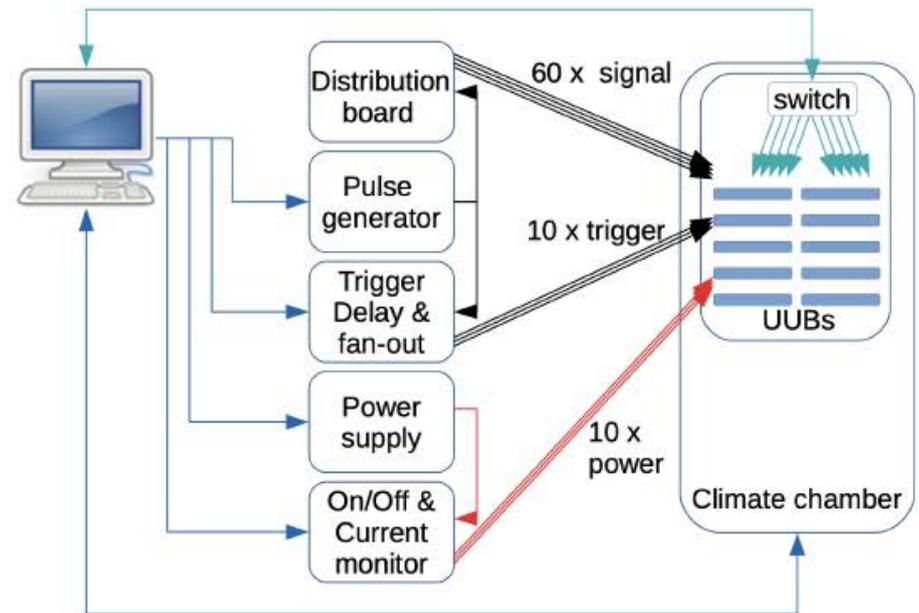
Restano da installare circa 250 SSD.

# UUB test prima dell'installazione nel campo

@ SITAEL



@ Prague

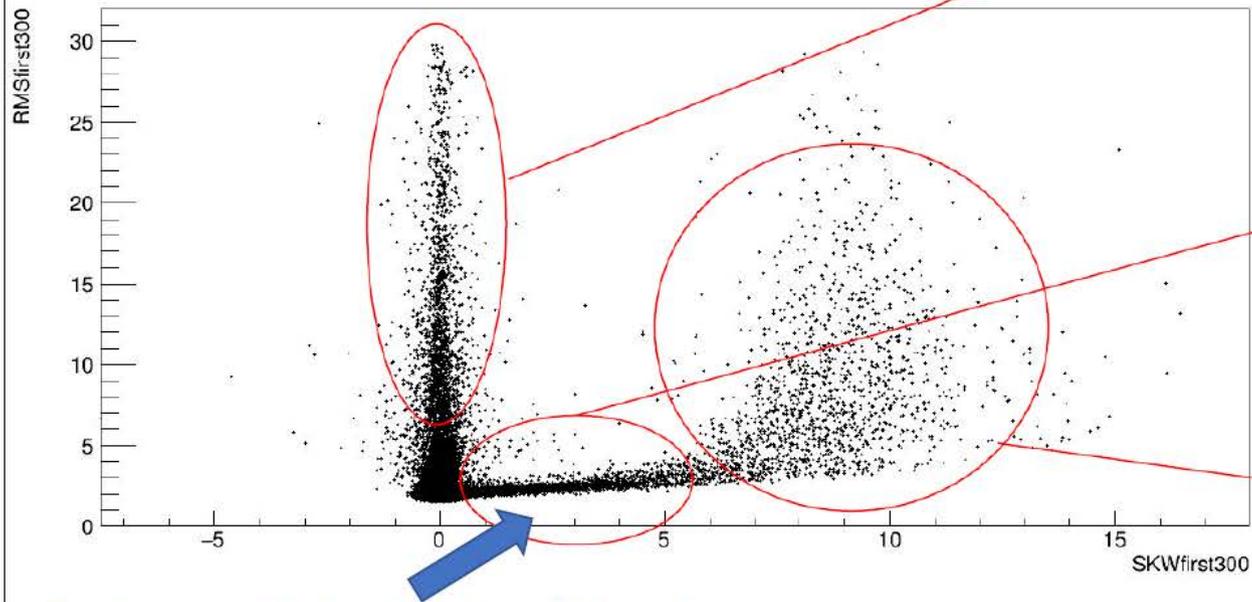


**Figure 1:** Left: UUB in Manufacturer Test system. Right: ESS Test system description.

@ ICRC 2021

## Studi per il monitoraggio della tenuta di Luce dei rivelatori SSD nel campo

RMS first as function of skewness  
first for all tanks in the period  
January-April.



Regione caratterizzata da impulsi brevi non  
in trigger prodotti da singoli fotoni.

### Zone one

These are events that have a symmetrical baseline distribution but have a high RMS. They may be due to uniformly distributed noise: Bad Periods, lightning?

### Zone two

At the moment we notice a linear zone with a positive and quite large skewness. We also notice a change in regime after 5-6 of asymmetry. Might this be due to spikes (two-three bins)?

### Zone three

This area of very positive skewness we think may be due to early peaks. We are studying what is going on in these areas.