

## A1 Titolo dell'attività di ricerca

Esperimento Auger

## A2 Responsabile

*(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)*

Responsabile Fausto Guarino  
Referente per il Dip. Fausto Guarino

## A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Associati: Fausto Guarino  
Ricercatori universitari:  
RTDA:  
RTDB: Laura Valore

## A4 Collaborazioni con altri enti

INFN

## A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

Carla Aramo (INFN)

## A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti: Roberta Colalillo, Felicia Barbato  
Borsisti Post-doc:  
Borsisti:

## A7 Dottorandi di Ricerca

## B1 Breve descrizione della linea di ricerca

*(max 1000 caratteri)*

L'Osservatorio Pierre Auger è il più esteso esperimento per lo studio dei raggi cosmici mai costruito.

L'obiettivo è quello di caratterizzare in lo spettro energetico, la distribuzione delle direzioni di provenienza e la composizione chimica della radiazione incidente, in modo da individuare i siti ed i meccanismi di produzione e accelerazione nella parte più energetica dello spettro.

L'Osservatorio è costituito da un rivelatore ibrido che comprende rivelatori di superficie e telescopi di fluorescenza collocati a ridosso delle Ande a 1400 metri di altezza.

I rivelatori di superficie coprono un'area di 3000 kmq, sono distanziati tra loro di 1,5 km e sono in grado di osservare gli sciami originati dai raggi cosmici primari quando colpiscono la superficie terrestre.

I telescopi di fluorescenza osservano la luce prodotta dagli sciami nel

vicino UV mentre si sviluppano nell'atmosfera. Con queste tecniche si può ricavare l'energia e la direzione di provenienza degli eventi, inoltre lo studio del profilo longitudinale dello sciame e delle caratteristiche del fronte dello sciame rivelato a terra, sono in grado di fornire indicazioni sulla natura delle particelle primarie.

## **B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016**

*(max 2000 caratteri)*

Il gruppo è stato impegnato nella attività di monitoraggio della trasparenza atmosferica, nelle analisi volte a identificare la natura delle particelle primarie che interagiscono in atmosfera, e alla definizione di un upgrade del rivelatore dedicato ad una misura della componente muonica degli sciami.

Dal 2014 Laura Valore è task leader del gruppo di Monitoring atmosferico. Nel task il gruppo di Napoli è responsabile di una delle due attività di analisi per la misura della trasparenza atmosferica e dell'aggiornamento del database atmosferico.

Su questa tematica si è innestato il progetto triennale ARCADE, ammesso a finanziamento nel 2012 su bando FIRB 2010, che si è concluso nel 2015. Il progetto si proponeva di caratterizzare le proprietà ottiche dell'atmosfera nel vicino UV, la stratificazione degli aerosol e l'opacità e distribuzione delle nuvole, con l'obiettivo di sviluppare modelli previsionali utili sia alla comunità della fisica dei raggi cosmici che per studi di fisica dell'atmosfera. Il progetto ha permesso di finanziare un contratto RTD-A e una borsa di Dottorato per il XXVII ciclo per il Dott. Mario Buscemi che ha conseguito il titolo nel 2015.

Nel triennio il gruppo ha inoltre attivamente contribuito alla fase di definizione ed ottimizzazione dei possibili upgrade del rivelatore per la rivelazioni della componente muonica occupandosi in particolare di confrontare il potere discriminante tra nuclei primari di massa diversa e la capacità di individuare una possibile componente di fotoni primari offerta dalle diverse ipotesi di upgrade, al fine di selezionare la configurazione più efficiente.

È stata inoltre effettuata una analisi (presentata nella tesi di dottorato della Dott. Roberta Colalillo, XXVII ciclo) volta a selezionare un campione di eventi con caratteristiche tali da poter essere ritenuti originati da protoni primari, determinare la purezza del campione e ricavarne lo spettro energetico. L'analisi ha potuto evidenziare un intervallo di energie con un campione sufficientemente puro da evidenziare un cut-off nello spettro dei protoni e l'emergere di una componente più pesante.

Il gruppo ha inoltre prodotto la libreria di sciami simulati alla base di alcuni lavori pubblicati di recente o in via di pubblicazione

### **B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019**

*(max 2000 caratteri)*

La collaborazione ha approvato un progetto di Upgrade del rivelatore "AugerPrime" e si sono definite le attività per i gruppi per il commissioning. L'upgrade è rivolto al rivelatore di superficie e prevede nuova elettronica che sostituisca quella attualmente in uso ormai obsoleta, migliorandone la dinamica ed aumentando il sampling, l'aggiunta di un fotomoltiplicatore di piccole dimensioni che estenda la dinamica nella regione in cui i fotomoltiplicatori esistenti vanno in saturazione, e l'aggiunta di un rivelatore costituito da scintillatore plastico per la discriminazione della componente muonica.

Il gruppo di Napoli si occupa delle fasi di produzione, assemblaggio e test di una frazione considerevole dei fotomoltiplicatori che verranno aggiunti al rivelatore di superficie e di quelli dedicati alla lettura dello scintillatore plastico.

È in via di completamento l'allestimento di una delle due stazioni di test al momento previste, e sono in via di espletamento le procedure di gara per gli acquisti del materiale e l'assemblaggio.

I primi 20 PMT sono attesi entro l'estate, in autunno sarà effettuato il primo ordine di massa ed inizieranno le procedure di test su larga scala.

Proseguiranno le attività legate al monitoraggio atmosferico, in particolare l'installazione di un Lidar Raman nell'Osservatorio ha aperto nuovi canali di studio per il perfezionamento delle tecniche di analisi basate sugli eventi registrati di CLF ed XLF che è in corso e coinvolge più gruppi di ricerca. Infine è appena partita una analisi volta allo studio di una peculiare classe di eventi, di origine ancora ignota, che si presentano con una particolare impronta a terra con forma ad anello e raggio di diversi chilometri. La prima presentazione dei risultati sarà effettuata da Roberta Colalillo alla prossima International Cosmic Rays Conference, la conferenza di punta del settore.

### **C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016**

*(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))*

N. complessivo: 32

Pubblicazioni più significative:

**1- Measurement of the cosmic ray spectrum above  $4 \times 10^{18}$  eV using inclined events detected with the Pierre Auger Observatory**

The Pierre Auger Collaboration, JCAP 08 (2015) 049

**2- An improved limit to the diffuse flux of ultra-high energy neutrinos**

**from the Pierre Auger Observatory**

The Pierre Auger Collaboration, Phys. Rev. D 91, 092008 (2015)

**3- Searches for Anisotropies in the Arrival Directions of the Highest Energy Cosmic Rays Detected by the Pierre Auger Observatory**

The Pierre Auger Collaboration, ApJ 804, 15 (2015)

**4- Large scale distribution of ultra high energy cosmic rays detected at the Pierre Auger Observatory with zenith angles up to 80 degrees**

The Pierre Auger Collaboration, ApJ 802, 111 (2015)

**5- Muons in air showers at the Pierre Auger Observatory: mean number in highly inclined events**

The Pierre Auger Collaboration, Physical Review D 91, 032003 (2015);  
ERRATA: Phys. Rev. D 91, 059901 (2015).

**6- Depth of Maximum of Air-Shower Profiles at the Auger Observatory: Measurements at Energies above  $10^{17.8}$  eV**

The Pierre Auger Collaboration, Physical Review D 90, 122005 (2014)

**7- Depths of Maximum of Air-Shower Profiles at the Pierre Auger Observatory: Composition Implications**

The Pierre Auger Collaboration, Physical Review D 90, 122006 (2014)

**8- Evidence for a mixed mass composition at the 'ankle' in the cosmic-ray spectrum**

The Pierre Auger Collaboration, Phys.Lett. B762 (2016) 288-295

**9- Testing hadronic interactions at ultrahigh energies with air showers measured by the Pierre Auger Observatory**

The Pierre Auger Collaboration, PRL 117, 192001 (2016)

**10- Ultrahigh energy neutrino follow-up of Gravitational Wave events GW150914 and GW151226 with the Pierre Auger Observatory**

The Pierre Auger Collaboration, Phys. Rev. D 94, 122007 (2016)

*(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)*

1. **AtmoHEAD 2014**, Padova, May 2014 : L. Valore for the ARCADE group, "ARCADE : description of the project and setup of the Lidar/AMT system"
2. **34<sup>st</sup> International Conference on AstroParticle Physics (ICRC15)**, The Hague (Netherlands), August 2015 : L. Valore for the ARCADE Collaboration, "The ARCADE Project"
3. **RICAP 2014**, September 30<sup>th</sup> – October 3<sup>rd</sup> 2014 : R. Colalillo for the Pierre Auger Collaboration, "Search for Ultra High Energy Primary Photons at the Pierre Auger Observatory"
4. **RICAP 2016** (Roma, Villa Tuscolana, 22 Giugno 2016) L. Valore for the ARCADE Collaboration "The ARCADE Project "
5. **UHECR 2016**, 11-14 Ottobre 2016, Kyoto, R. Colalillo for the Pierre Auger Collaboration, "Elves, Forbush decreases and solar activity studies at the Pierre Auger Observatory";
6. **52nd Rencontres de Moriond EW 2017**, 18-25 Marzo 2017, La Thuile R. Colalillo for the Pierre Auger Collaboration, "Latest results from the Pierre Auger Observatory"

### **C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali**

### **D1 Progetti di ricerca attivi**

*(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)*

FIRB 2010 - "ARCADE – Atmospheric Research for Climate and Astroparticle Detection" P.I. Laura Valore (marzo 2012 – marzo 2016)