

Estado de Astropartículas En México

Luis Villaseñor
Representando a
Juan Carlos Arteaga

Reunión General de la Red FAE
10-12 de noviembre de 2016
Pachuca Hgo.

Preguntas abiertas en Rayos C3smicos

Juan Carlos Arteaga

1) ¿Cu3les son las fuentes (AGN, galaxias starburst, etc.)?

2) ¿Cu3l es el mecanismo de aceleraci3n? (aceleracion por campos magneticos, reacceleracion en la galaxia, mecanismo de primer orden de Fermi, reconexion magnetica, etc.)

3) ¿Cu3l es la composici3n?

4) ¿Cu3l es el Origen fisico de las estructuras (rodilla, segunda rodilla, tobillo en componente ligera, rodilla en componente pesada) en el espectro de rayos cosmicos

¿son debido a efectos de propagacion?¿interaccion con el medio?

¿de aceleracion en la fuente?

5) ¿C3mo se propagan los rayos cosmicos en nuestra galaxia?

¿Existen mecanismos de reacceleracion?¿Cual es la estructura del campo magnetico de la galaxia (regular + aleatorio)?

6) ¿Existen fuentes cercanas de rayos c3smicos de alta energ3a?

7) ¿C3mo se explican la existencia de las anisotrop3as a peque1as escalas en los mapas de llegada de rayos c3smicos de altas energ3as?

8) ¿C3mo corregir los problemas de los modelos de interacci3n hadr3nica?

Observatorio Pierre Auger

Integrantes del Grupo Mexicano en la Colaboración Pierre Auger Investigadores

Desde 1996

- Dr. Humberto Salazar (BUAP)
- Dr. Oscar Martínez Bravo (BUAP) • Dr. Enrique Varela Carlos (BUAP) (a partir del 2014) • Dr. Arnulfo Zepeda (CINVESTAV)
- Dra. Karen Salomé Caballero Mora (UNACH)
- Dr. Rodrigo Pelayo (IPN)
- Dr. Juan Carlos D'Olivo (UNAM)
- Dr. Gustavo Medina Tanco (UNAM) • Dr. Lukas Nellen (UNAM)
- Dr. José F. Valdés-Galicia (UNAM) • Dr. Luis Villaseñor (UMSNH)

Estudiantes

- Rebeca López (BUAP)
- Elsa Alejandra Parra Flores (BUAP, a partir del 2014)
- Humberto Martínez (CINVESTAV)
- Alan Gilberto Chávez Meza (UMSNH)
- Jesús Álvarez Castillo (UNAM, hasta 2015)
- Benjamín Morales (UNAM)
- Bernardo Vargas Cárdenas (UNAM, hasta 2015)
- Itzel Amayrani Martínez Salazar (UNACH, hasta 2014) • Irving Gabriel Ocampo (LNS-BUAP, a partir del 2016) • Ernesto Ortiz Fragoso (UNAM, a partir de 2016)
- Oscar Morales Olivares (UNAM, a partir de 2016)
- Marcos Anzorena Méndez (UNAM, a partir de 2016)
- Ulises Solís Hernández (UNAM, a partir de 2016)

Técnicos

- Ing. Enrique Patiño (ICN-UNAM)
- Fis. Alejandro Hurtado (IGEF-UNAM)
- Ing. Octavio Musalem (IGEF-UNAM)
- Epifanio Ponce (FCFM-BUAP) (a partir del 2014)
- Ruben Conde (FCFM-BUAP, durante el 2013)
- Luciano Díaz: Computo en GRID, soporte para Auger • Gabriela

Fías: U. de Difusión del ICN

Auger en Nature

RESEARCH HIGHLIGHTS THIS WEEK

HEUNGJIN RYU
fewer adaptations with others in their groups, suggesting that their diets have imposed weaker selection compared with that of carnivores. Many big cats showed recent losses in genetic diversity, suggesting that population declines may be linked to their strict diet.

Genome Biol. 17, 234 (2016)

ASTROPARTICLE PHYSICS

Cosmic rays make more muons

Particle showers caused by natural ultra-high-energy collisions in Earth's atmosphere produce more muons — heavier cousins of the electron — than current physics models can explain.

Using the Pierre Auger Observatory in Argentina, Glennys Farrar of New York University and her colleagues studied showers of particles produced when 41.1 ultra-high-energy cosmic rays — atomic nuclei thought to originate outside the Galaxy — collided with air molecules. They also studied the fluorescent light the cascades created. The team found that the collisions, which are 10 times more energetic than those generated at the Large Hadron Collider (LHC) near Geneva in Switzerland, produced 30–60% more muons than simulations based on LHC results predict.

The results suggest that either the underlying models contain flaws, or that physics is fundamentally different at these higher energies.

Phys. Rev. Lett. 117, 192001 (2016)

PLANT BIOLOGY

Plants transmit light down stems

Plant stems can act like fibre-optic cables, piping light from above ground down to the roots.

Plants' roots produce proteins that respond to light, but it was not clear how light reached below the ground.

Chung-Mo Park of Seoul National University, Ian Baldwin of the Max Planck Institute for Chemical Ecology in Jena, Germany, and their team investigated this in thale cress (*Arabidopsis thaliana*). They found that illuminating the plant shoot altered gene expression in the roots, even when they prevented light from shining through the soil. Light in the red to near-infrared range was efficiently conducted through stem and root tissues.

Plants bearing a mutation in a light-responsive protein called HY5 showed abnormal root growth in response to shoot illumination, suggesting that light-sensing in plants is necessary for normal root development.

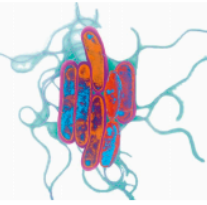
Sci. Signal. 9, ra106 (2016)

MICROBIAL EVOLUTION

Legionnaires' strains adapt well

Bacteria responsible for many cases of Legionnaires' disease emerged only in recent decades and seem to be adapting to human environments.

Legionella pneumophila (pictured) is found in aquatic environments worldwide and can contaminate water supplies, causing outbreaks of



pneumonia that can be fatal. A team led by Julian Parkhill at the Wellcome Trust Sanger Institute in Hinxton, UK, and Carmen Buchrieser at the Pasteur Institute in Paris sequenced the genomes of 337 *L. pneumophila* isolates belonging to 5 types that cause almost half of all cases of Legionnaires' disease in northwest Europe. Sequence



analysis suggested that the 5 types emerged independently during the past few decades and spread around the world.

The recent emergence and spread of these lineages suggests that people infected with the bacterium are helping to disseminate it and that it is adapting to man-made water systems, the authors say.

Genome Res. 26, 1555–1564 (2016)

ZOOLOGY

Old apes can't see up close

The discovery that bonobos lose their close vision with age, as humans do, offers clues to the cause of this visual decline.

Heungjin Ryu of Kyoto University in Japan and his colleagues took photos of 14 wild bonobos ranging between 11 and 45 years of age as they groomed family and friends (pictured) — a behaviour that requires careful inspection. The team found that the distance from eyes to fingers was significantly longer in older animals than in younger ones. Moreover, a comparison with older images of grooming for one of the individuals, called Ki, showed that the distance had increased from about 12 centimetres in 2009 to roughly 17 centimetres in 2015. Bonobos tended to exhibit this 'long-sighted' condition, known as presbyopia, from about age 40.

The results suggest that presbyopia is caused not by

human activities such as reading and computer work, but by natural ageing of the primate eye.

Curr. Biol. 26, R1–R3 (2016)

FLUID DYNAMICS

Fluid spills from strange straws

A straw's shape has a counter-intuitive effect on the ability of fluids to flow inside it, according to a theoretical study.

If a cylindrical container with open ends is turned on its side, a liquid contained in it tends to stay inside because of surface tension, provided the container is narrow enough. However, Carlos Rascón of Carlos III University in Madrid and his collaborators have shown that fluid in containers with certain other shapes — those that are elliptical or triangular in cross-section, for example — will flow out no matter how narrow the tubes are.

The team calculated that surface-tension forces can't work together to hold the entire length of the tube. The results also studied the cascades ultimately created. The team found that the collisions, which are 10 times more energetic than those generated at the Large Hadron Collider (LHC) near Geneva in Switzerland, produced 30–60% more muons than simulations based on LHC results predict.

The results suggest that either the underlying models contain flaws, or that physics is fundamentally different at these higher energies.

➔ NATURE.COM

For the latest research published by Nature visit:

www.nature.com/latestresearch

created. The team found that the collisions, which are 10 times more energetic than those generated at the Large Hadron Collider (LHC) near Geneva in Switzerland, produced 30–60% more muons than simulations based on LHC results predict.

The results suggest that either the underlying models contain flaws, or that physics is fundamentally different at these higher energies.

Phys. Rev. Lett. 117, 192001 (2016)

UNDA STANWELL/UCR/SPR

LATEST

MOST VIEWED

NEWS

Poor diet in pregnancy, poor heart health for infants
BY LAURA BEIL NOVEMBER 11, 2016

SCIENCE TICKER

Say hola to La Niña
BY THOMAS SUMNER NOVEMBER 10, 2016

NEWS

British red squirrels serve as leprosy reservoir
BY LAUREL HAMERS NOVEMBER 10, 2016

NEWS

Giggling rats help reveal how brain creates joy
BY LAURA SANDERS NOVEMBER 10, 2016

NEWS

Protein mobs kill cells that most need those proteins to survive
BY TINA HESMAN SAEY NOVEMBER 10, 2016

SOCIETY UPDATE

Support the Society on Give to Science Day

INTRODUCING

Dragon dinosaur met a muddy end
BY MEGHAN ROSEN NOVEMBER 10, 2016

NEWS

Stone adze points to ancient burial rituals in Ireland
BY BRUCE BOWER NOVEMBER 09, 2016

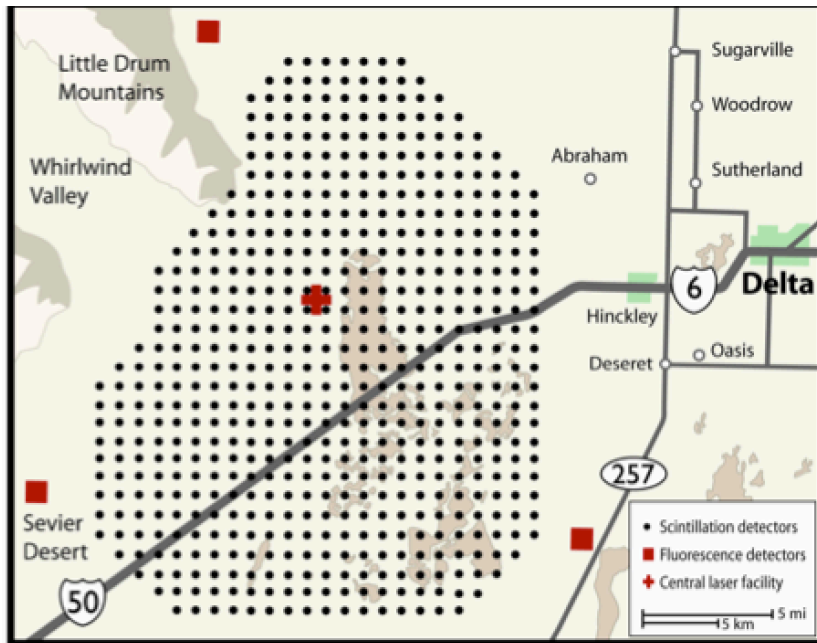
NEWS PARTICLE PHYSICS

Muon surplus leaves physicists searching for answers

Excess of subatomic particles produced by cosmic rays might signal new state of matter
BY EMILY CONOVER 9:00AM, NOVEMBER 4, 2016



MANY MUONS Scientists at the Pierre Auger Observatory use telescopes (pictured above) and water tanks to detect showers of particles created by high-energy protons or atomic nuclei from space. Scientists have found more muons, or larger versions of electrons, than expected in such showers.

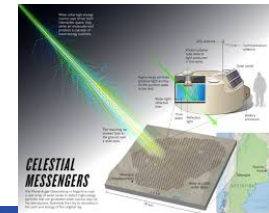
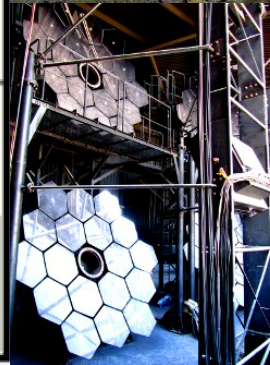


Telescope Array

Utah USA

> 500 detectores

3 telescopios de fluorescencia



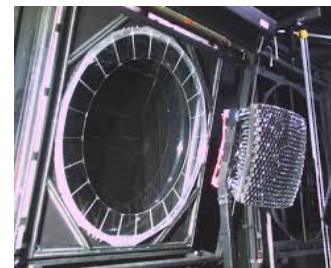
Pierre Auger Observatory

Mendoza Argentina

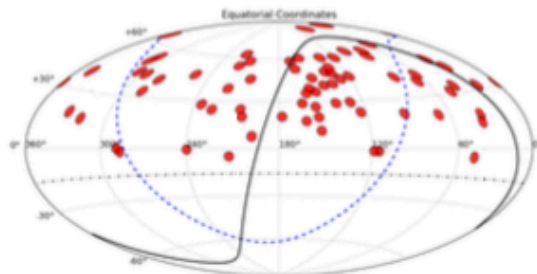
3000 km²

> 1600 detectores

4 telescopios de Fluorescencia



DIRECCIONES DE LLEGADA de UHECRs DATOS del TA

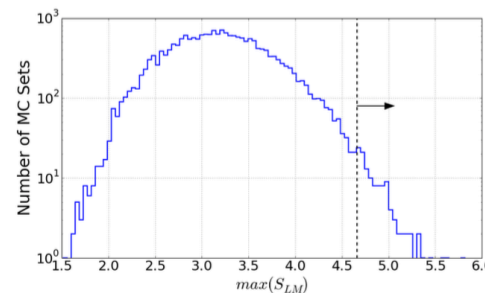
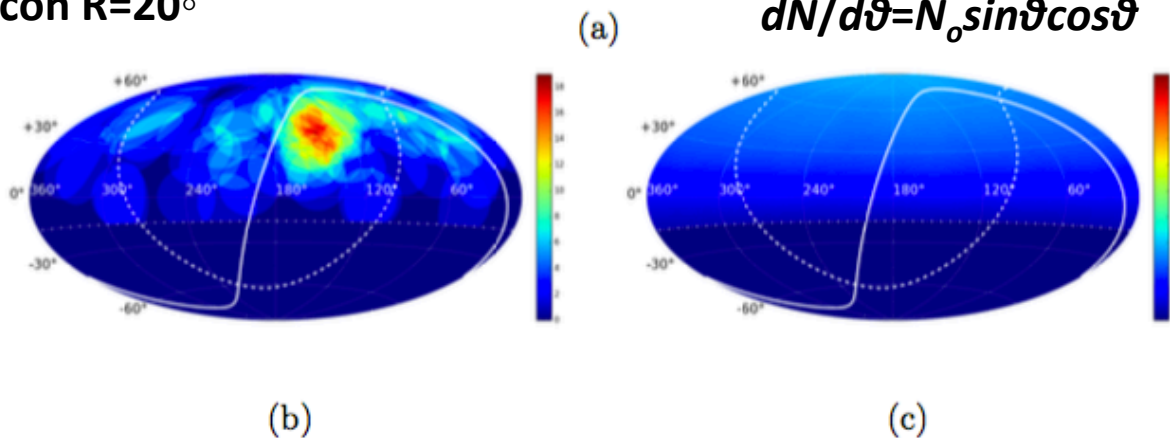


72 eventos con
 $E > 57 \text{ EeV}$
Angulo Zenital $< 55^\circ$

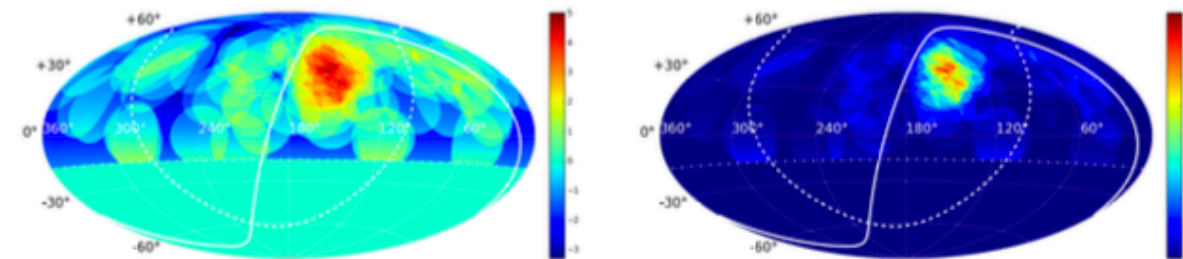
Sobremuestreo
con $R=20^\circ$

Ruido Isotrópico
 $dN/d\vartheta = N_0 \sin\vartheta \cos\vartheta$

USO DE HPC



$3.7 \times 10^{-4} (3.4\sigma)$.



R. U. Abbasi et al.
[Telescope Array
Collaboration],
Astrophys. J. Lett.
790, L21 (2014)

$$S_{LM} = \left[2N_{on} \ln \left(\frac{(1+1/\alpha)N_{on}}{N_{on} + N_{off}} \right) + 2N_{off} \ln \left(\frac{(1+\alpha)N_{off}}{N_{on} + N_{off}} \right) \right]^{1/2} \quad (1)$$

$$P_{value} = P_{Poisson}(X \geq N_{on})$$

$$P_{value} = 1 - CDF_{Poisson}(\mu = \alpha N_{off}, X = N_{on} - 1)$$

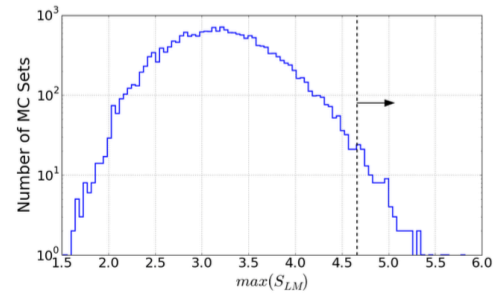
DATOS del Auger

153 eventos verticales
 Con ángulo zenith $< 60^\circ$

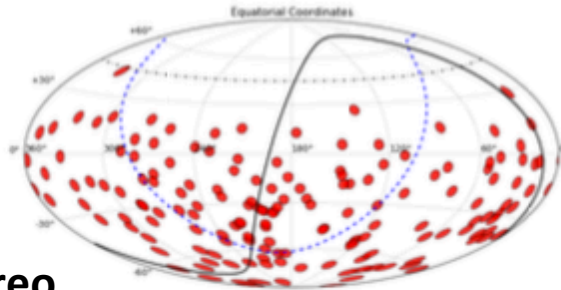
+

47 eventos inclinados
 Con ángulo zenith entre
 60° y 80°

USO DE HPC



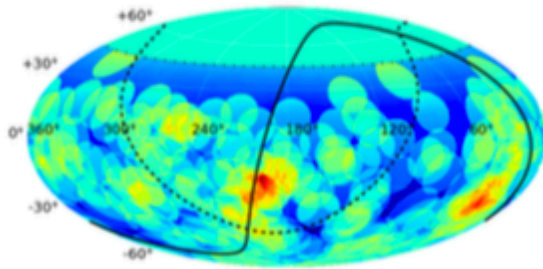
Significancia
 Estadística=5%



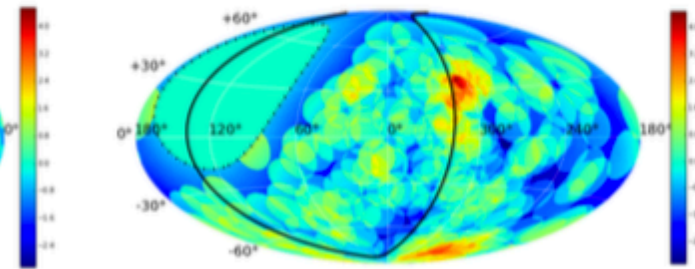
Sobremuestreo
 con $R=12^\circ$

$E > 54 \text{ EeV}$

(e) fifth



(a) first

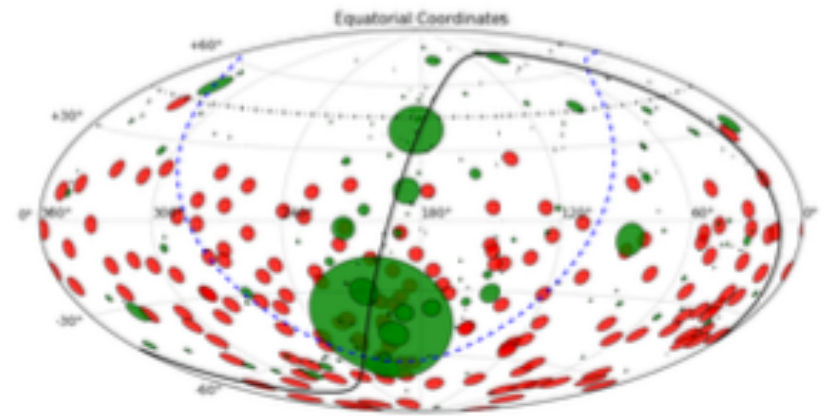
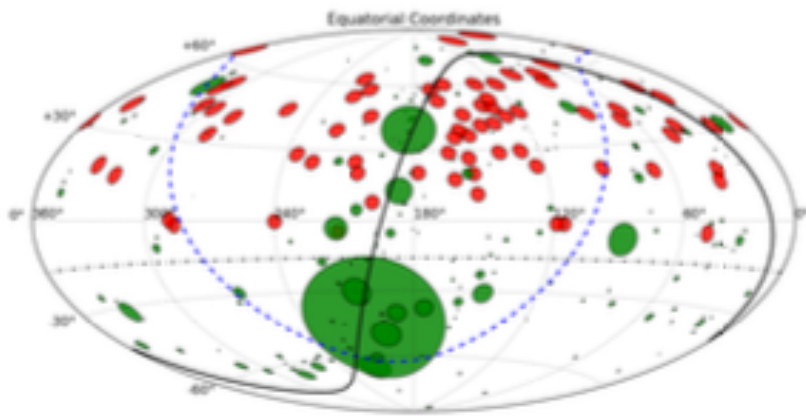


(b) second

$$S_{LM} = \left[2N_{on} \ln \left(\frac{(1 + 1/\alpha)N_{on}}{N_{on} + N_{off}} \right) + 2N_{off} \ln \left(\frac{(1 + \alpha)N_{off}}{N_{on} + N_{off}} \right) \right]^{1/2} \quad (1)$$

Aab et al. [Pierre Auger
 Observatory Collaboration],
 Astrophys.J. 804 (2015) 1, 15

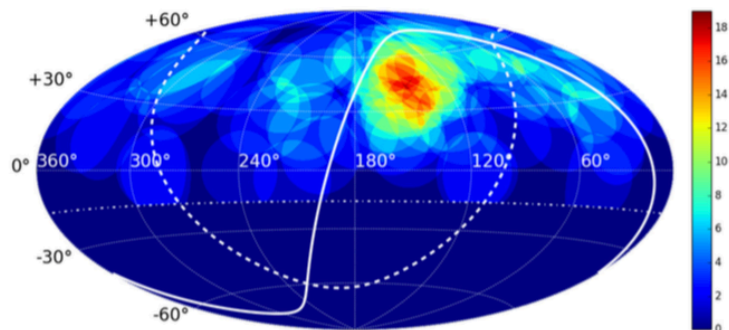
POSIBLES FUENTES



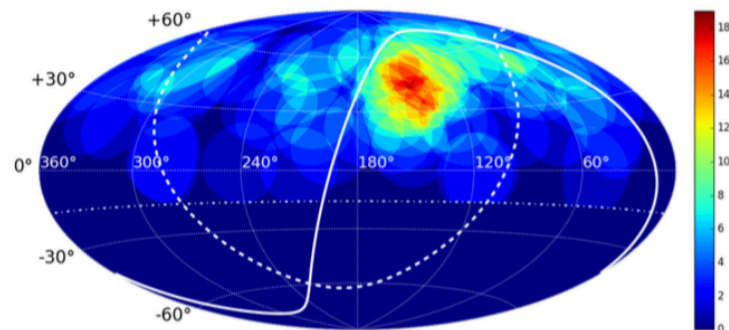
Catálogo Swift-BAT 70 meses de AGN <
100 Mpc

CAMPO MAGNETICO DE LA GALAXIA

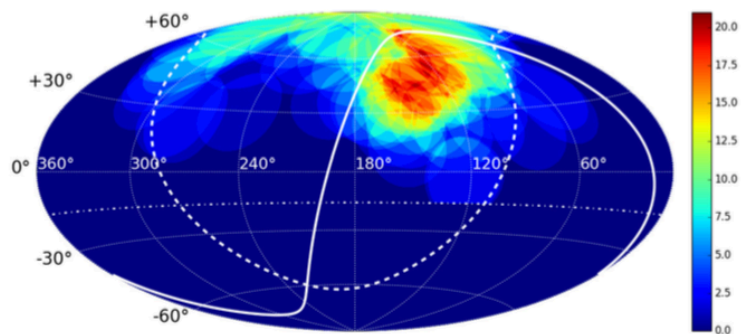
Modelo JF2012



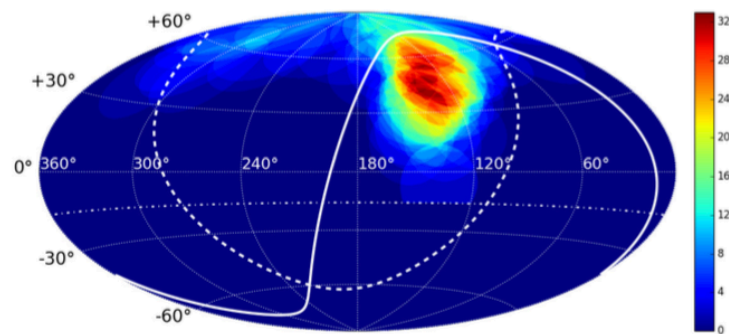
(a)



(b)



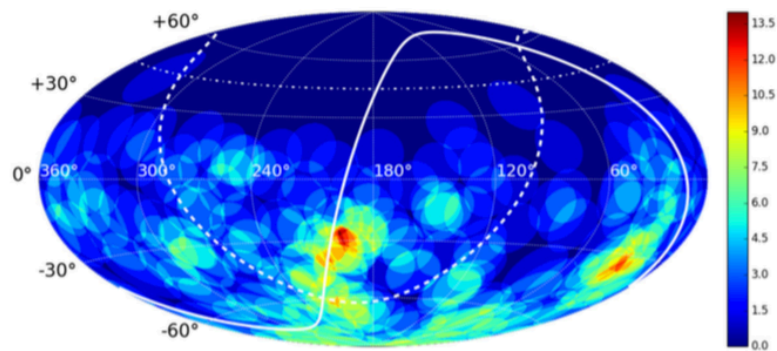
(c)



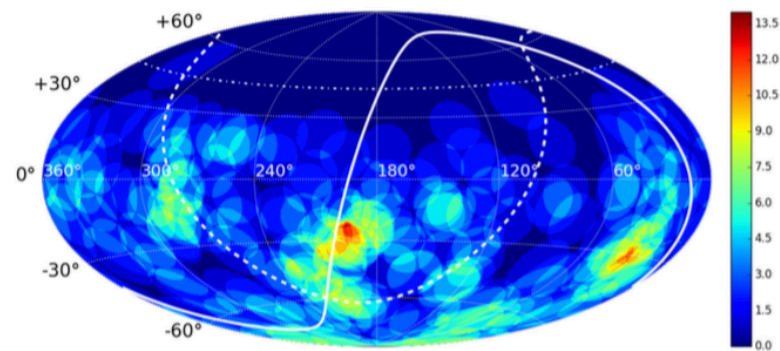
(d)

CAMPO MAGNETICO DE LA GALAXIA

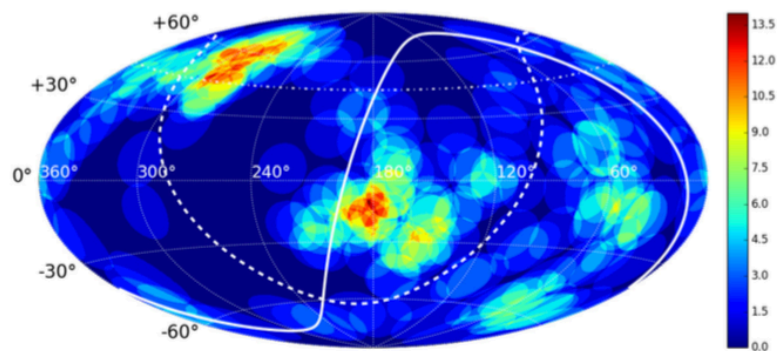
MODELO JF2012



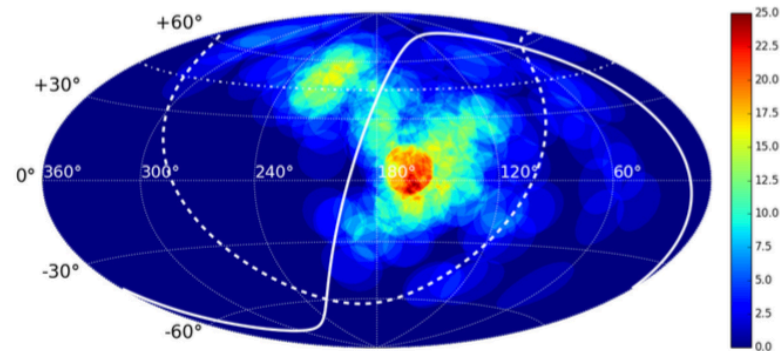
(a)



(b)



(c)



(d)

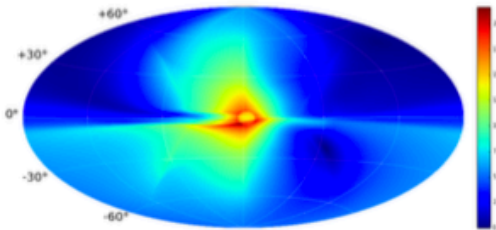
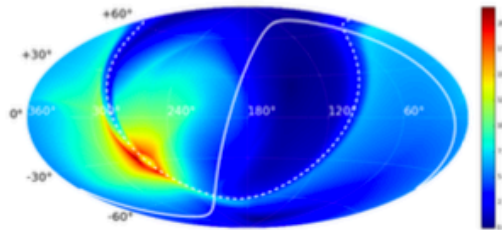
CAMPO MAGNETICO DE LA GALAXIA

Modelo JF2012

Coordenadas
Galácticas

Coordenadas
Ecuatoriales

Protones

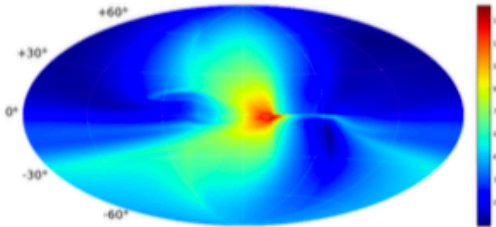
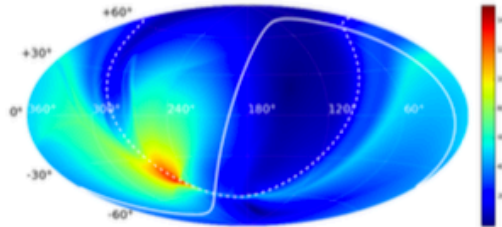


1800X3600
Puntos
Supercómputo

(a) first

(b) second

Núcleos de
Oxígeno

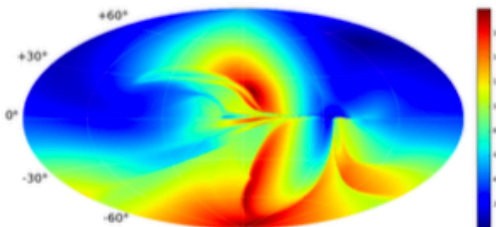
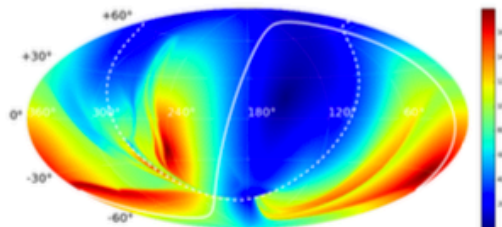


VI School on Cosmic
Rays and Astrophysics
Chiapas 2015

(a) first

(b) second

Núcleos de
Hierro



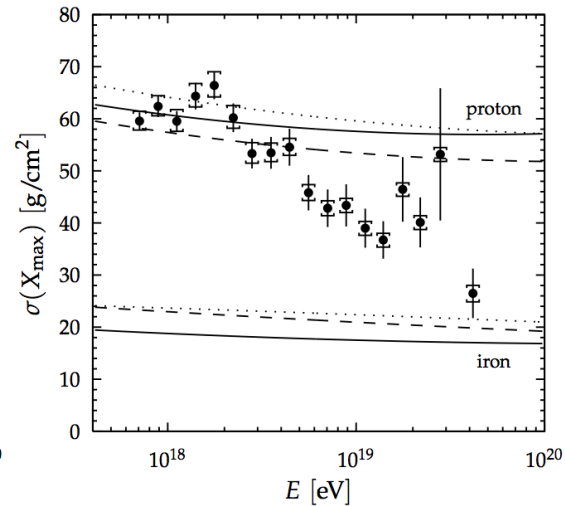
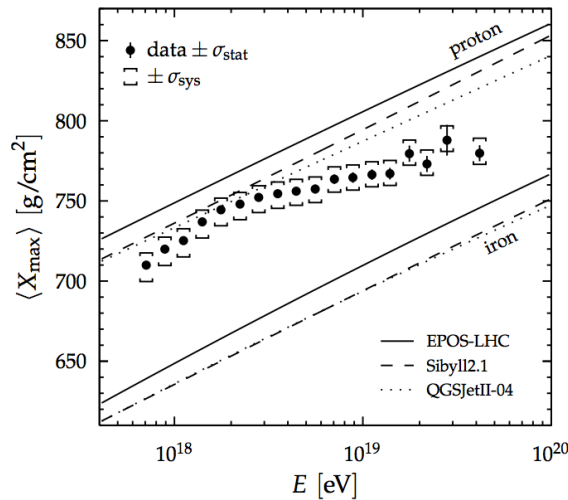
Código Libre
Hacer + Talleres
Para enseñar
El uso de
herramientas

(c) third

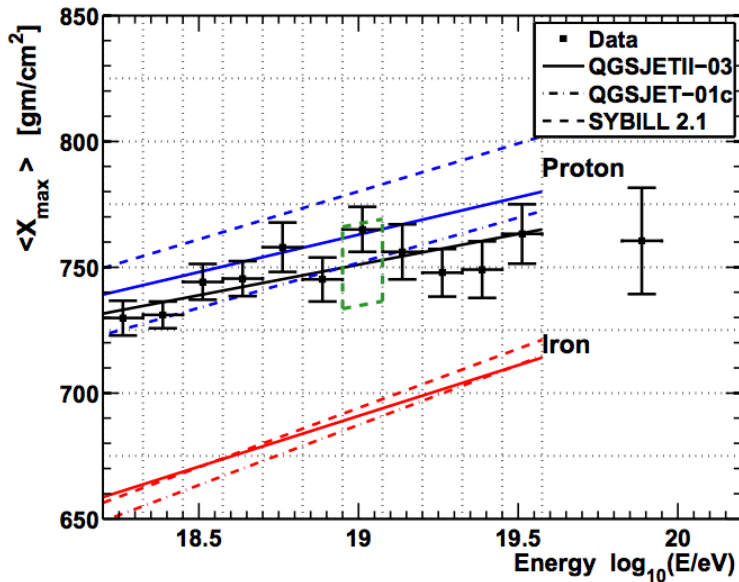
(d) fourth

COMPOSICION

Colaboración entre Auger y TA



A. Aab et al. (Pierre Auger Collaboration)
 Phys. Rev. D 90, 122005 –
 Published 31 December 2014

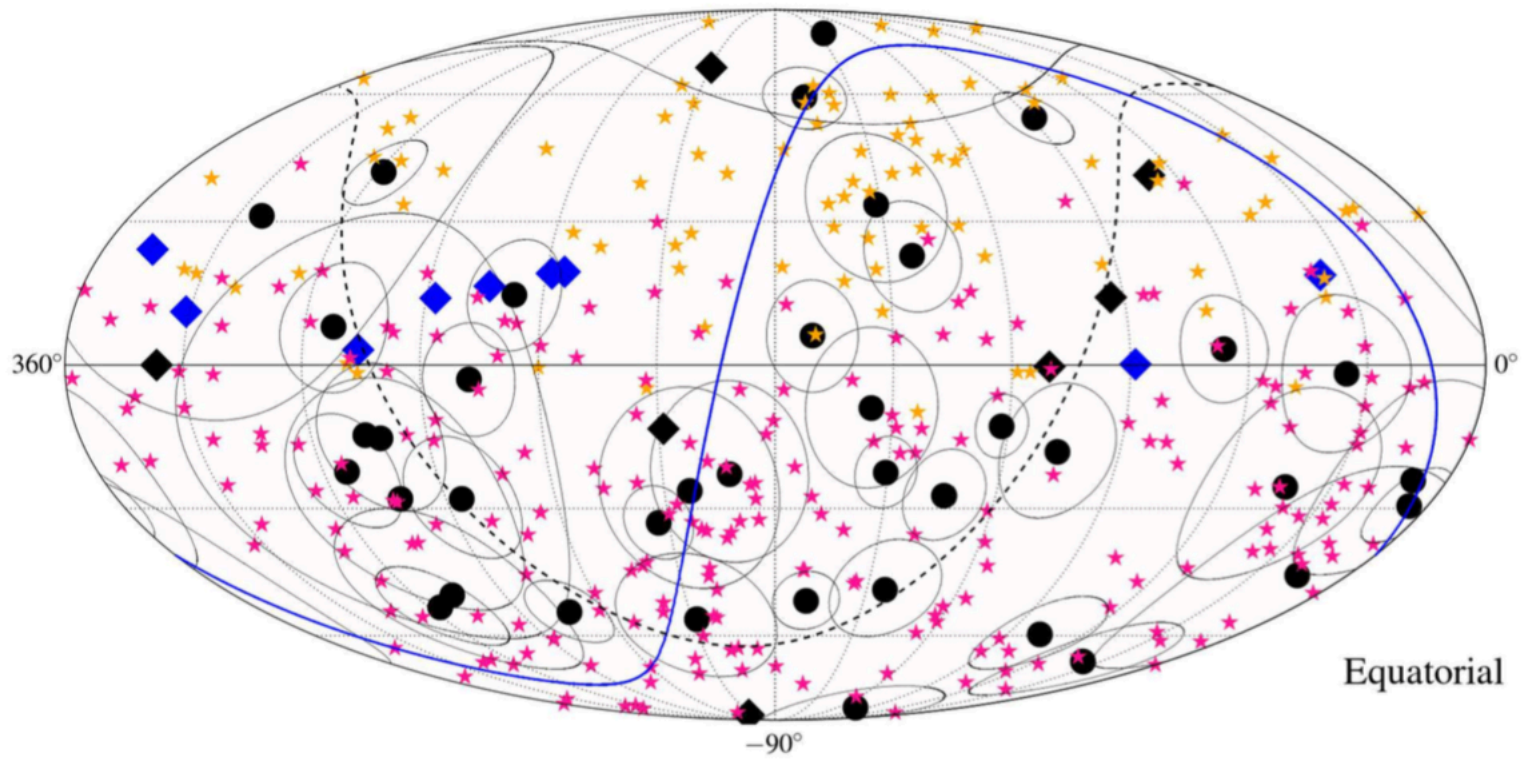


R.U. Abbasi et al. [The Telescope Array
 Collaboration], Astropart. Phys. 64 (2014) 49.

Colaboración entre Auger, TA, Hess y IceCube

318 UHECR Uger y TA

Correlación con neutrinos de IceCube $< 3.3\sigma$



AugerPrime

Detectores de Centelleo en la Superficie
Para mejorar la composición



Propuesta
Inicial hecha
Por Argentina
y México

Primer
Detector
El 15 de
Septiembre
2016

El observatorio HAWC

- Observatorio de rayos gamma (0.1-100 TeV) con gran campo de visión (2sr) y operación continua (>90% del tiempo)
- Completado y en operación al 100% desde marzo de 2015.
- Realiza relevamientos de dos terceras partes del cielo con la profundidad suficiente para detectar la Nebulosa del Cangrejo en un día; ha alcanzado por debajo de 5% del Cangrejo en 500 días.

Instituciones Mexicanas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
(BUAP)

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
(CINVESTAV)

Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y
Electrónica (INAOE)

Centro de Investigación en Computación,
Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN)

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería
y Tecnologías Avanzadas, Instituto Politécnico
Nacional (UPIITA-IPN)

Universidad de Guadalajara

Universidad Autónoma de Chiapas

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Astronomía, Universidad Nacional
Autónoma de México (IA-UNAM)

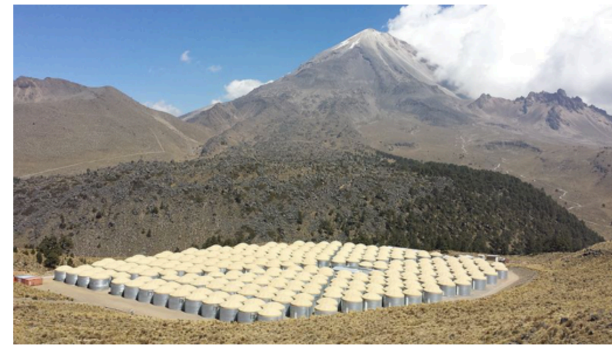
Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad
Nacional Autónoma de México (ICN-UNAM)

Instituto de Física, Universidad Nacional
Autónoma de México (IF-UNAM)

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional
Autónoma de México (IGeof-UNAM)

Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo (UMSNH)

Universidad Politécnica de Pachuca



Principales resultados (I)

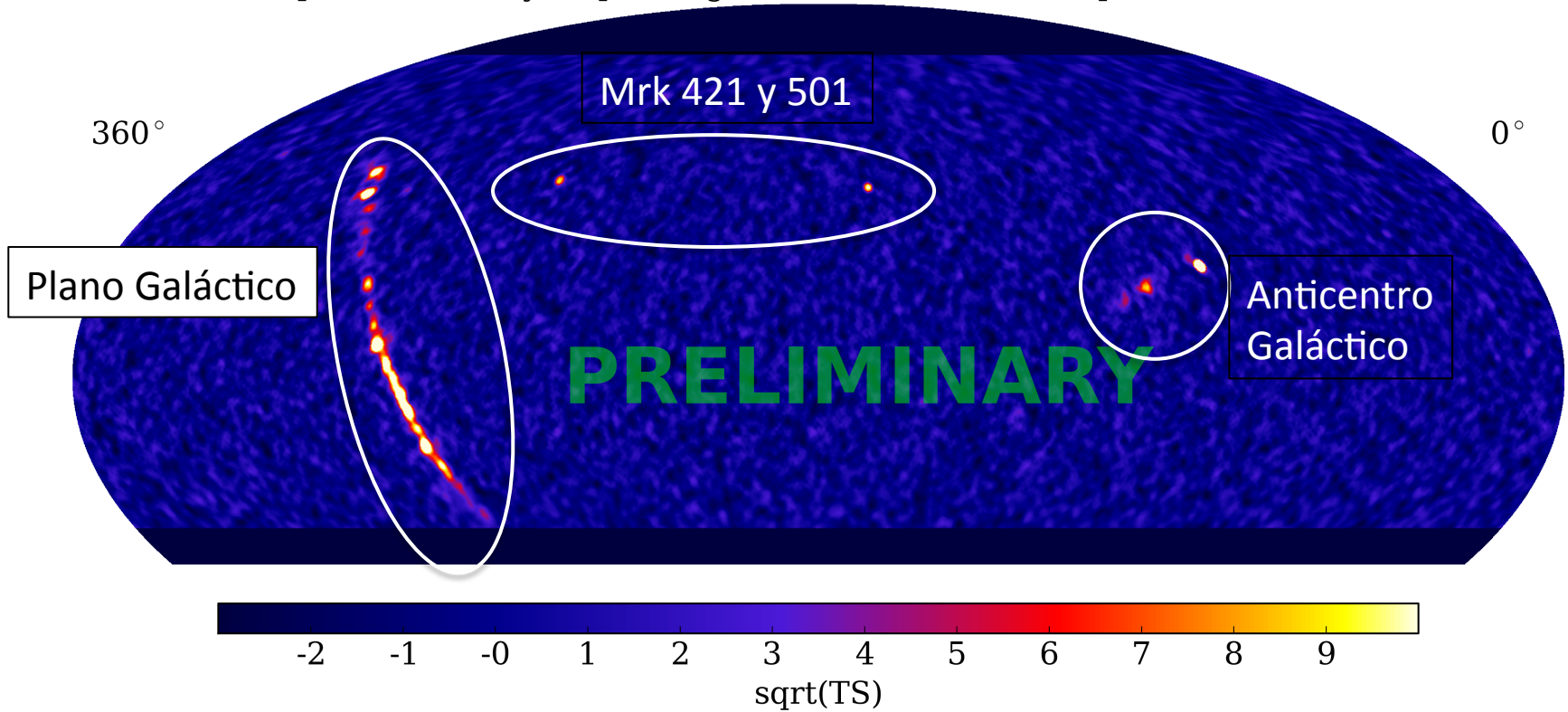
- Confirmado la anisotropía en las direcciones de arribo de rayos cósmicos con energías por encima de 1 TeV.
- La detección la Nebulosa del Cangrejo a un nivel de 100σ , hasta energías por encima de 60 TeV, y su uso en la caracterización de la respuesta del instrumento.
- Detección de emisión extendida relacionada a Geminga y el remanente de Monoceros.
- Detección y monitoreo diario de las galaxias activas Mrk 421 y Mrk 501.

Principales resultados (II)

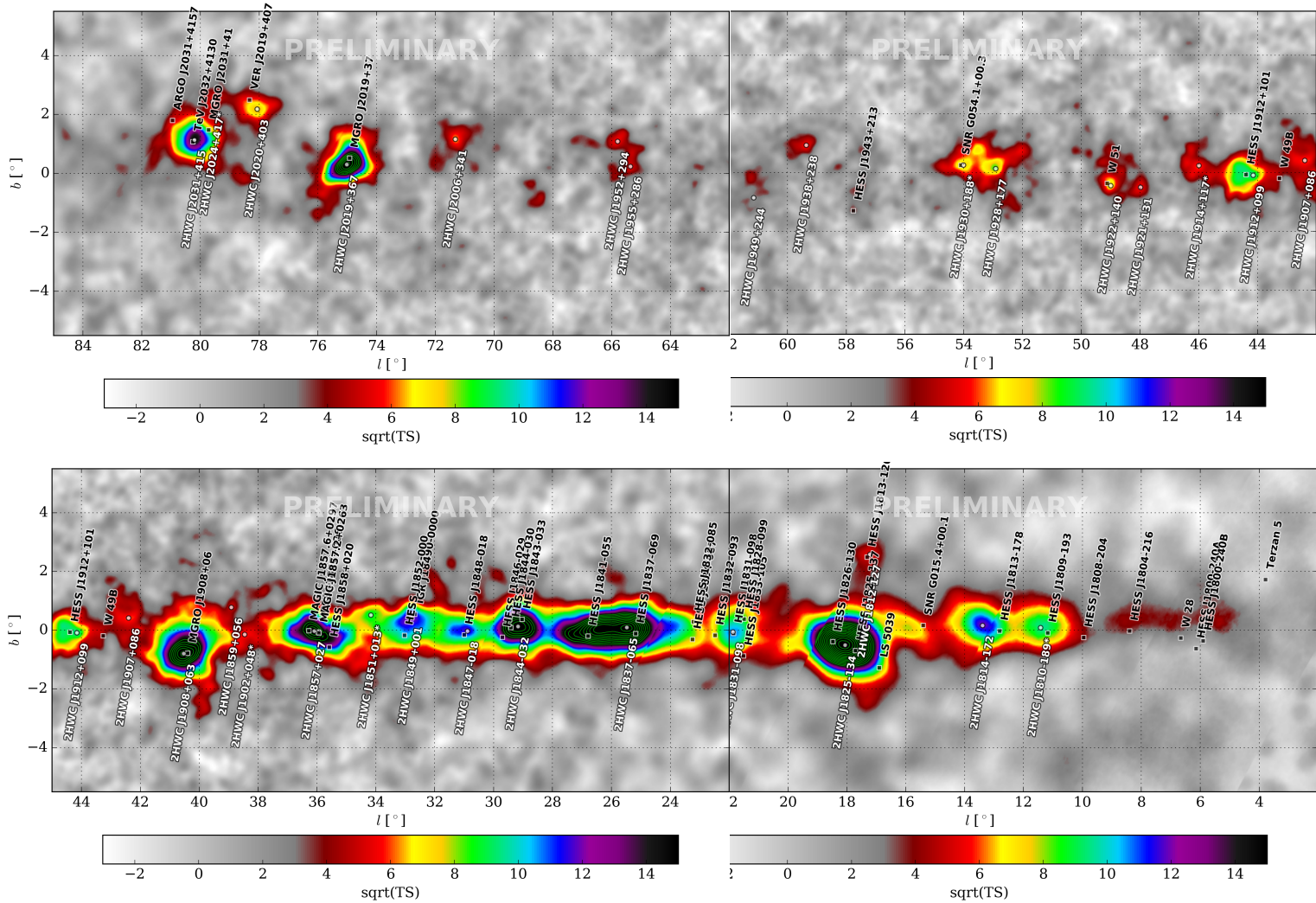
- La detección de más de 40 fuentes en el Plano Galáctico, de las cuales la cuarta parte no había sido detectadas antes.
- Límites en: la emisión TeV de estallidos de rayos gamma (GRBs); emisión gamma debida a materia oscura; evaporación de hoyos negros primordiales por radiación de Hawking; la emisión de rayos gamma relacionada con neutrinos astrofísicos y el eventos gravitacional GW 151226.

Mapa del cielo con 17 meses de datos de HAWC

Equatorial all sky map, 1 degrees extended search, spectral index -2.0



HAWC Galactic Plane





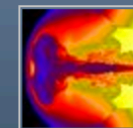
The Latin American Giant Observatory (LAGO)



GAMMA RAY BURSTS

The most violent events in the Universe

Gamma Ray Bursts are incredibly violent and short events, shining like a billion galaxies for just a fraction of a second. Learn more about them...



GRB

Gamma Ray Bursts, the most violent events in the Universe (+)



SOLAR

Understanding the solar activity and its impact on Cosmic Rays (+)



WCD

Water Cherenkov Detectors: an ideal Cosmic Ray Detector (+)

Laboratorio de Física Cósmica Chacaltaya

LAGO @ Bolivia, the oldest high mountain laboratory.



5300 msnm



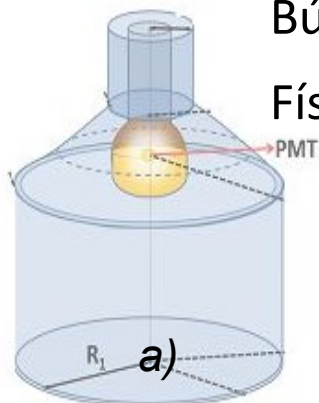
LAGO-Mex 4550 msnm

- Argentina: S. Dasso
- Bolivia: H. Rivera
- Brasil: D. Cogollo
- Colombia: L.A. Núñez
- Ecuador: D. Cazar
- Guatemala: E. Cifuentes
- Mexico: H. Salazar
- Peru: L. Otiniano
- Spain: R. Mayo-García
- Venezuela: J.A. López



LAGO (Latin American Giant Observatory)

Red integrada de detección de rayos gamma
($E \sim 100$ GeV) con detectores de luz Cherenkov en agua (WCD) localizados a gran altitud (>4500 m AMSL)



Búsqueda de GRBs

Física Solar



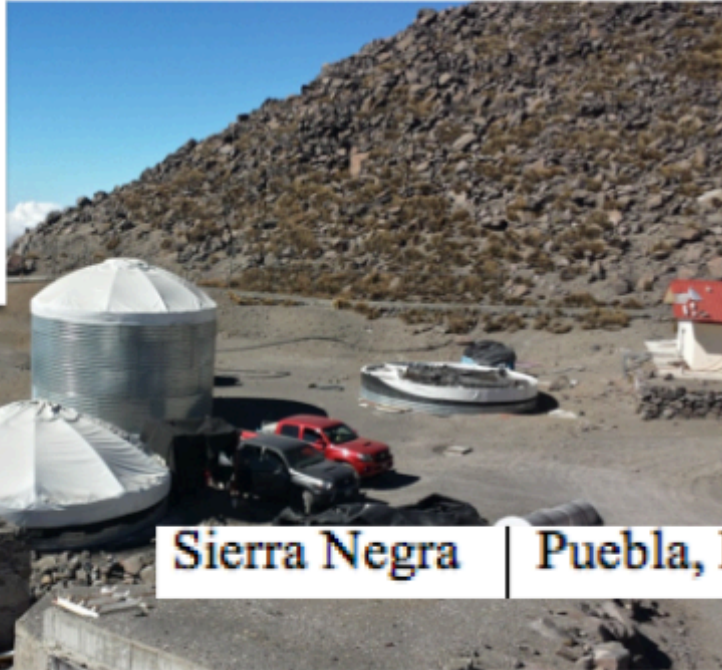
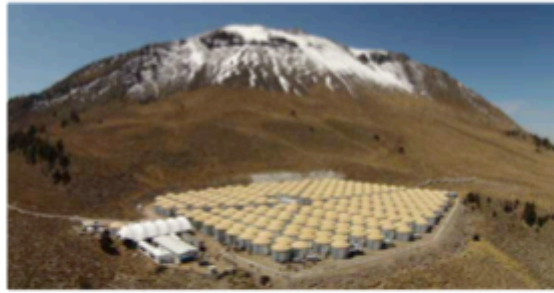
LAGO tanque: a) esquema b) Tanque de Chiapas



Electrónica de LAGO Chiapas: a) CAEN b) PMT Photonis 9"



Arreglo Experimental



Diámetro de 7.3 m.

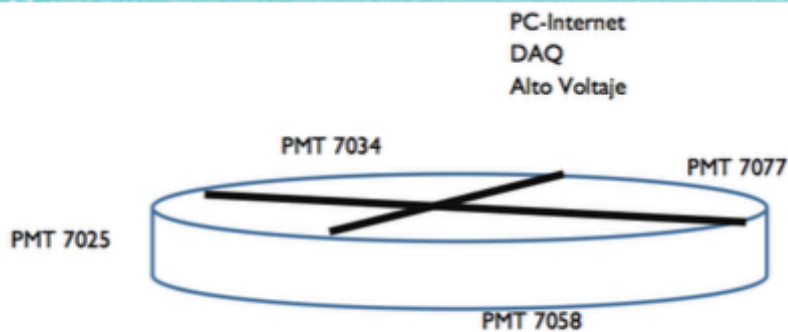
*Altura de 1.15 m para
los 3 bajos
4.5 m para el central*

*Separación de los tanques
externos es de 30 m*

Sierra Negra

Puebla, México

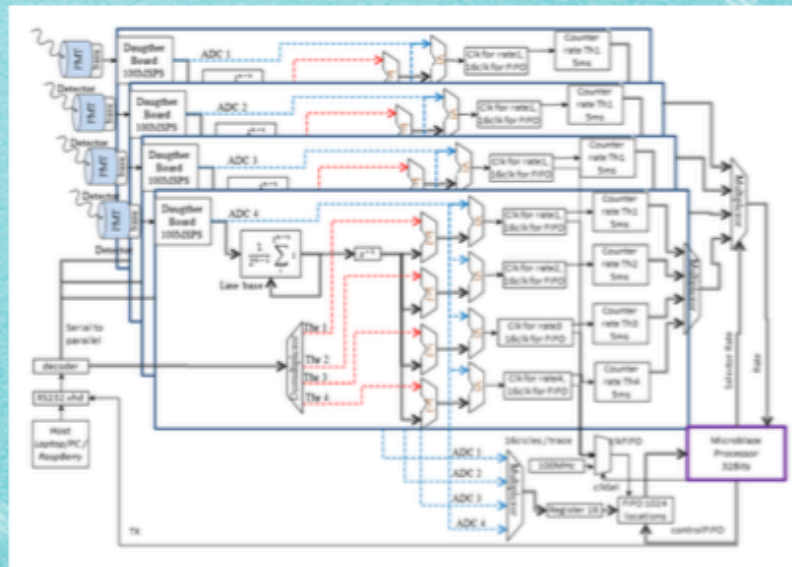
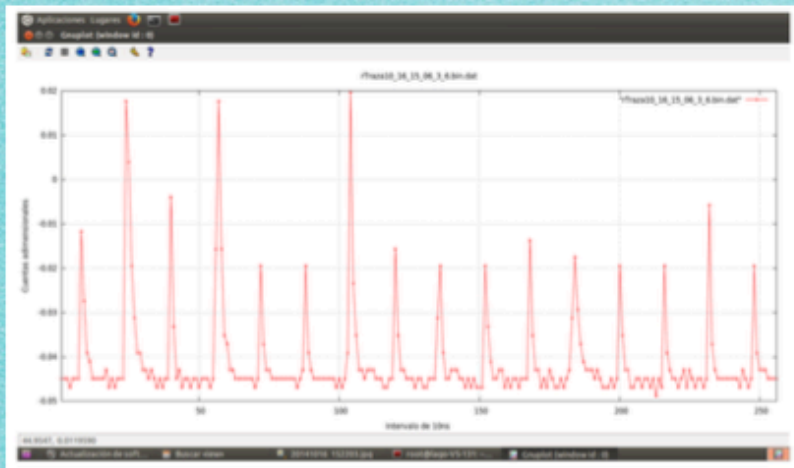
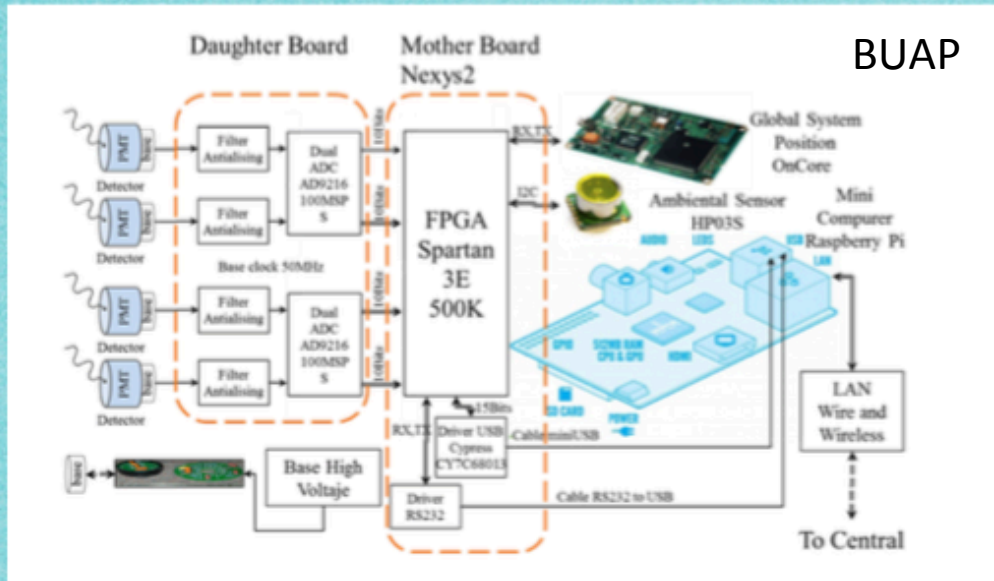
4,550



**4 Fotomultiplicadores de 8" en cada
tanque**

Electrónica

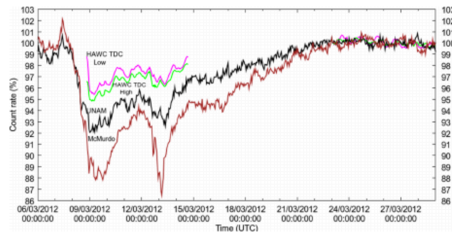
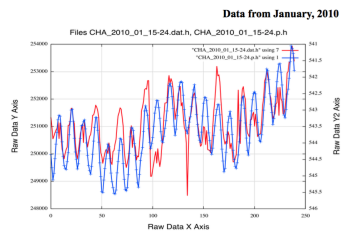
BUAP



Instituciones Mexicanas

Búsqueda de GRBs
Análisis de Eventos
Forbush
Física Solar

- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. México.
- Universidad Autónoma de Chiapas, UNACH.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Universidad Politécnica de Pachuca. México.

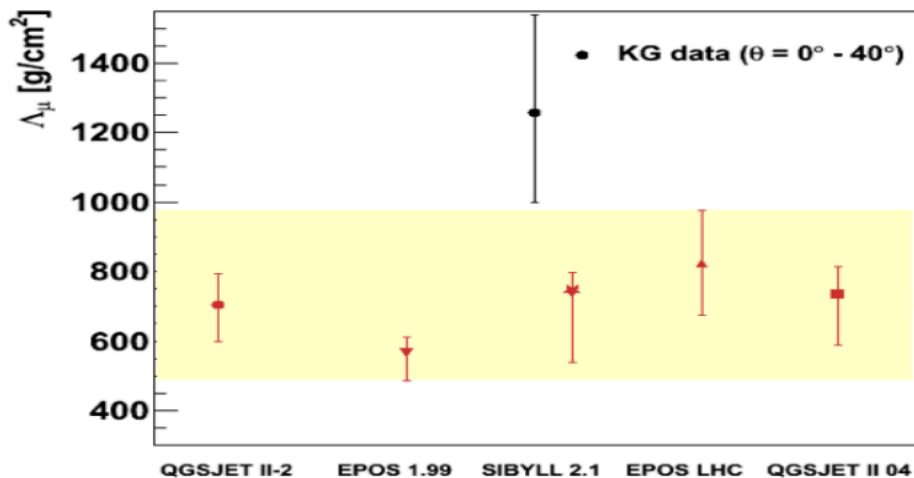


The KASCADE-Grande detector

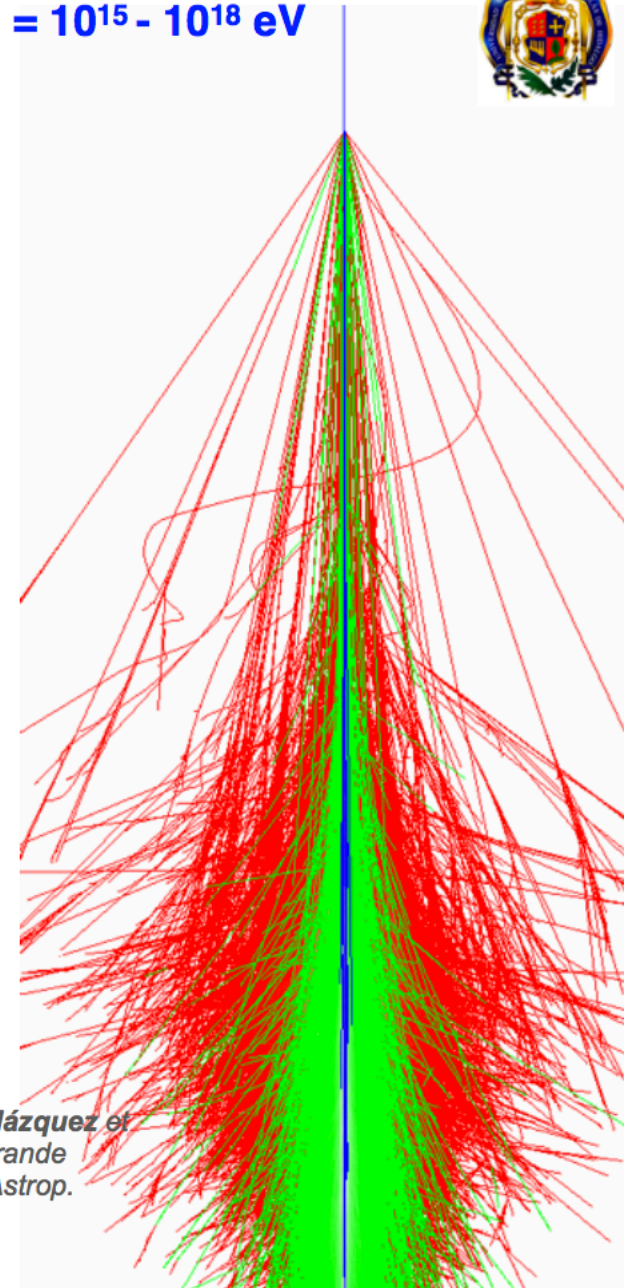


Test of high-energy hadronic interaction models using muon data from **cosmic-ray air showers**

N_μ attenuation length: $N_\mu = N_{\mu,0} \exp[-X_0 \sec(\theta)/\Lambda_\mu]$



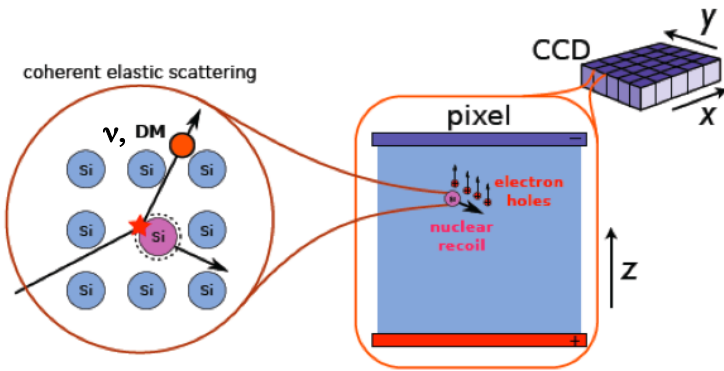
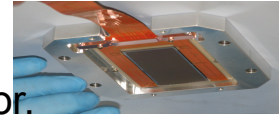
$E = 10^{15} - 10^{18} \text{ eV}$



J.C. Arteaga-Velázquez et al. (KASCADE-Grande Collab.), sent to Astrop. Phys.

DAMIC: (**DA**rk **M**atter **I**n **CCD**'s)
Instalado en SNOLAB, Canadá (2 km bajo tierra)

CONNIE: (**CO**herent **N**eutrino **N**ucleus **I**nteraction **E**xperiment)
Medición de la DECNN con anti- ν de un reactor.
Instalado en la Central Nuclear de Angra, Brasil
(en la superficie)



Utilizan dispositivos CCD de calidad científica, alta resistividad y gran masa (espesor $\sim 675 \mu\text{m}$) como detectores de ionización con bajo ruido ($\sim 2 e^-$) y bajo umbral ($\sim 40 \text{ eV}$).
CCD son usadas en cámaras digitales para mapear el cielo con gran precisión (DES, DESI).

CONNIE



Estatus

DAMIC:

- Instalado en SNOLAB en Dic 2012.
- Serie de mejoras (2012-2015) han reducido el ruido de fondo en aprox. x100
- Primer resultado con exp. de 0.6 kg·día (Phys. Rev. D 94, 082006, 2016) excluye parte de la región permitida por CDMSII-Si con el mismo blanco (Si).
- Pruebas de integración para detector de 100 g en proceso en Fermilab.
- DAMIC100 comenzará a tomar datos en 2017. [?]

Espera poner límites restrictivos con blanco de Si a materia oscura con masas menores a $\sim 5 \text{ GeV}/c^2$

CONNIE:

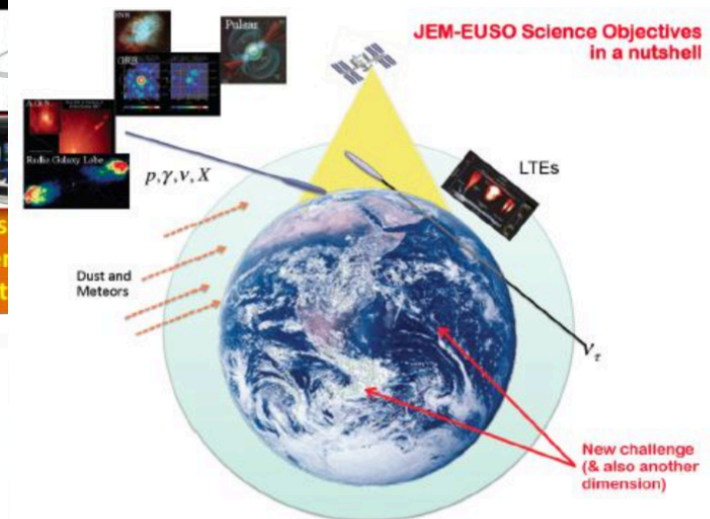
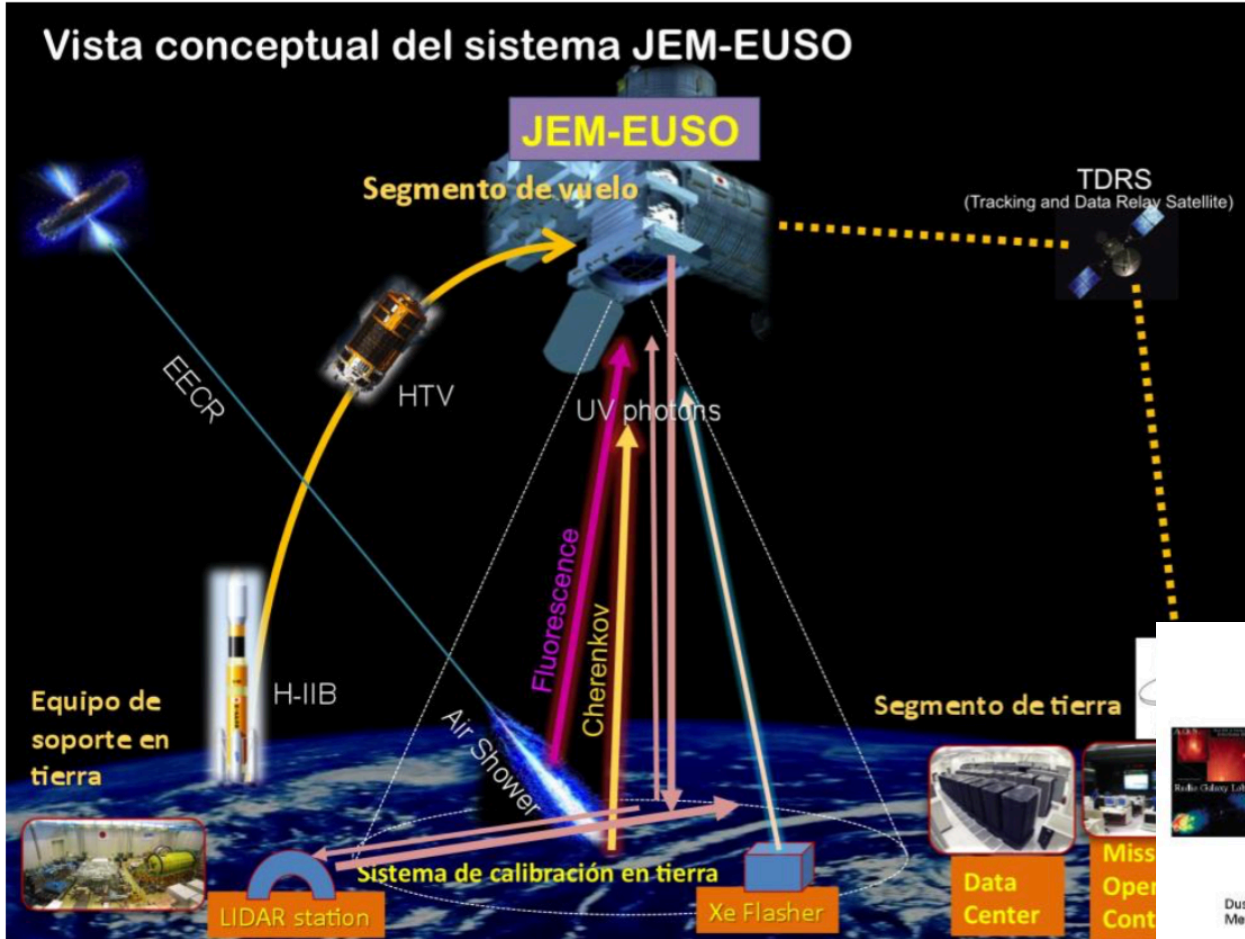
- Detector de 80 g Instalado en Planta Nuclear de Angra, Brasil en Jul 2016.
- Resultados de corrida de ingeniería en 2015 demostró factibilidad del exp. (JINST 11, 07, P07024, 2016).
- Toma de datos durante 2016-2017.

Espera ser el primero en observar la dispersión elástica coherente de neutrinos con núcleos.

JEM-EUSO

UNAM, BUAP

Vista conceptual del sistema JEM-EUSO



Tomado de
Una Nueva Astrofísica
G. Medina-Tanco

Build an operate the
1st space observatory
for ultra-high energy
cosmic rays at several
Mkm² of effective area

Prototypes:

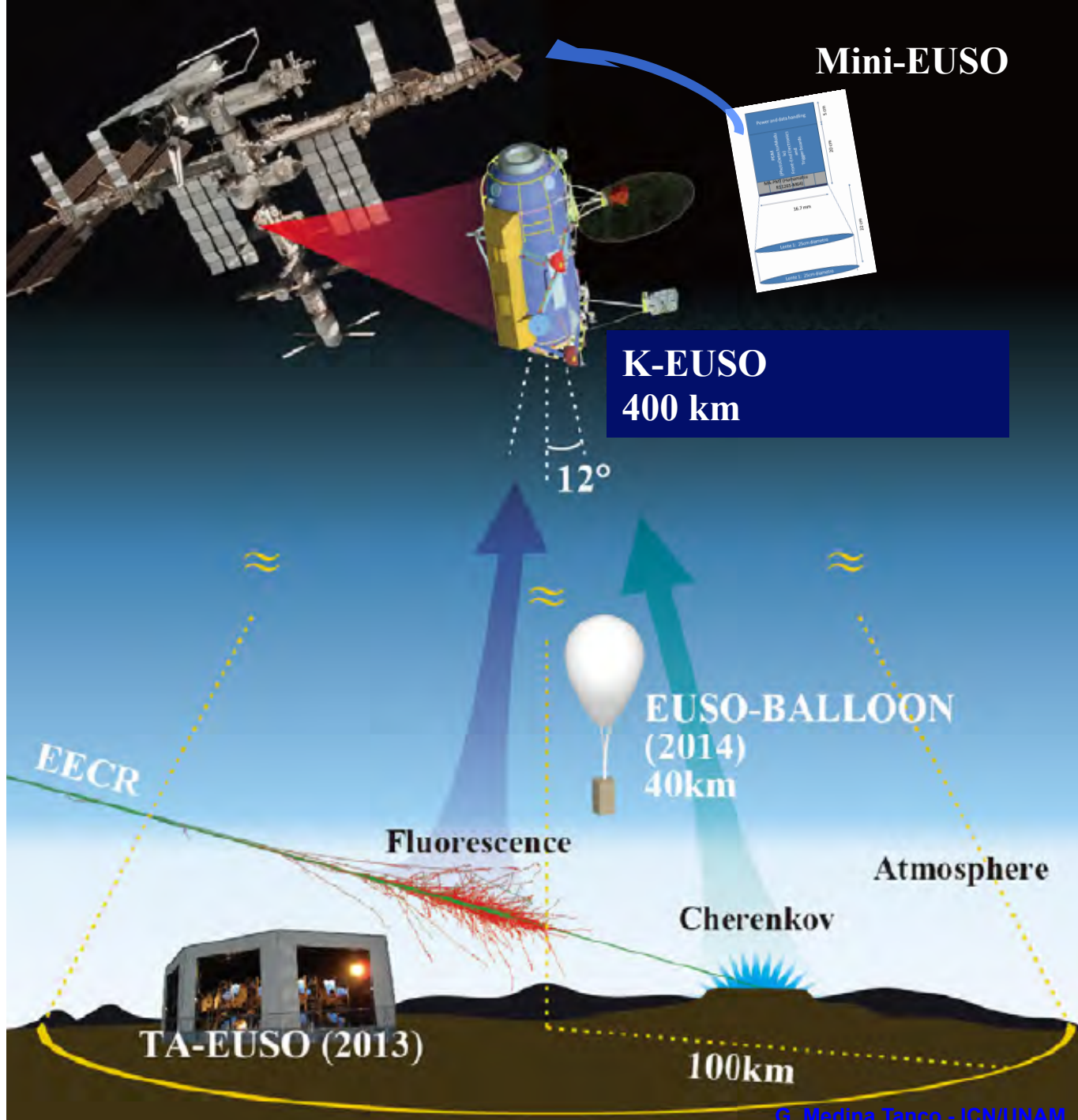
- 1) EUSO-TA
- 2) EUSO-Balloon
- 3) EUSO-SPB
- 4) Mini-EUSO

**1st competitive UHECR
instrument**

4) K-EUSO at ISS
(already aproved by
ROSCOSMOS & JAXA)

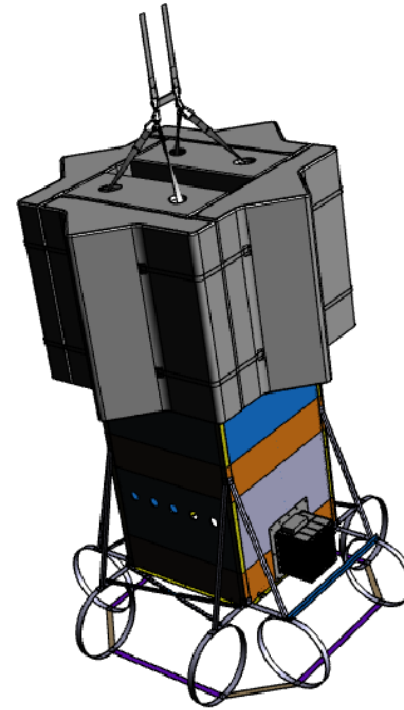
Final objective:

5) Large EUSO telescope



Mexican Contributions to CNES Balloon prototype

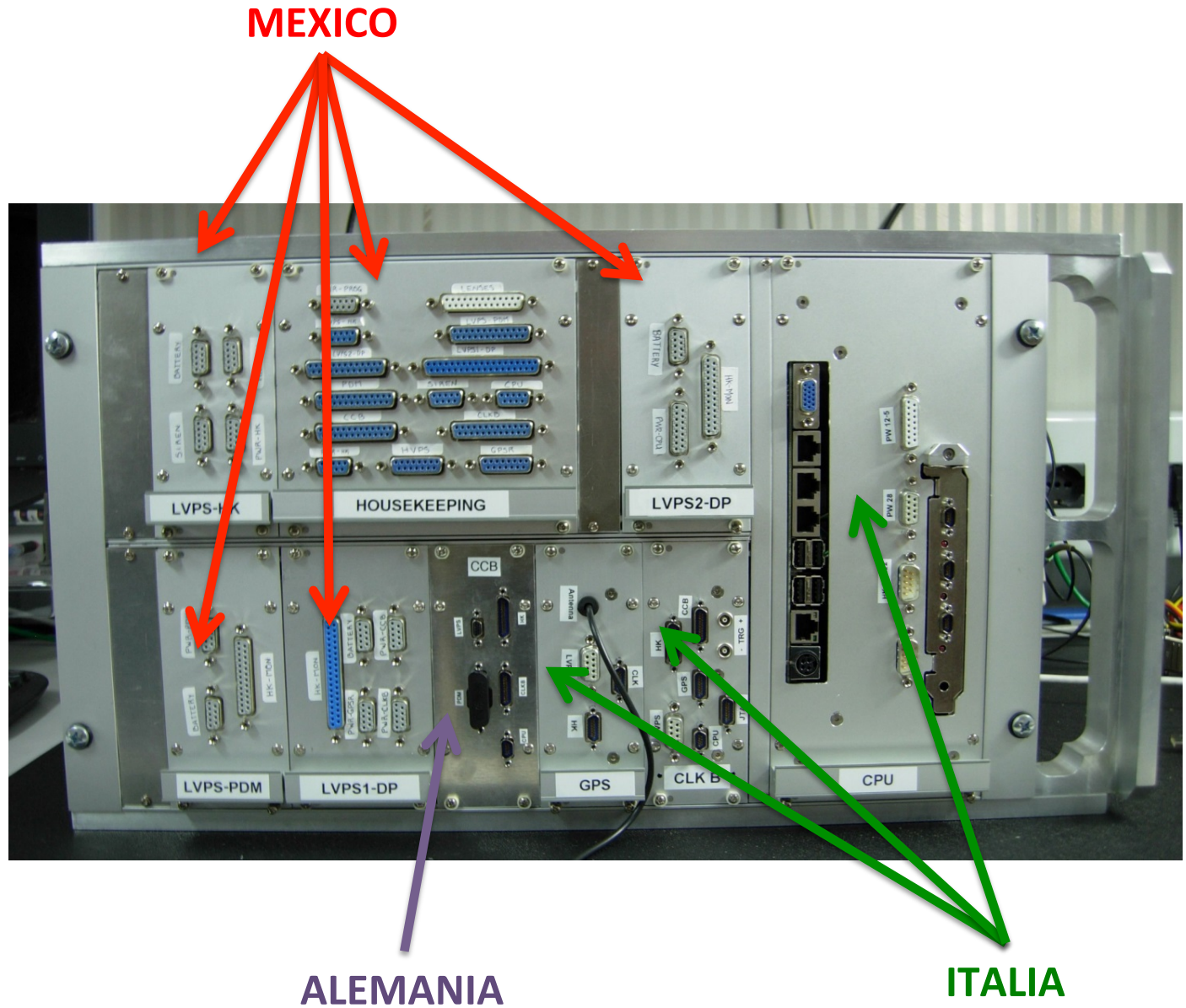
- Monitoring system (HK: housekeeping)
- Low voltage power supply system (LVPS)
- Thermal Architecture (TA)
- Science performance budget



altitude= 40 km
m=450 kg
D=1m
H=4m
FOV= +/-8 deg
UV

Coordination & flight: CNES
Instrument: France, Germany, Italy,
Japan, Korea, Mexico, Poland,
Spain, USA

Mexican contribution



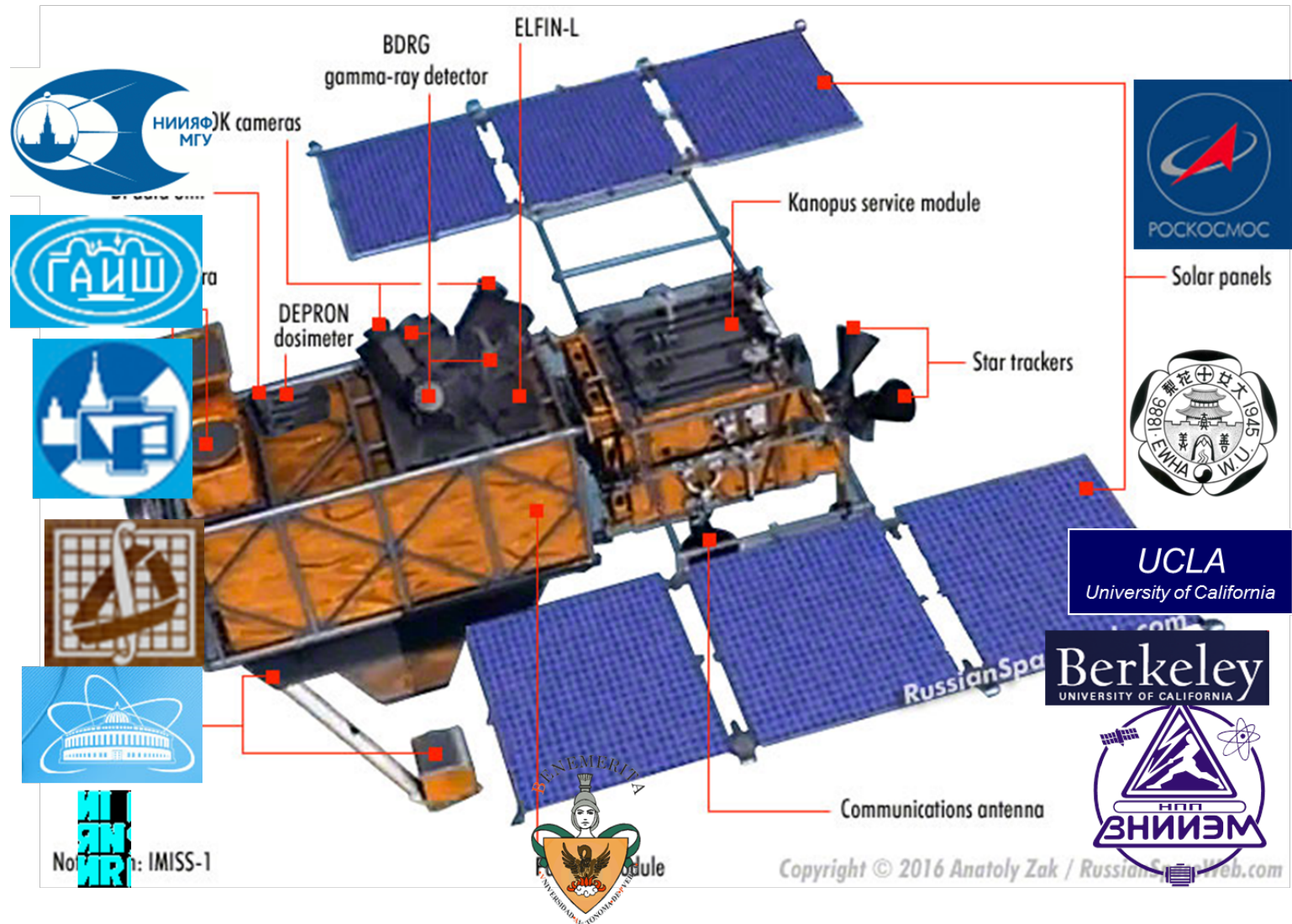
JEM-EUSO: que se gana yendo al espacio?

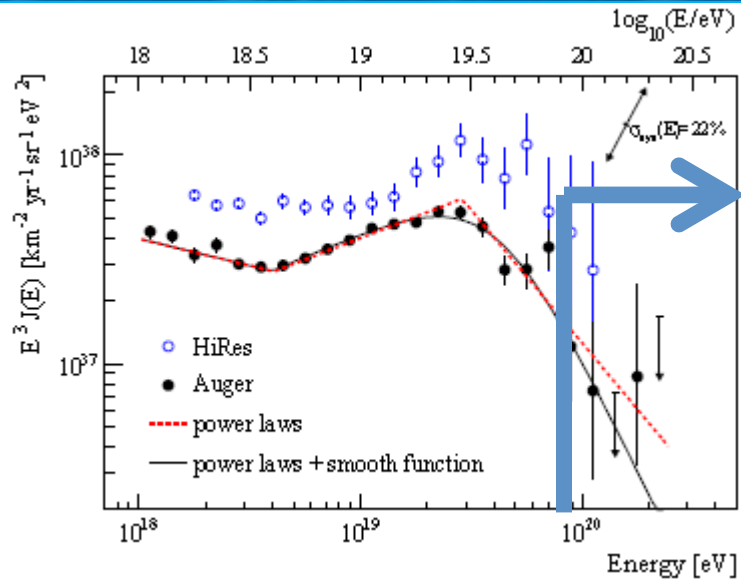
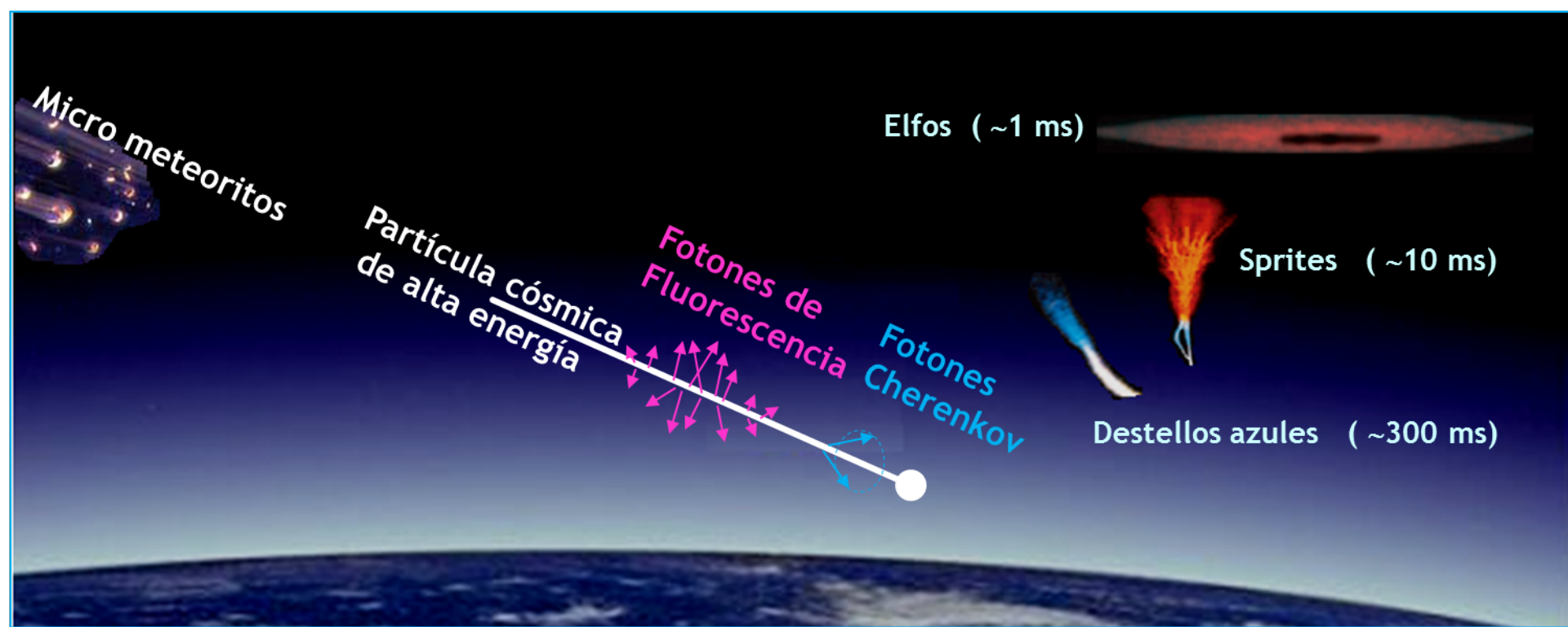


Pruebas en Satélites

BUAP

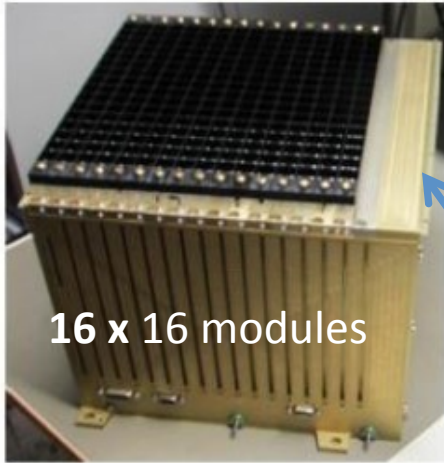
Mikhailo Lomonosov



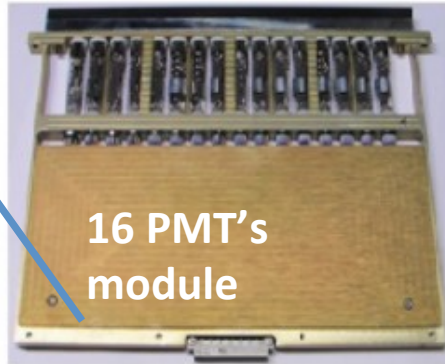


M. Lomonosov Satellite Scientific Goals:

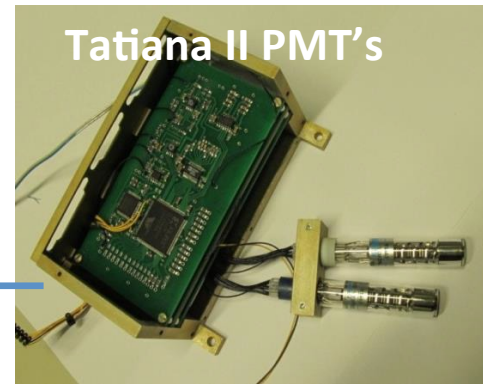
- **Detect extreme energy cosmic rays**
- **Transient luminous events in the atmosphere**
- **Micrometeorites traces**



16 x 16 modules

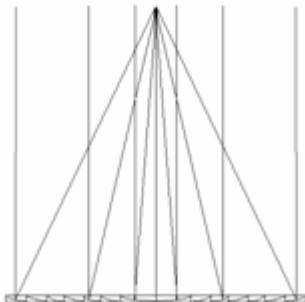
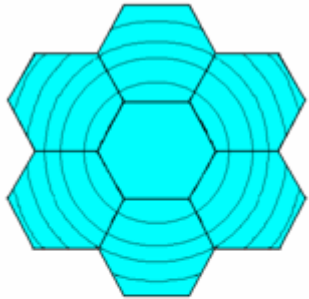


16 PMT's
module



Tatiana II PMT's

TUS (Ultraviolet Tracking Device) is the main instrument.

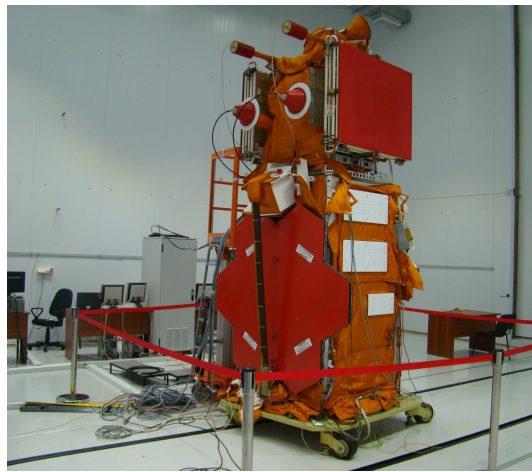
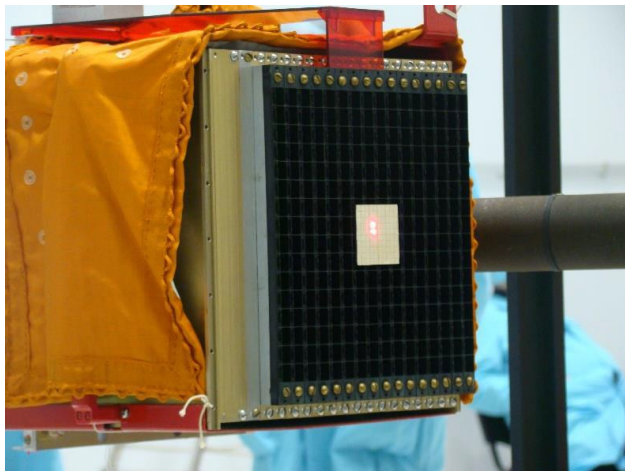


The camera has 256 PMT's

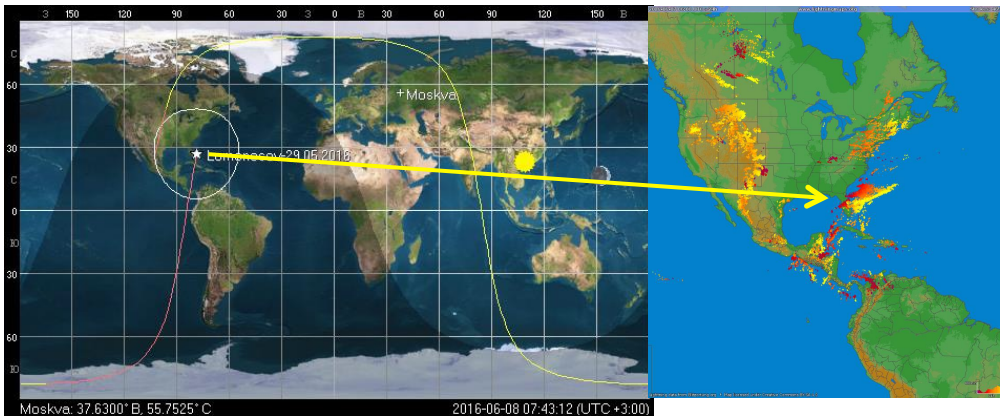
Low Frequency Fresnel Mirror $\sim 2 \text{ m}^2$

FOV 6400 km^2

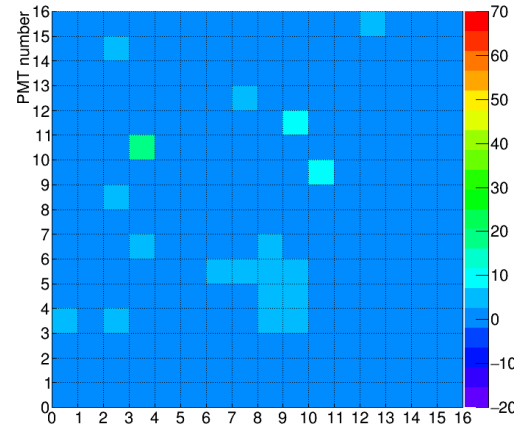
Mass 60 kg



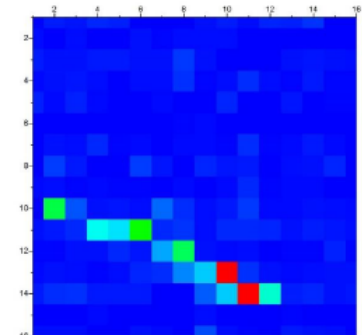
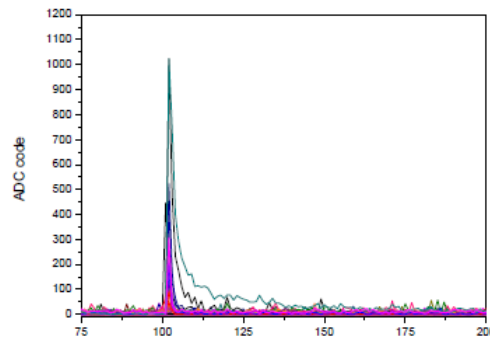
M. Lomonosov was launched from Vostochny Cosmodrome 28th April 2016



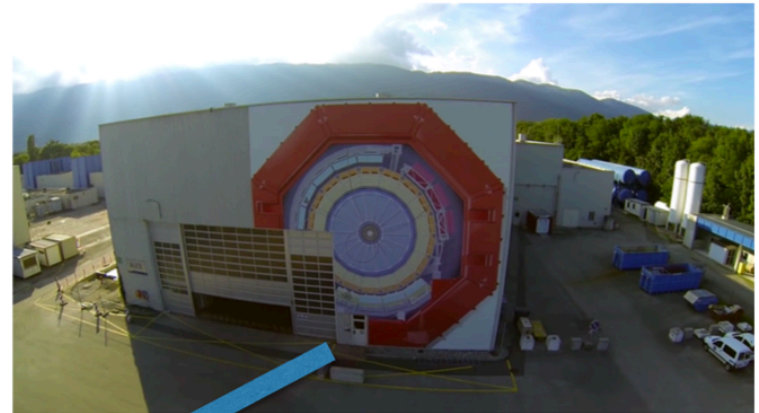
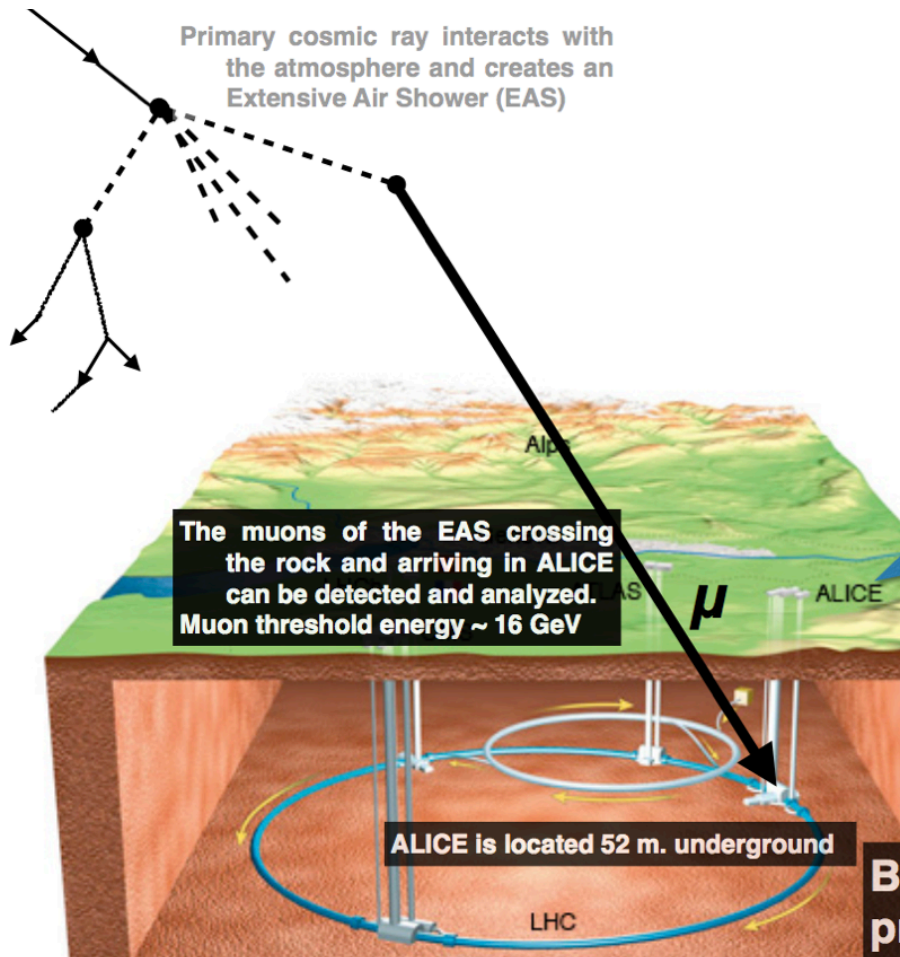
osc_eas-2016/06/08_07:43:12_33



Example of a TLE detected by TUS over Florida and a micrometeorite trace



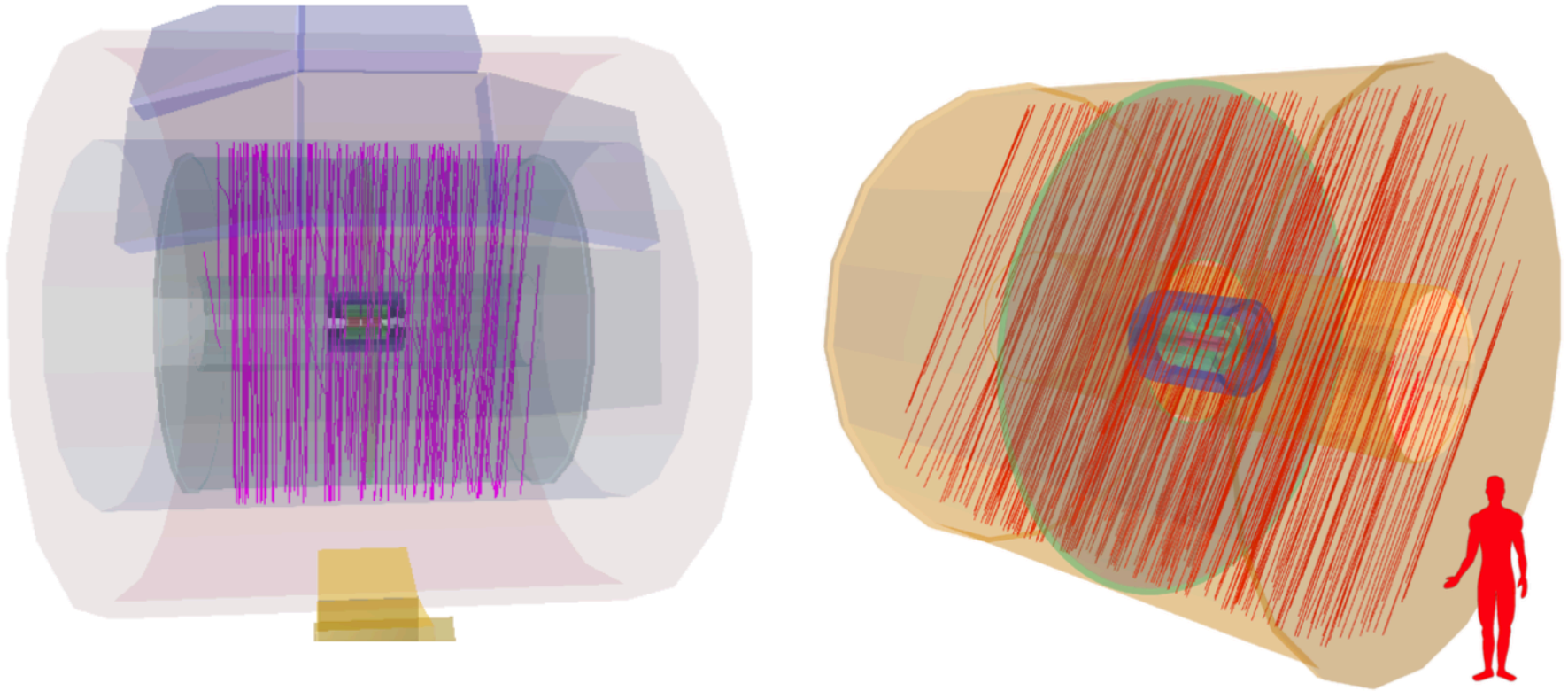
Study of cosmic ray events with high muon multiplicity using the ALICE detector at the CERN Large Hadron Collider



ALICE is designed to the study of strongly interacting matter in ultra-relativistic heavy-ion collisions at the CERN Large Hadron Collider (LHC)

Besides the heavy-ion physics program, ALICE has a dedicated

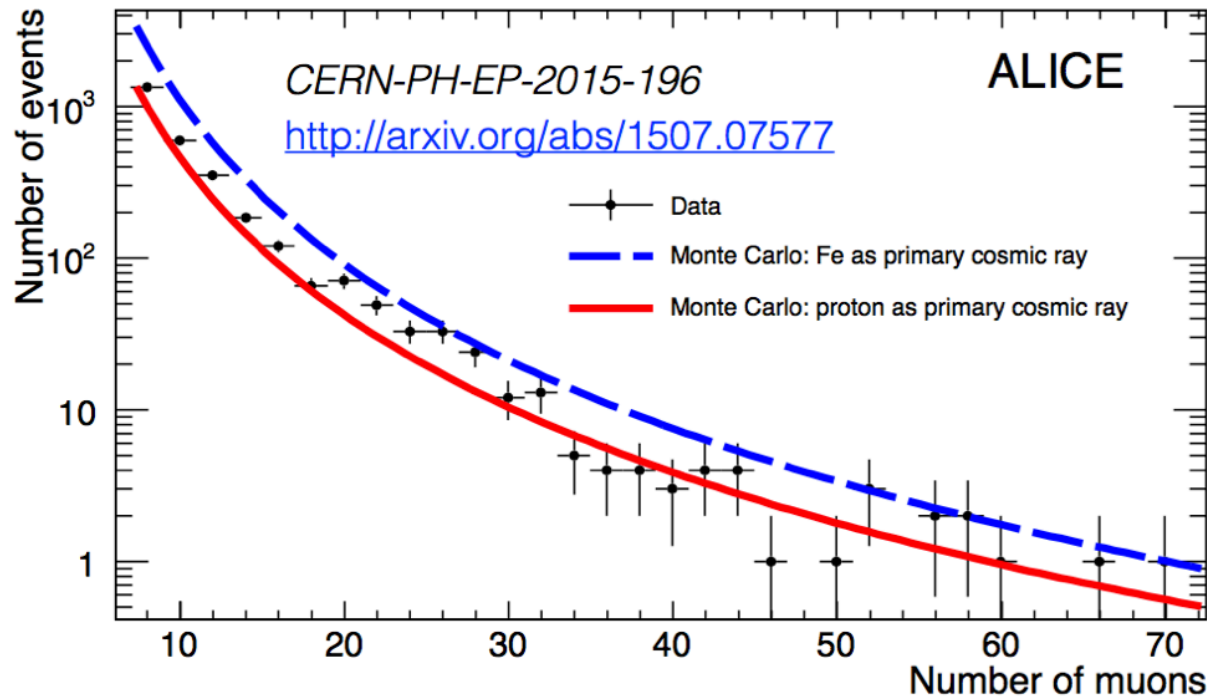
ALICE results on Cosmic Ray Physics



ALICE collected 5 events with more than 100 atmospheric muons during 30.8 days of data taking

ALICE results on Cosmic Ray Physics

To compare the data with MC, the simulated distributions obtained with proton and iron primary cosmic-rays were fitted with a power-law function.



The data approach the proton curve (low multiplicities). High multiplicity data lie closer to the iron curve. This suggests that the average mass of the primary cosmic-ray flux increases with increasing energy.

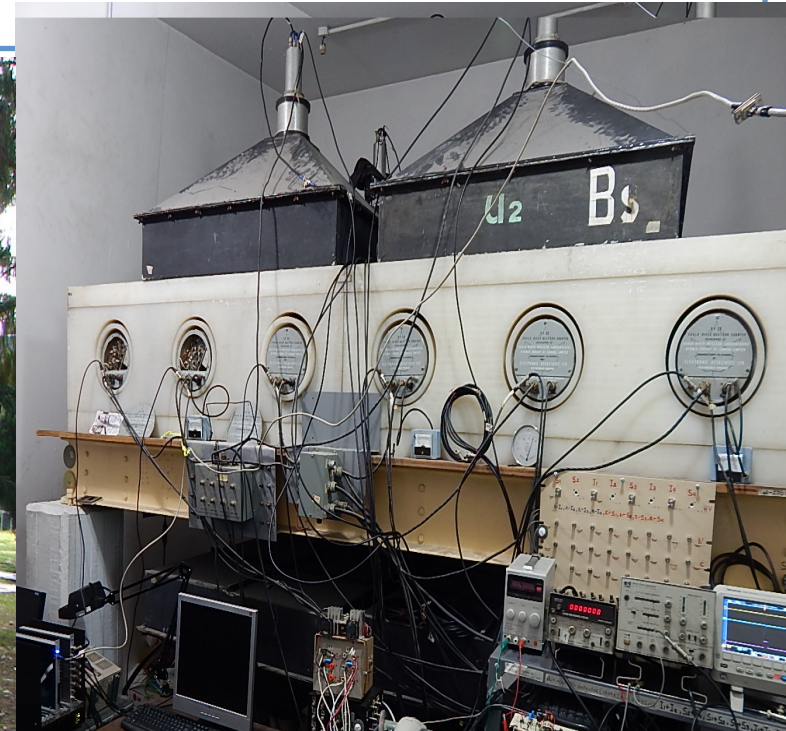
Observatorio de rayos cósmicos de la Ciudad de México

Consiste en dos detectores: un **Monitor de Neutrones (MN)** y un **Telescopio de Muones (TM)**

El observatorio mide el fondo de rayos cósmicos galácticos y es susceptible a las variaciones atribuidas a las emisiones solares. Se encuentra instalado en CU de la UNAM (2274 m s.n.m.).

El MN detecta la componente hadrónica del chubasco atmosférico de rayos cósmicos y tiene una energía (rigidez) umbral de 8.2 GV. Registra datos de manera continua desde 1990 (<http://www.cosmicrays.unam.mx>). Es el único detector Latinoamericano en la red mundial de detectores de neutrones.

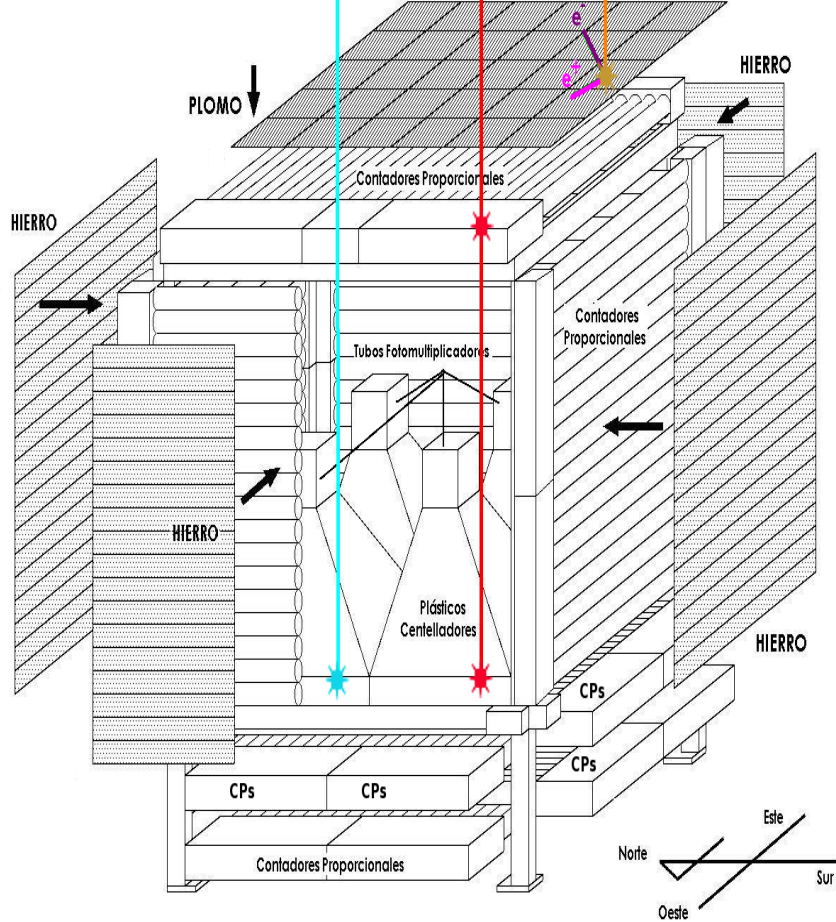
El TM detecta la componente dura del chubasco atmosférico de rayos cósmicos y se encuentra en una etapa de modernización y re-calibración



El Telescopio de Neutrones Solares (TNS)

en Sierra Negra

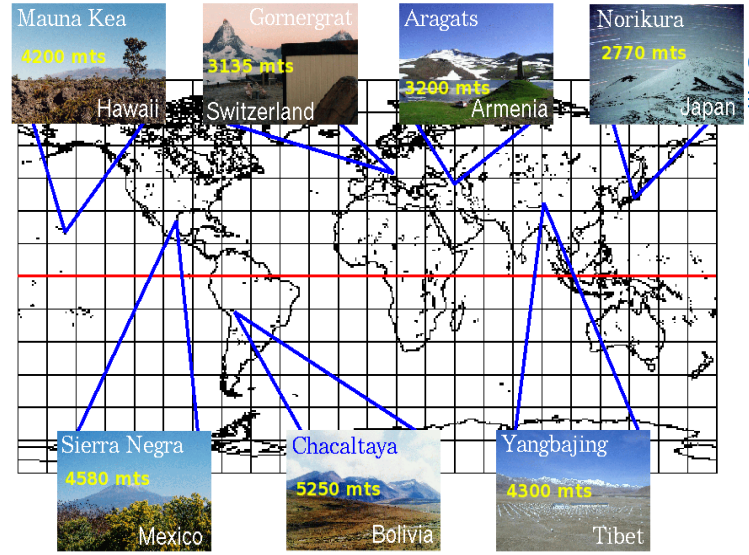
Mide el fondo de Rayos Cósmicos Galácticos
 Partículas Energéticas Solares
 Especial para detectar Neutrones Solares



La energía depositada por las partículas se mide por la discriminadores de altura de pulso conectados a los Fotomultiplicadores. La altura del pulso es discriminada en 4 diferentes canales de deposición de energía:
 E > 30 MeV, 60 MeV, 90 MeV, 120 MeV

Las direcciones de arriba de las partículas se clasifican en 25 canales direccionales.

Construido en la cima del Volcán Sierra Negra, (19.0°N, 97.2°W) a 4850 m



Con la red de 7

Telescopio Centellador de Rayos C3smicos (TCRC) Grupo IG-UNAM

Mide el fondo de **Rayos C3smicos Gal3cticos**

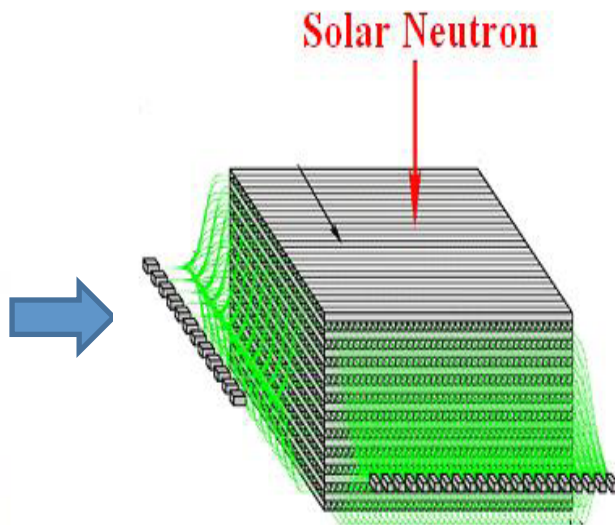
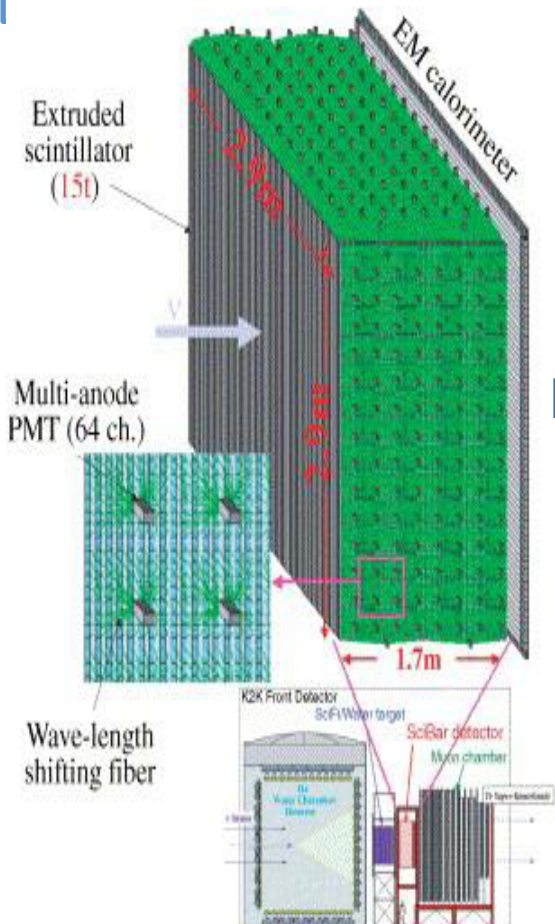
Part3culas Energ3ticas Solares

Neutrones Solares con mayor estadística

Tiene la capacidad de detectar **Muones**

Colaboraci3n con las Universidades de Nagoya, Chubu, Shinshu; con JAXA y el Instituto de Tecnolog3a Aichi.

SciBar fue usado para detectar neutrinos en FermiLab. Donado e instalado en 2013 en la cima del volc3n Sierra Negra. Funcionando y en etapa de desarrollo.



64 capas, cada una con 2 planos de 116 barras ortogonalmente localizadas. 300 kg / capa + estructura = 25 Ton.

Dimensi3n: 3 m X 3 m X 1.7 m.

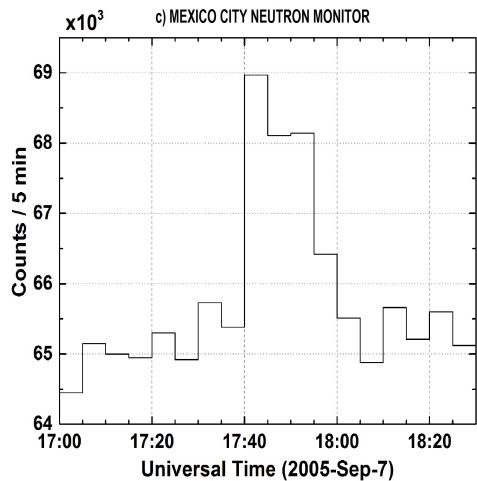
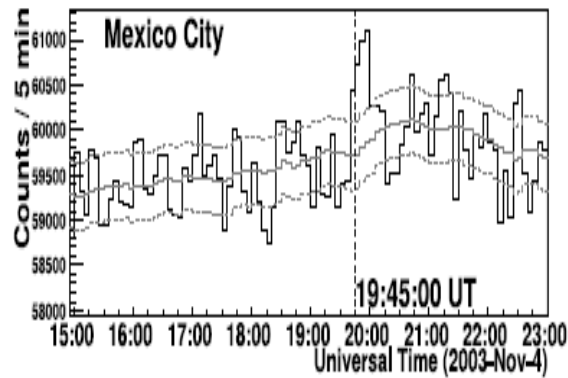
Consiste de **14,848 barras de centelleo**. barra: 1.3 cm X 2.5 cm X 300 cm.

Cada barra tiene un agujero de 1.8 mm de di3metro ← donde se introducen las fibras wave length Sifting fiber (WLS-fiber) de 1.5 mm Y11(200)MS, S.

Detectores de Radiación Cósmica y Física Solar.

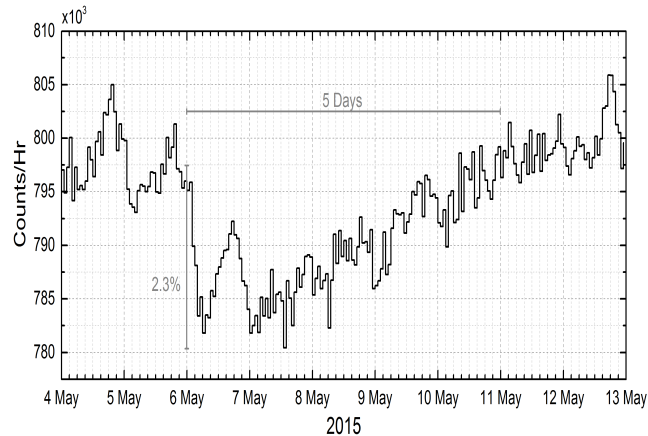
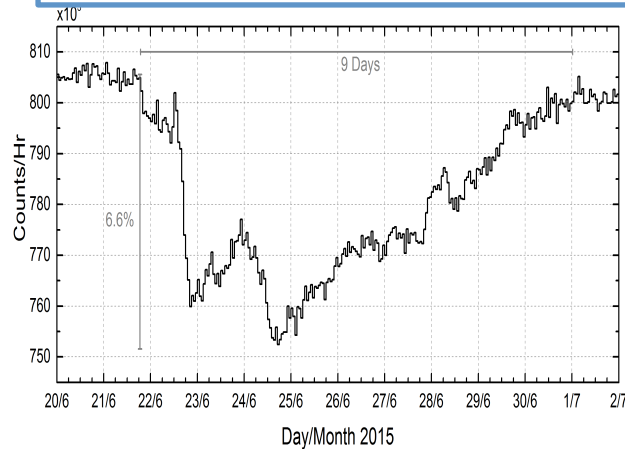
Partículas Energéticas y Neutrones Solares

Aceleradas en las fulguraciones solares y en las ondas de choque de las eyecciones de masa coronal .



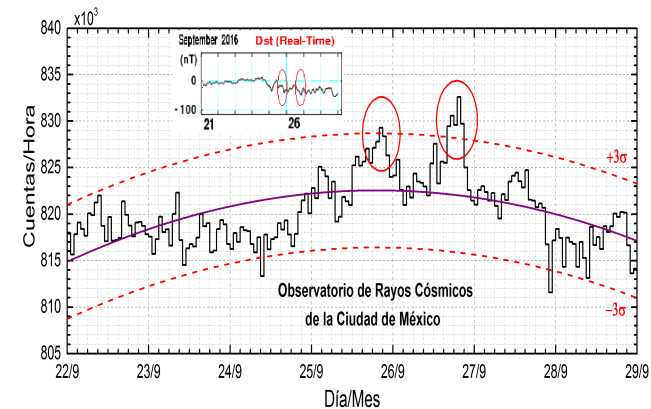
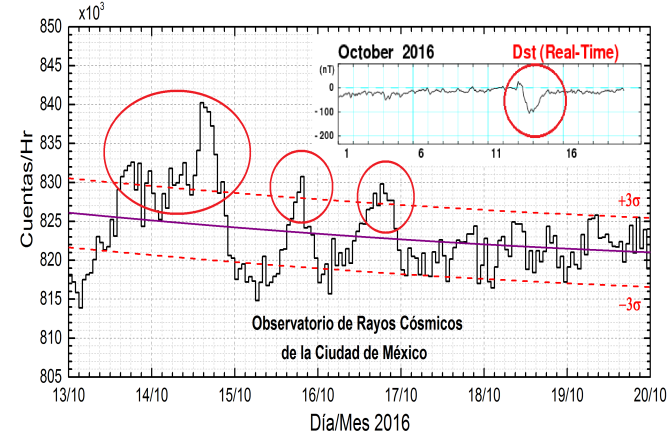
Decrecimientos Forbush

Caída repentina de las cuentas de rayos cósmicos galácticos debido a la influencia de las líneas de campo magnético de las eyecciones de masa coronal o regiones de interacción corrotantes .



Tormentas Geomagnéticas

Variaciones en los registros de rayos cósmicos galácticos debido a la afectación de la intensidad de las líneas de campo geomagnético por emisiones solares, que provoca el cambio de la rigidez umbral.



UNACH

- **Miembros del MCTP** : Arnulfo Zepeda, Omar Tibolla and Sarah Kaufmann
- **Miembros de FCFM** : César Álvarez, Roberto Arceo, Karen Caballero, Lizardo Valencia and Hugo de León.



FCFM

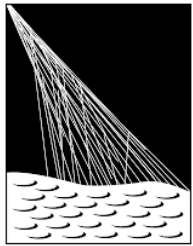


MCTP

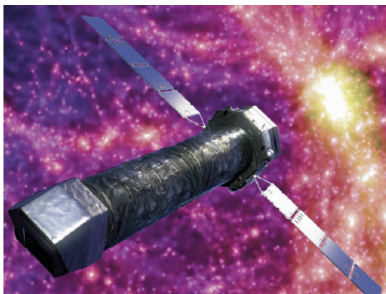
Líneas de investigación

Rayos Gamma, Rayos Cósmicos (composición y origen), Rayos-X, materia oscura relacionada con rayos gamma, muones de baja energía, física nuclear, Física de partículas de alta energía, análisis de datos, experimentación.

Participation in the collaborations: HAWC, LAGO, ATHENA, e-ASTROGAM, FERMI-LAT, Pierre Auger, JEM-EUSO, ESCARAMUJO and ALICE at CERN entre otras.



PIERRE
AUGER
OBSERVATORY



Advanced Telescope for High Energy
Astrophysics

e-ASTROGAM: gamma-ray space mission ^{4/12}

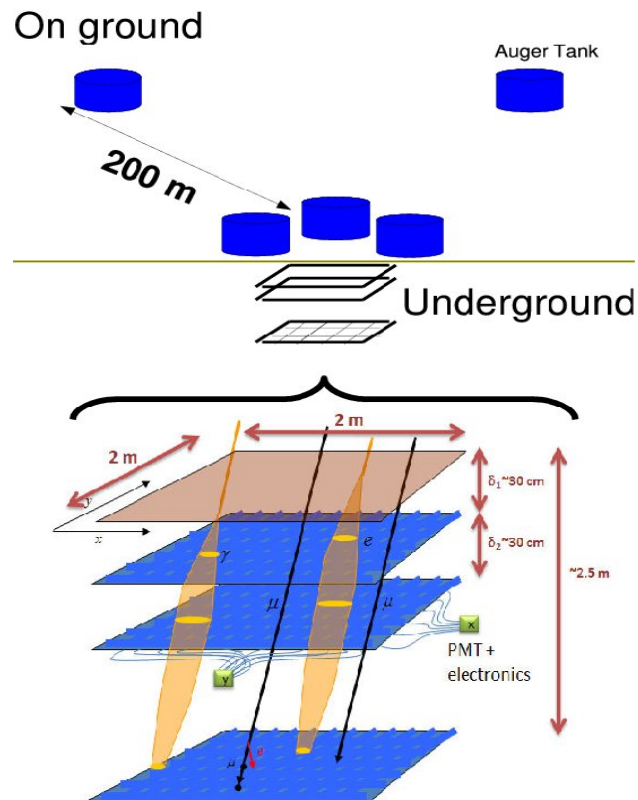
ANÁLISIS DE DATOS EN PIERRE AUGER

BATATA (Buried Array Telescope at Auger)

Itzel A. Martínez Salazar

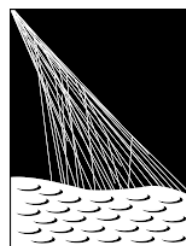
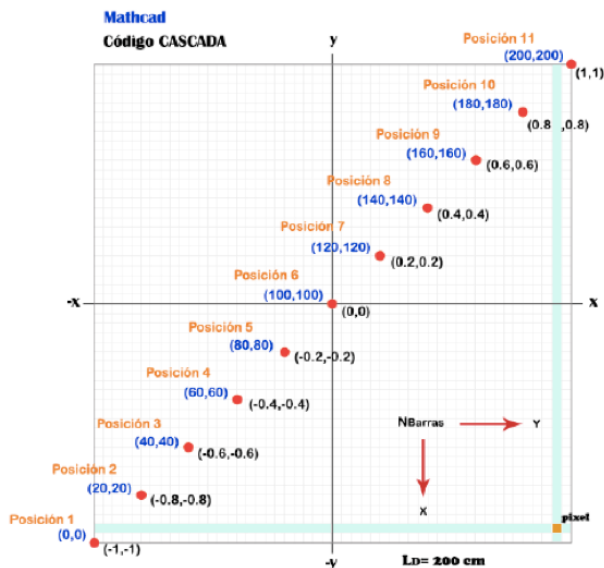
Colaboración con UNAM

296 barras centelladoras planeadas para medir la profundidad del diseño de los contadores AMIGA

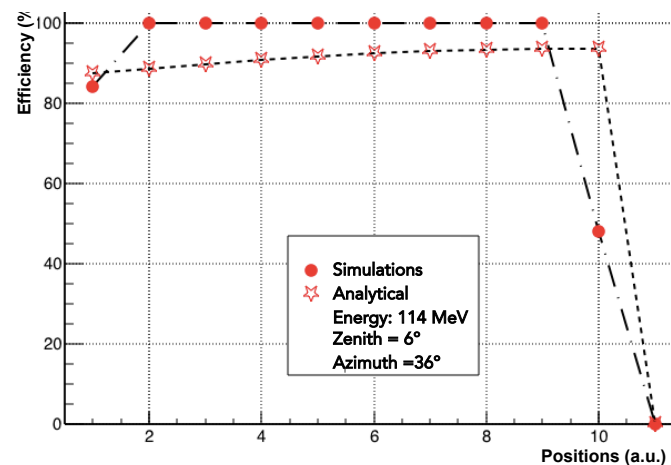


Objetivo: Cuantificar la contaminación electromagnética como función de la profundidad, para energías sobre 6×10^{15} eV

Método: Caracterizar el uso óptimo de un código de simulación sobre interacciones de partículas en chubascos atmosféricos de bajas energías para obtener el resultado más preciso para distintas posiciones a lo largo de una diagonal del detector. La diferencia máxima encontrada es $\sim 10\%$



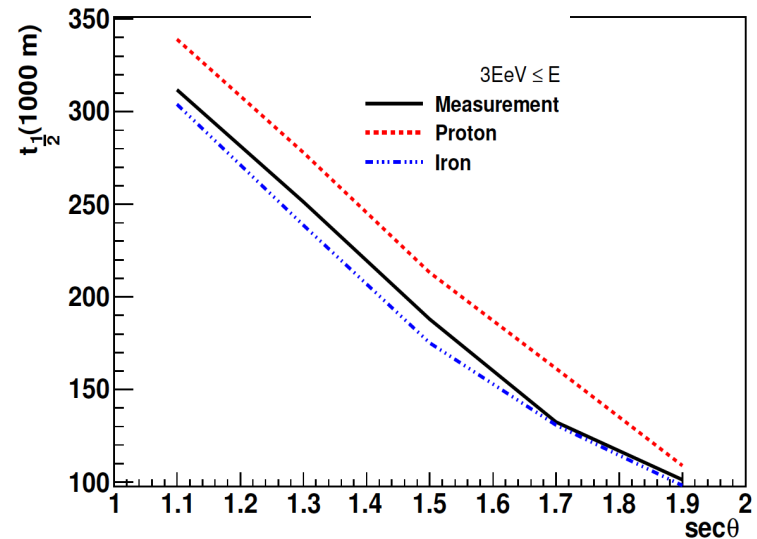
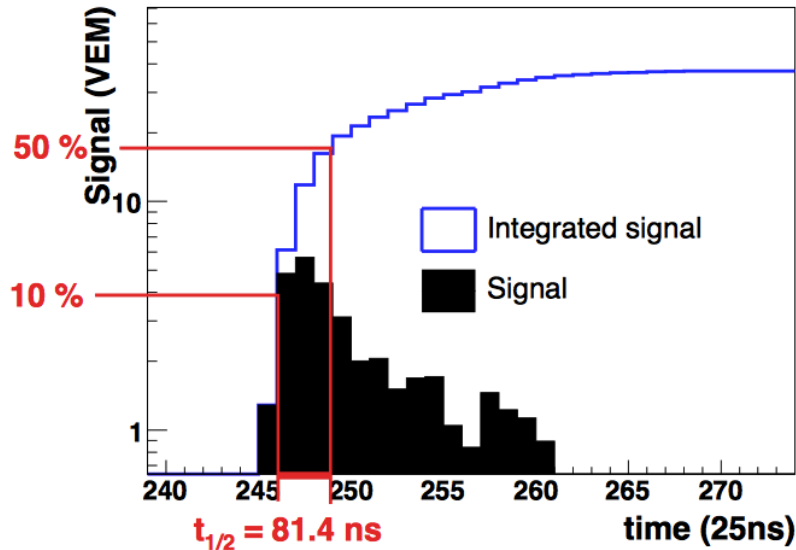
PIERRE AUGER OBSERVATORY



ANÁLISIS DE DATOS EN PIERRE AUGER

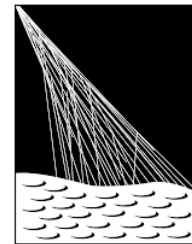
Mejora del parámetro sensible a la composición de rayos cósmicos Risetime ($t_{1/2}$)

Hernán Castellanos Valdés



Risetime a 1000 m desde el centro del chubasco presenta una dispersión muy grande.

Se explora una nueva distancia a la cual medir el risetime, característica de cada evento, que reduzca la dispersión.



PIERRE
AUGER
OBSERVATORY



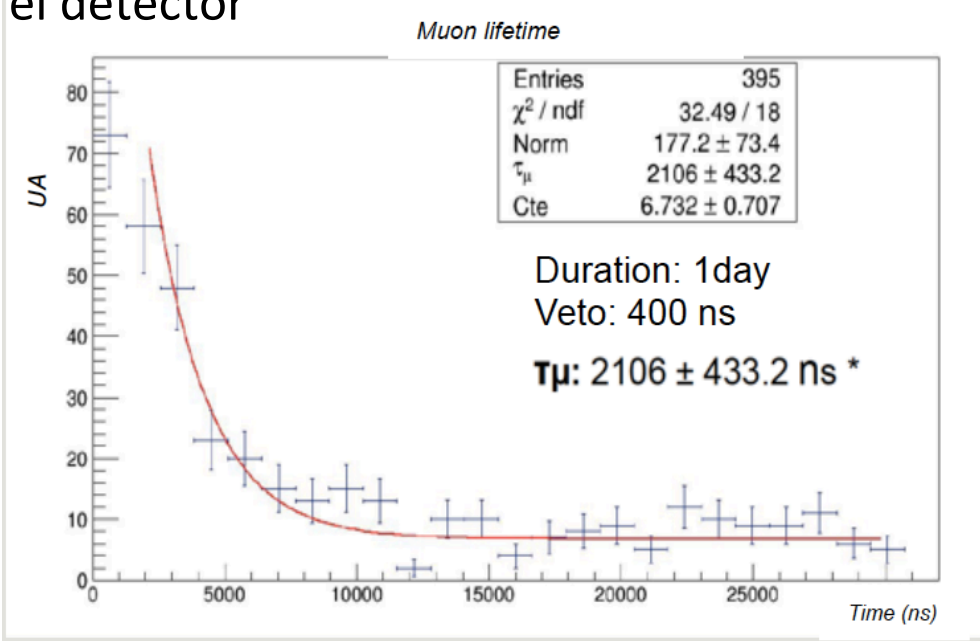
Algunos estudios sobre rayos cósmicos

Proyecto ESCARAMUJO* en Chiapas

Luis Rodolfo Pérez Sánchez

Detector de centelleo para muones atmosféricos.

El proyecto consistió en cursos sobre instrumentación, Física de Altas Energías y Astrofísica en 10 instituciones Latinoamericanas. Los estudiantes armaron el detector

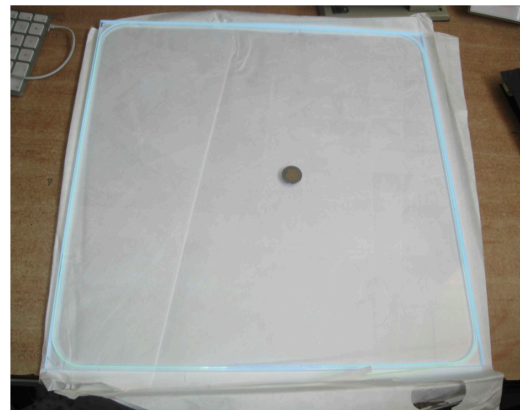
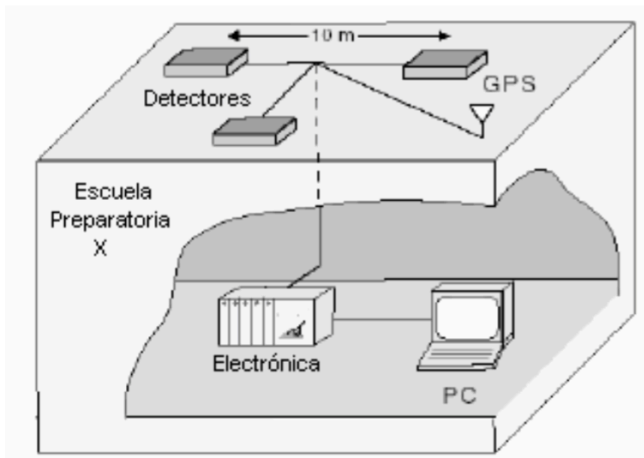


*<http://en.escaramujo.net/>

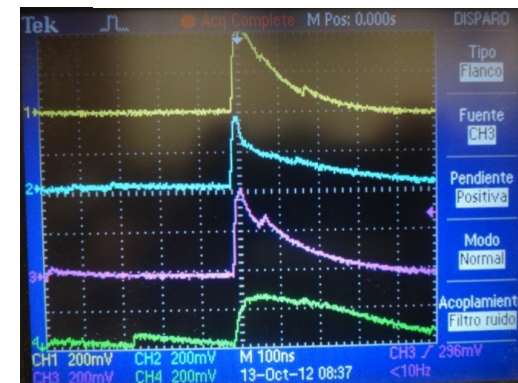
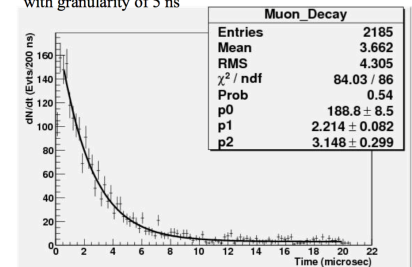
DIVULGACION y FORMACION DE JOVENES (Solo unos ejemplos)

Proyecto MELTA (MEXican Large area Time coincidence Array) Apoyado por la Red FAE

Detectores, sensores (PMTs, APDs), electrónica, análisis de datos
(vida media del muón, Coincidencias), uso de GPS, programación,...

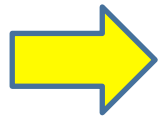
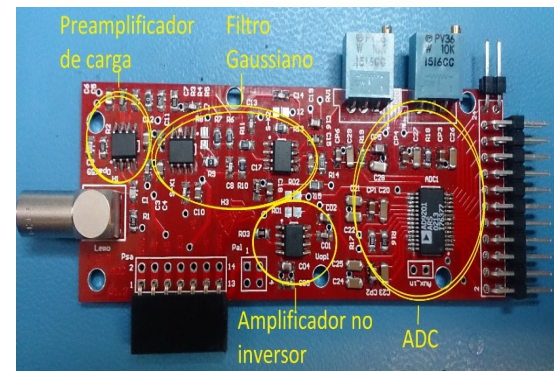


Muon decay mode: Time between consecutive pulses in a 20 microsec window and time over threshold with granularity of 5 ns

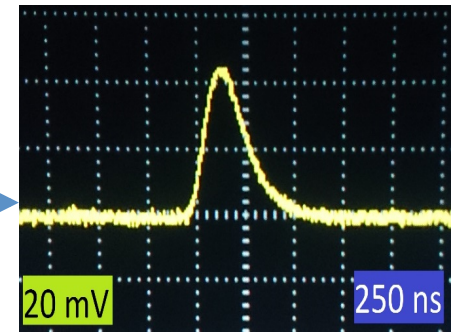
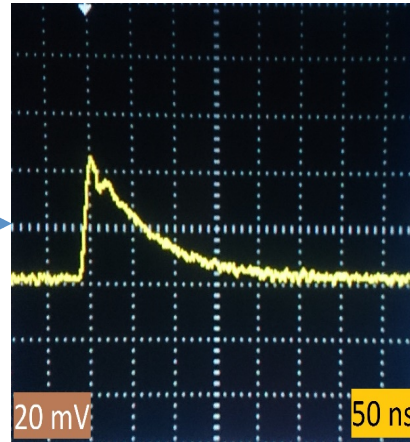
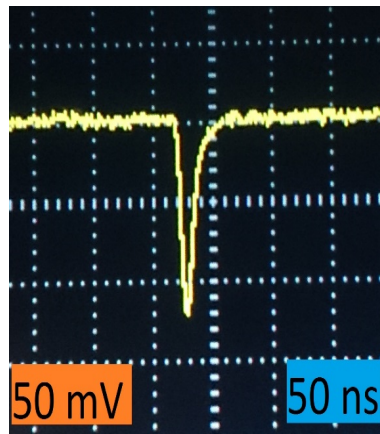


Arturo Fernández, Guillermo Tejeda, ... BUAP

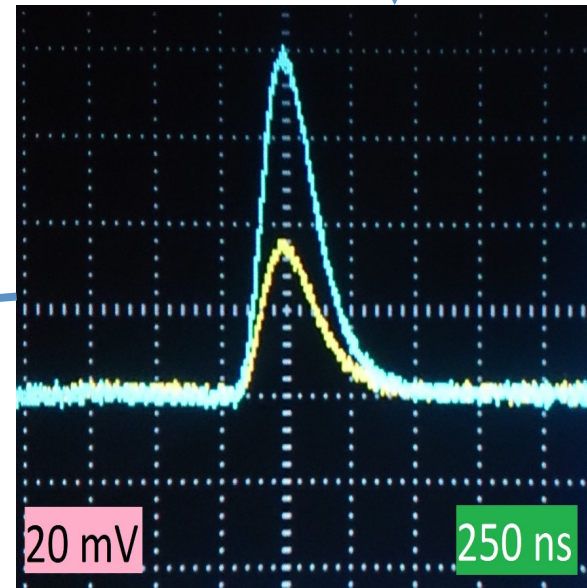
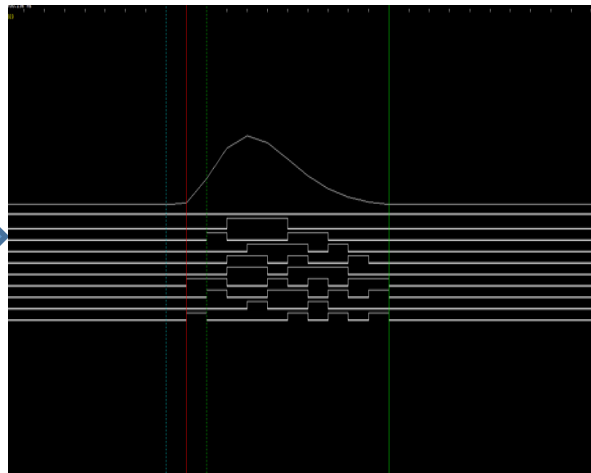
FEE



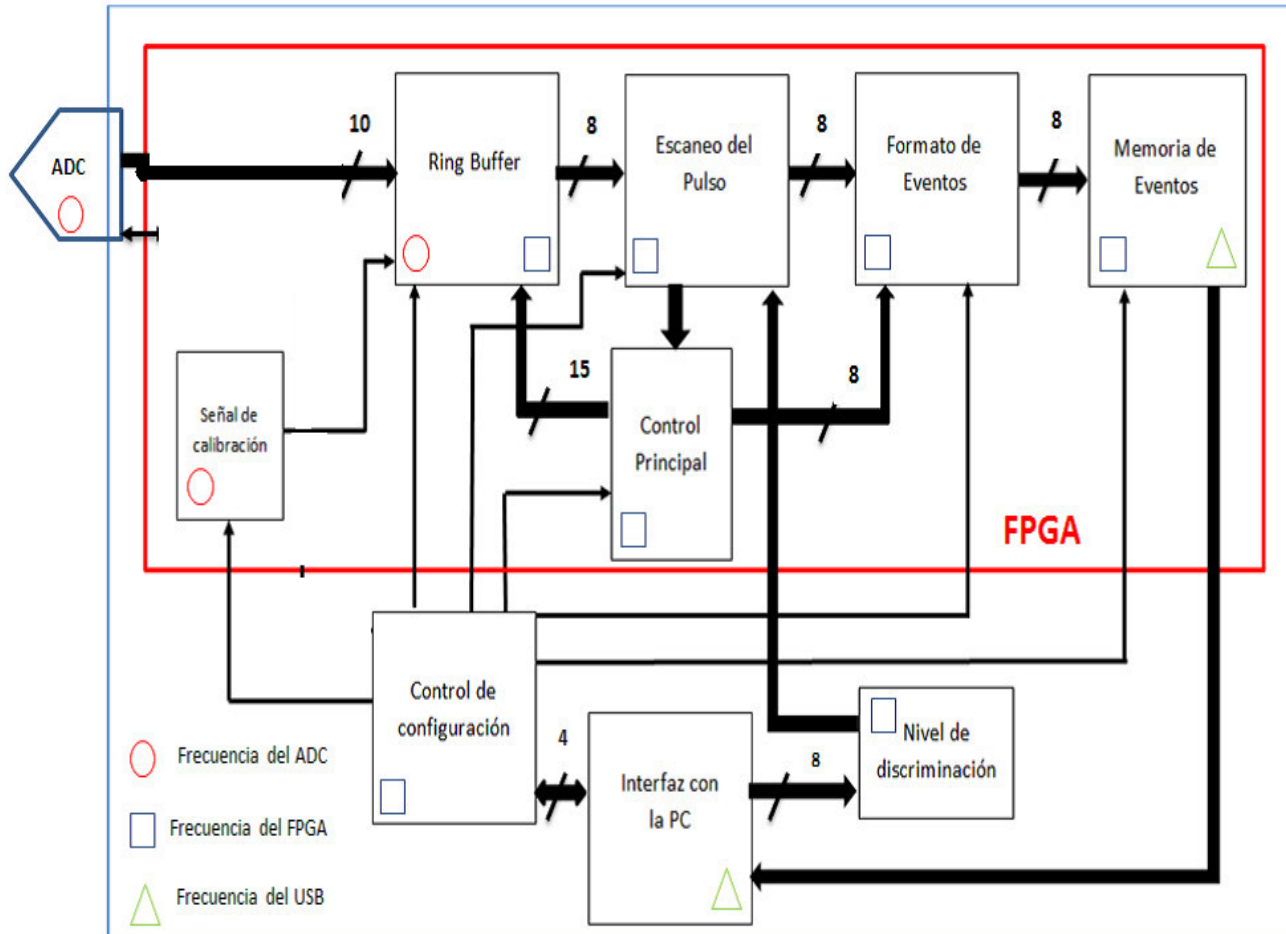
Input



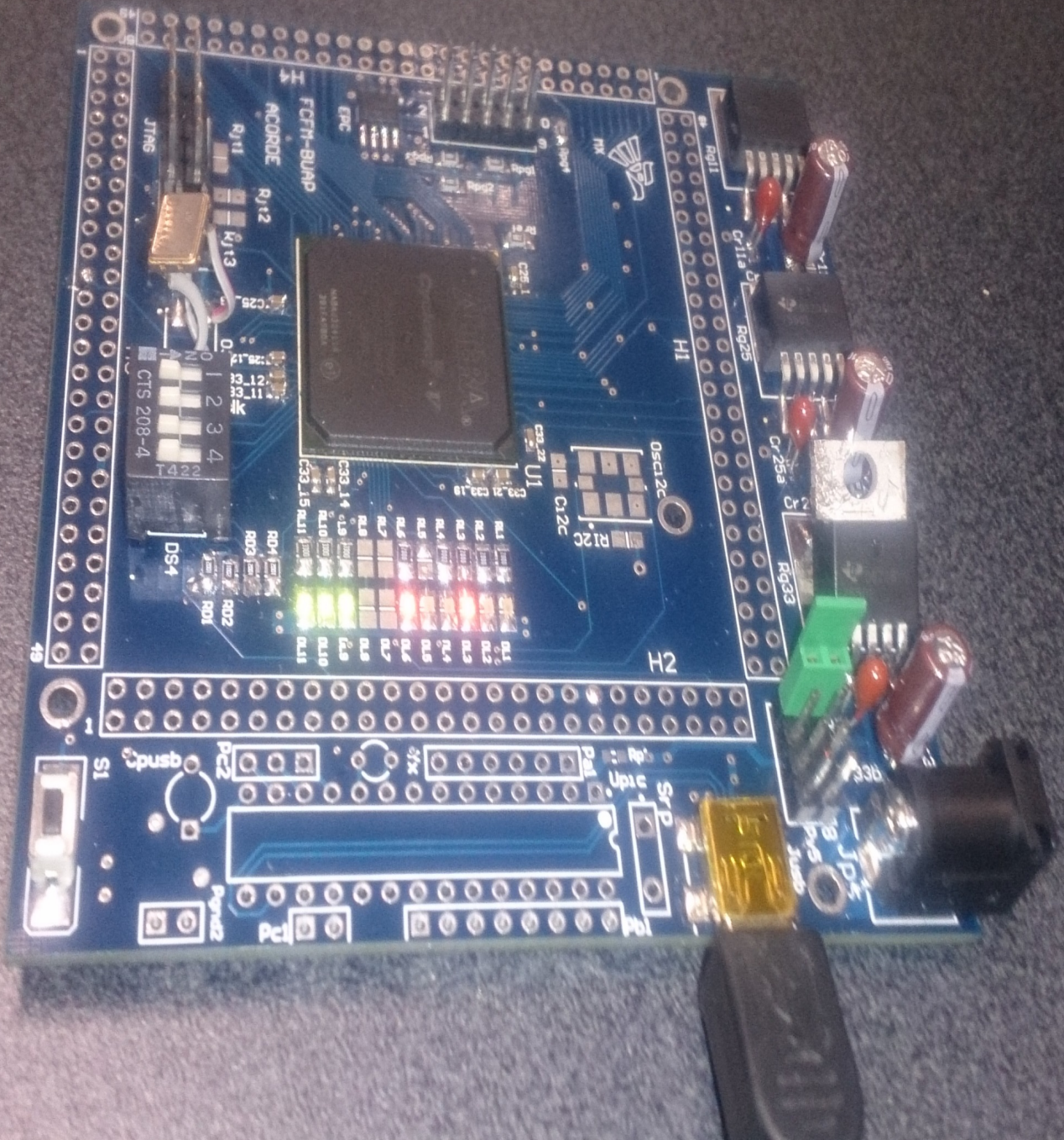
Output



FPGA Block Diagram



- Ring buffer
- Pulse finder
- Formato de Eventos
- Memoria de eventos
- Control principal
- Señal de prueba



Piano Cósmico

Arturo Fernandez y su grupo

2016

Presentaciones del Piano 2016

- Manchester UK (Julio)
- Bristol UK (Julio)
- CERN (Agosto)

- Intel Guadalajara (Septiembre)

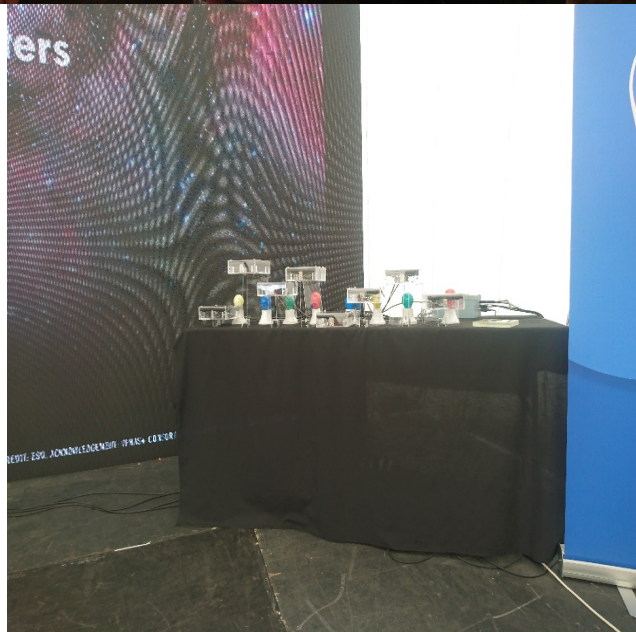
- Zócalo de Puebla (Diciembre)

Manchester (Bluedot 2016)



Presentación
del Piano
Cósmico con
Al Blatter
(Pianista).

Festival
Bluedot



Bristol (Womad 2016)



Presentación del
Piano Cósmico en
el pabellón del
CERN en Bristol y
Al Blatter
(Pianista).





El Piano cósmico se instaló en el museo de INTEL en Guadalajara, Jalisco (Septiembre de 2016)



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Laboratorio de Partículas Elementales



Universidad de Guanajuato

El Laboratorio de Partículas Elementales de la Universidad de Guanajuato.

Julián Félix

Laboratorio de Partículas Elementales. Departamento de Física, División de Ciencias
e ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato
León Guanajuato, México

UdeYucatanMe
rida

felix@fisica.ugto.mx

11/11/16

61

Abstract. El laboratorio de Partículas Elementales, de la Universidad de Guanajuato, fue creado en 2005. Está dividido en tres áreas: detectores de radiación, Súper cómputo, y aceleradores.

Planeamos, diseñamos y construimos prototipos experimentales en estas tres áreas, para investigación, docencia, y difusión de las ciencias.

Colaboramos en MINERvA <http://minerva.fnal.gov> y DUNE <http://www.dunescience.org>.

1. El Laboratorio de Partículas Elementales

El laboratorio de partículas elementales de la Universidad de Guanajuato

<http://laboratoriodeparticulaselementales.blogspot.mx/>

<http://www.ifug.ugto.mx/>



**Desarrollamos
pequeños clústeres
de computadoras**

Clúster a base de servidores DELL. 120 procesadores.

**Clúster a base de 20 tarjetas NVIDIA. Cerca de 3 000
núcleos procesadores.**

**Clúster a base de 5 servidores reconstruidos. 20 núcleos
procesadores.**

- Hacemos investigación en partículas elementales –desarrollo de nuevos detectores de radiación cósmica, estudio de la radiación cósmica,
- colaboraciones internacionales con FERMILAB-,
- aprendizaje de las ciencias –desarrollo de prototipos experimentales--
- y difusión de las ciencias,
- y vinculación con la industria.

Equipo de detección listo.



Hay cerca de 20 estudiantes asociados que desarrollan diferentes proyectos.



Algunos esfuerzos de divulgación

Salvador Carrillo

Fabiola Vázquez

Cristina Oropeza



Día Internacional de los Rayos Cósmicos

Todos los años a principios de Noviembre se celebra el día Internacional de los Rayos Cósmicos. Organizado por DESY, el evento tiene como finalidad involucrar a chicos de Prepa y Universidad en el tema de los Rayos Cósmicos y su detección. Con ayuda de un detector de rayos cósmicos los estudiantes hacen mediciones y al final de día suben sus resultados a una plataforma, y además preparan una presentación de los mismos para ser publicados en un folleto donde podrán aprender de los demás equipos alrededor del mundo.

INTERNATIONAL COSMIC DAY

MEXICO

Universidad Autónoma de Chiapas
Tuxtla Gutiérrez, MEXICO
Dr. Valencia Palomo Lizardo
lizardo.valencia@unach.mx
www.veterinaria.unach.mx

Preparatoria Emiliano Zapata
Puebla, MEXICO
Prof. Saúl Sánchez Morales
sasamo@hotmail.com
www.buap.mx

Escuela Tomas Alva Edison
Mexico City, MEXICO
Prof. Govea Guillermo
g_govea@tae.edu.mx
<http://www.tae.edu.mx/>

Universidad Iberoamericana
Mexico City, MEXICO
Dr. Salvador Carrillo Moreno
salvador.carrillo@ibero.mx
www.prepaibero.mx



BOOKLET
2015

2015 Booklet



Prepa Ibero

International Cosmic Day

INTERNATIONAL COSMIC DAY



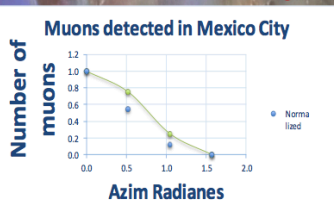
Emiliano Zapata BUAP, November 2015

What are the cosmic rays? Cosmic rays are energetic, subatomic particles that arrive from outside the Earth's atmosphere. The lowest energy cosmic rays are produced by ordinary stars like the Sun.



Advantages of Puebla: The city is known for its food, the city is being one of the most beautiful in all the country, and its altitude is 7044ft/2147m.

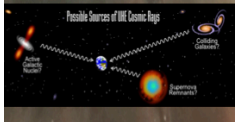
We are a group of high school students who like physics and want to learn about quantum and relativity.



Our teacher taught us about cosmic rays and we developed an experiment to size how many muons fall into Mexico city.



Cosmic rays are immensely high-energy radiation, mainly originating outside the Solar System. They may produce showers of secondary particles that penetrate and impact the Earth's atmosphere and some even reach the surface.



OUR TEAM



The materials we used to measure the cosmic ray.

International Master Classes



- Organizadas por el CERN y Fermilab entre otros, es una oportunidad para que alumnos de Preparatoria sean “Físicos de Partículas por un día”
- No solamente participan buscando partículas en datos reales (CMS, ATLAS, ALICE y LHCb), además presentan sus resultados a otras escuelas y los discuten. Y tienen la oportunidad de hacer preguntas a investigadores que se encuentran trabajando en esos momentos en el CERN o Fermilab.
- Hemos participado tanto con escuelas públicas (ENP 5) y privadas del D.F., como con escuelas de provincia.

Master Classes



Master Classes

Participantes: 6

-  (Invitado/a) dave
-  (Invitado/a) Flynn
-  (Invitado/a) FNAL-WH1E
-  (Invitado/a) Queretaro ...
-  (Invitado/a) Seattle
-  (Invitado/a) Shane

- Organized by IPPOG (*International Particle Physics Outreach Group: Independent group of outreach representatives from countries at CERN*)
- 11.2. - 23.3.2016
- 45 countries involved



Coord.: QuarkNet / TU Dresden

- 42 Institutes
- 48 Masterclasses
 - 35 CMS
 - 13 ATLAS
- 22 video conf. with Femilab

- 170 institutes
- 246 Masterclasses
 - 134 ATLAS
 - 56 CMS
 - 32 LHCb
 - 24 ALICE
- 54 video conf. with CERN

dave



GRACIAS POR SU ATENCION