



Laboratorio Subterráneo de Canfranc



2018
annual
report

CONTENTS

Director's Statement	3
1- Introducción	5
2- Report on LSC Activities 2018.	9
3- Events 2018	10
4- Snapshots	11
5- ANAIS	14
6- ArDM	18
7- CROSS	22
8- ETSEC	24
9- GEODYN	25
10- GOLLUM	26
11- NEXT	27
12- SUPERKGd	31
13- TREX-DM	32
14- EoI-20-2018	34
15- EoI-21-2018	35
Publications	36
Governing Bodies	38
Advisory Committees	39
Acknowledgements	39

ÍNDICE

Presentación del Director	3
1- Introducción	5
2- Actividad del LSC 2018.....	9
3- Eventos 2018	10
4- Capturas	11
5- ANAIS	14
6- ArDM	18
7- CROSS	22
8- ETSEC	24
9- GEODYN	25
10- GOLLUM	26
11- NEXT	27
12- SUPERKGd	31
13- TREX-DM	32
14- EoI-20-2018	34
15- EoI-21-2018	35
Publicaciones	36
Órganos de Gobierno	38
Comités Asesores	39
Agradecimientos	39

EDITING

Carlos Peña Garay
Yolanda Labarta

COVER PHOTO

Túnel Ferroviario
(J. Larrea @jlarrea.com)

EDICIÓN

Carlos Peña Garay
Yolanda Labarta

FOTO DE PORTADA:

Túnel Ferroviario
(J. Larrea @jlarrea.com)



Paseo de los Ayerbe s/n
Canfranc Estación
22880 (Huesca)
ESPAÑA
<http://www.lsc-canfranc.es>
Tel: +34 974 373474



DIRECTOR'S STATEMENT

The LSC (Laboratorio Subterráneo de Canfranc), second largest deep underground scientific laboratory in Europe, is run by a Consortium between the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities, the Government of Aragon and the University of Zaragoza. The LSC is part of the Spanish network of ICTS (Unique Scientific and Technological Facilities).

The LSC offers to researchers from all over the world the opportunity to carry out cutting-edge science on fundamental physics, astrophysics as well as geophysics, biology and, environmental science in its facilities of unique characteristics. In fact, at the LSC the underground facilities, shielded from the natural cosmic rays' radiation, open the possibility to discover phenomena happening with a very low probability. At present, the main scientific program at LSC is focused on direct detection of dark matter and neutrino physics, specifically on neutrinoless double beta decay. The LSC also develops experiments related to geophysics and biology.

Six experimental complex equipment proposed by groups of users from international universities and laboratories are already working or under commissioning. More underground space is still available for new proposals as well as offices and meeting rooms at the headquarters building. A new exhibition room which will be located at the "Casa de los Abetos", building opposite the

PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR

El Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) es el segundo laboratorio subterráneo a gran profundidad más grande de Europa. Lo gestiona un Consorcio compuesto por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza. El LSC pertenece a la red nacional de las llamadas ICTS (Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares).

El LSC ofrece a investigadores de todo el mundo la oportunidad de desarrollar ciencia a nivel mundial en materia de física fundamental y astrofísica, además de geología, biología y ciencias medioambientales, en su ubicación de características únicas. De hecho, las instalaciones subterráneas del LSC, aisladas de la radiación cósmica natural, abren la posibilidad de descubrir sucesos que ocurren en una probabilidad muy baja. En la actualidad, el programa científico principal del LSC se centra en la detección de la materia oscura y la física de neutrinos, esto es la desintegración doble beta de los neutrinos. Aunque además el LSC desarrolla también actividades relacionadas con la geofísica y la biología.

Seis complejas infraestructuras experimentales, propuestas por grupos de investigadores procedentes de universidades y laboratorios internacionales, se encuentran ya en funcionamiento o bajo construcción, aunque todavía hay disponible espacio subterráneo para albergar nuevas propuestas. También se encuentran disponibles en el edificio sede

headquarters building, will be up and running during 2019.

The LSC provides at present the following services to users:

- Material radio-purity measurements with very low background HPGe detectors (Ultra Low Background Service, ULBS).
- Radio-pure copper parts manufacturing service using the electro-forming technique (Copper Electro-forming Service, CES).
- Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) facility.
- Underground clean room class ISO 6 and class ISO 7 (Clean Room Service, CRS).
- Two Conference rooms for institutional meetings with 95 seats each and two working rooms for around 30 people each.

We welcome both new scientific proposals, which can be hosted in the still free underground space and requests for the LSC services. The LSC International Scientific Advisory Committee studies the scientific proposals received, giving its advice to the director based only on the scientific excellence.

The aim of the LSC is to contribute to cutting edge scientific knowledge by providing international access to a unique research infrastructure.

en el exterior laboratorios oficinas y salas de reuniones. Un nuevo museo ubicado en la "Casa de los abetos" estará en funcionamiento durante el 2019.

El LSC ofrece a día de hoy los siguientes servicios a sus usuarios:

- Medidas de Radiopureza de Materiales con detectores de Germanio de alta pureza (ULBS).
- Servicio de Fabricación de piezas de cobre de gran radiopureza utilizando técnicas de electroformación (CES).
- Servicio de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inducido (ICP-MS).
- Sala blanca subterránea clase 1.000 (ISO 6) y clase 10.000 (ISO 7) (CRS).
- Dos auditorios para reuniones institucionales con capacidad para unas 95 personas cada uno y dos salas de trabajo para unas 30 personas cada una.

Acogemos tanto nuevas propuestas científicas, que pueden ser ubicadas en el espacio subterráneo que tenemos todavía disponible, como solicitudes para el uso de los servicios. El Comité Científico Internacional Asesor del LSC estudia las propuestas científicas recibidas, aconsejando sobre ellas al director y basándose únicamente en la excelencia científica.

El fin del LSC es el de aportar al conocimiento de la ciencia de vanguardia y proporcionar accesibilidad a nivel internacional a una infraestructura de naturaleza única en el campo de la investigación.

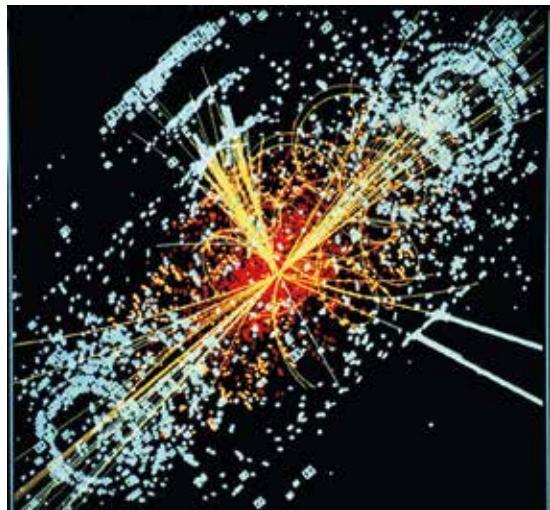


Carlos Peña Garay
Canfranc Estación, Junio 2019

1

INTRODUCTION/ INTRODUCCIÓN

LSC is a world-class deep underground laboratory designed to investigate neutrino physics, dark matter and rare processes in physics. As of today, LSC is the second largest deep underground laboratory in Europe. Strong synergy with other similar infrastructures is underway at LSC to exchange expertise and put forward common interests. In the framework of sub-atomic physics, researchers have developed a theoretical description of the elementary building blocks of matter and of the basic forces of Nature, called the Standard Model (SM). We have tested with increasing precision all its predictions at the energies that are reachable with the accelerators. A fundamental element that was missing, the Higgs boson, was discovered at CERN in 2012. Underground laboratories, such as LSC, provide scientific information that is complementary to that obtained in laboratories with accelerators. Indeed, the first element of physics beyond the SM came from underground experiments, namely neutrino oscillations. Science carried out in underground laboratories such as LSC is growing in interest worldwide. There is a strong international competition with new proposed underground infrastructures. Yet, this competition might develop in the future in a worldwide collaboration to reach the ultimate sensitivity for extreme rare processes. Therefore, LSC is collaborating with other similar infrastructures, in particular, with LNGS in Italy, Boulby in UK, and SNOLab in Canada.



El LSC es un laboratorio subterráneo a gran profundidad a nivel mundial diseñado para la investigación de la física de neutrinos, la materia oscura y los fenómenos inusuales dentro de la física. A día de hoy, el LSC es el segundo laboratorio a gran profundidad más grande de Europa. Estamos trabajando arduamente para crear sinergias con otras infraestructuras similares con el fin de poder establecer un intercambio de experiencia y proponer intereses comunes.

En el marco de la física sub-atómica, los investigadores han desarrollado una descripción teórica sobre las partículas elementales de la materia y las fuerzas básicas de la Naturaleza denominada Modelo Estándar (MS). Se ha probado con creciente precisión todas sus predicciones en las energías que son alcanzables con los aceleradores. Un elemento fundamental que faltaba, el bosón de Higgs, fue descubierto en el CERN en el 2012. Los laboratorios subterráneos como el LSC, proporcionan información científica que es complementaria a aquella obtenida por laboratorios con aceleradores. De hecho, los primeros elementos de la física más allá del modelo estándar se obtuvieron mediante experimentos subterráneos, como son las oscilaciones de neutrinos. La ciencia que se está llevando a cabo en laboratorios subterráneos como el LSC está creciendo

Underground laboratories are dedicated to the search for extremely rare nuclear and sub-nuclear phenomena, such as neutrinoless double beta decay and dark matter interactions. This search requires a very low radioactive background environment. This background noise is due mainly to cosmic rays, originating from cosmic protons hitting nitrogen or oxygen nuclei in the upper layer of the atmosphere. The proton interaction produces a shower of secondary particles. Among these latter the muons, and neutrinos, are the most penetrating. Muons reach the surface of the Earth with a flux equal to about 2 muons/cm²/sec. The underground area at a depth of 800 meters (about 2400 meters water equivalent) is excavated between the Somport road tunnel and an abandoned train tunnel about 8 km long at the border Spain-France. Deep underground, under the Tobazo Mountain near the Canfranc village in Spanish Pyrenees, the cosmic ray flux of muons is reduced by a factor of about sixty thousand, allows to search for very low probability processes.



Only about 16% of the matter in the Universe is visible. The rest is of an unknown nature and referred to as dark matter. Understanding the nature of dark matter is a fundamental goal for modern science. LSC is contributing to this international and fundamental effort. At present, we know that neutrinos have very small masses. A natural explanation for the smallness of the neutrino mass requires them to be Majorana particles. A Majorana particle has the property to be its own antiparticle. If neutrinos are Majorana particles a fundamental parameter, the lepton number, conservation law will be violated. In the SM the lepton number is conserved. Searching for neutrinoless double beta decay can prove

en interés en todo el mundo. Existe una gran competencia a nivel internacional con nuevas propuestas de infraestructuras subterráneas. El LSC ha iniciado colaboraciones con similares infraestructuras, en particular, con LNGS en Italia, Boulby en RU, y SNOLab en Canadá.

Los laboratorios subterráneos se dedican a la búsqueda de fenómenos, nucleares y subnucleares extremadamente inusuales, tales como la desintegración doble beta sin neutrinos y las interacciones de la materia oscura. Dicha búsqueda necesita de un ambiente de muy bajo fondo radioactivo. El "ruido" de fondo es debido a los rayos cósmicos, originado por los protones cósmicos al golpear núcleos de nitrógeno u oxígeno en la capa alta de la atmósfera. La interacción de los protones provoca una cascada de partículas secundarias, siendo muones y neutrinos las más penetrantes de dichas partículas. Los muones alcanzan la superficie de la Tierra con un flujo de unos 2 muones/cm²/segundo. La ubicación del LSC a 800 metros bajo tierra (equivalente a unos 2400 metros en agua) está excavada entre el túnel carretero de Somport y el antiguo túnel, ahora sin uso ferroviario, de unos 8 km en la frontera España-Francia. A esa profundidad, bajo el Monte Tobazo cerca de Canfranc, el flujo de rayos cósmicos se reduce en un factor de sesenta mil, permitiendo la búsqueda de procesos muy poco probables.

Únicamente sobre el 16% de la materia que existe en el Universo es visible. El resto es de naturaleza desconocida, se denomina materia oscura. La naturaleza de la materia oscura se encuentra entre las principales fronteras de la ciencia. El LSC contribuye a este esfuerzo internacional. Hoy en día sabemos que los neutrinos tienen muy poca masa. Una explicación natural para el diminuto tamaño de la masa del neutrino requiere que el neutrino sea una partícula de Majorana, que tiene la propiedad de ser su propia antipartícula y de dar lugar a reacciones o desintegraciones que no conservan el número de leptones. En el modelo estándar de física de partículas, se conserva el número de leptones. La búsqueda de la desintegración doble beta sin neutrinos puede demostrar que los neutrinos son partículas de Majorana y que el número de leptones no se conserva,

that neutrinos are Majorana particles and that the lepton number is not conserved. The lepton number violation may be related to the matter-antimatter asymmetry of the Universe. Again, LSC is contributing to this important international research goal.

At LSC these research activities are carried out by a number of different detectors built by international collaborations. On one hand, neutrinoless double beta decay experiment, NEXT-White (NEW), a high-pressure xenon electroluminescence time projection chamber (TPC) is running and has shown to satisfy the requirements of energy resolution and track reconstruction. Moreover, CROSS project to search for neutrinoless double beta decay with a bolometer based on tellurium or molybdenum is under preparation in Hall B. On the other hand, two experiments on direct detection of dark matter are underway, ANAIS with NaI(Tl) scintillators is the best international effort to replicate DAMA/LIBRA experiment and directly verify their positive results and ArDM with liquid argon, the largest double phase dark matter argon detector. A new project, named TREX-DM, on direct detection of dark matter with argon and neon in a high pressure TPC is being installed in Hall A. Other scientific sectors can profit of the unique location of the underground infrastructures at LSC. Geodynamics research can be carried out underground at LSC with the goal to measure and study extremely small changes in the stress of the rock deep inside the mountain due to very small local seismic or teleseismic events. The enhanced sensitivity underground is due to a significant reduction of the human activity and atmospheric phenomena present on the surface. LSC is equipped with a geophysics infrastructure, named GEODYN. GEODYN is an observatory and covers the whole geodynamic spectrum, from near-field seismicity to tectonic deformations, Earth tides or Earth-core nutation. The facility has three components: seismic station, laser strainmeters and external GNSS stations. The seismic station and the laser strainmeters are installed underground.

The ETSEC project aiming to study the Newtonian noise in the framework of gravitational waves detection in underground is in data taking. ETSEC has seismometers deployed along the train tunnel

relacionada con la simetría materia-antimateria del Universo. Una vez más el LSC contribuye a este objetivo de investigación internacional.

En el LSC estas actividades de investigación se están llevando a cabo a través de diversos detectores construidos por colaboraciones internacionales. Por un lado, el experimento de desintegración doble beta sin neutrinos NEXT-White (NEW), un detector con xenón a alta presión basado en una cámara de proyección temporal electroluminiscente está funcionando y ha demostrado las especificaciones esperadas en medidas de resolución de la energía y reconstrucción de trazas. Además, el proyecto CROSS para la búsqueda del decaimiento doble beta sin neutrinos con un bolímetro basado en telurio o molibdeno se encuentra en preparación en el Hall B. Por otro lado, en el LSC hay dos experimentos en funcionamiento que investigan la búsqueda directa de materia oscura: ANAIS con centelleadores de NaI(Tl), el esfuerzo internacional más avanzado en verificar el resultado del experimento italiano DAMA/LIBRA y ArDM con argón líquido, el mayor detector de argón de doble fase en búsquedas de materia oscura. Un nuevo proyecto denominado TREX-DM, sobre la detección directa de la materia oscura con argón y neón en una cámara de alta presión, se ha instalado en el Hall A. Otros sectores científicos pueden beneficiarse de la ubicación única de las instalaciones subterráneas del LSC. Se pueden realizar investigaciones de geodinámica en el LSC con el objetivo de medir y estudiar pequeños cambios en la contracción de la roca en la profundidad de la montaña producidos por leves sucesos sísmicos o tele-sísmicos. El LSC está equipado con una infraestructura geofísica, denominada GEODYN, que cubre el espectro geodinámico en su totalidad, desde la sismicidad más cercana a las deformaciones tectónicas pasando por las mareas terrestres o la nutación del núcleo terrestre. Esta instalación tiene tres componentes: una estación sísmica, interferómetros láser; ambos bajo tierra, y una estación GNSS externa.

El proyecto ETSEC, que pretende estudiar el ruido Newtoniano en el marco de la detección de ondas gravitacionales, se encuentra tomando datos. ETSEC, tiene sensores sísmicos colocados

(four) and two in one by-pass tunnel between the train tunnel and the road tunnel. In addition, LSC and the long train tunnel offer the possibility to carry out studies on subsurface microbiology to understand, as an example, what processes regulate the energy flux for life underground. The GOLLUM project at LSC is interested in the identification and characterization of the microbial communities living in a range of different rocks throughout the length of the train tunnel. In conclusion, LSC is a multidisciplinary world-class science infrastructure with 1600 m² surface and a total volume of 11000 m³ in underground equipped with a number of service facilities to support research activities performed by international collaborations. The main underground infrastructure, named LAB2400, is divided in Hall A, the largest experimental area, and Hall B. The other infrastructures are named LAB2500 and LAB780, respectively. At LSC, ten international collaborations are carrying out research at the frontier of particle physics and particle astrophysics.

a lo largo del túnel ferroviario (cuatro) y otros dos en una de las galerías entre el túnel ferroviario y el túnel carretero. Además, el LSC y el largo túnel ferroviario ofrecen la posibilidad de llevar a cabo estudios en microbiología para, por ejemplo, llegar a entender qué procesos regulan el flujo de energía para la vida subterránea. El proyecto GOLLUM está interesado en la identificación y caracterización de las comunidades microbianas que habitan en una variedad de rocas a lo largo del túnel ferroviario. En conclusión, el LSC es una infraestructura científica multidisciplinar a nivel mundial con 1600 m² de superficie y un volumen de 11000 m³ en el laboratorio subterráneo equipado con un número destacado de instalaciones. La infraestructura principal subterránea, denominada LAB2400, se divide en Hall A, el área experimental de mayor superficie, y Hall B. El resto de las infraestructuras se denominan LAB2500 y LAB780 respectivamente. En el LSC, diez colaboraciones internacionales llevan a cabo sus investigaciones en la frontera entre la física de partículas y la física de astropartículas.



2

ACTIVITIES/ACTIVIDADES 2018

The following experiments have been carrying out activities at LSC in 2018: ANAIS and ArDM on dark matter; NEXT-White on neutrino physics and GEODYN and ETSEC on geophysics. Another project has been in operation as ancillary set-up to SuperKGd for the SK experiment in Japan. Preparation work for the CROSS experiment on neutrinoless double beta decay with bolometers based on tellurium and molybdenum has been carried out. In addition, the new experiment, named TREX-DM is being installed in Hall A.

The ULBS Service, working since 2010, is offering a high-quality screening facility to experiments. At present, it is equipped with seven p-type coaxial High Purity Germanium (HPGe) detectors, shielded with 20 cm of lead with a low contamination in ^{210}Pb . An internal OFHC copper layer completes the shielding. In 2018 the ULBS has carried out radio-purity assay for experiments working at LSC. The CES Service at LSC is a unique facility amongst the underground laboratories in Europe. This Service got interest to carry out research to understand the surface contamination due to ^{210}Pb and ^{210}Po , and to characterize the properties of electro-formed copper for low temperature use in bolometers. The infrastructures at LSC have been upgraded with a radon detector with sensitivity of order 1 mBq/m³. This detector continuously monitors the radon-free air delivered by the radon abatement system. Radon-free air is continuously delivered to experiments since 2018. The LSC services has been upgraded with a new instrument (ICP-MS), performing radio-purity assay at demand since 2018.

A new building named "La Casa de los Abetos" was given to LSC in 2015. The building is located just outside the surface building of LSC in Canfranc Estación. In 2018 the exhibition room in "La Casa de los Abetos" is completed and equipped with screens for divulgation and outreach experiments about the underground laboratory.

Los siguientes experimentos han llevado a cabo actividades en el LSC durante el 2018: ANAIS y ArDM en materia oscura. NEXT-White en física de neutrinos y GEODYN y ETSEC en geofísica. Otro proyecto, SuperKGd, ha estado en funcionamiento como soporte del renovado experimento SK en Japón. También se ha iniciado la preparación del experimento CROSS con bolómetros basados en telurio y molibdeno. Además, el nuevo experimento TREX-DM dedicado a la búsqueda de interacciones de la materia oscura con núcleos ligeros se ha instalado en el Hall A.

El servicio ULBS, en uso desde el 2010, ofrece una instalación de alta calidad en la toma de medidas de radiopureza. En la actualidad alberga siete detectores de Germanio de Alta Pureza (HPGe) tipo p coaxial. Cada detector está protegido por un revestimiento de 20 cm de plomo de baja contaminación en ^{210}Pb . Una capa interna de cobre OFHC completa la protección. Durante el 2018 el ULBS ha llevado a cabo análisis de radiopureza para los experimentos del LSC. El servicio CES del LSC es una instalación única entre los laboratorios subterráneos en Europa. Dicho servicio ha recibido interés en llevar a cabo investigaciones sobre la contaminación superficial debida al ^{210}Pb y ^{210}Po , y para caracterizar las propiedades del cobre electroformado en bolómetros. El LSC dispone de un detector de radón con una sensibilidad del orden de 1mBq/m³, utilizado para monitorizar el aire libre de radón producido por el sistema de reducción de radón. Desde 2018 se entrega aire libre de radón de modo continuo a los experimentos.

El edificio conocido como "La Casa de los Abetos" fue cedido al LSC en el 2015. Dicho edificio se encuentra ubicado frente al edificio sede del LSC en Canfranc Estación. Durante el 2018 la nueva sala de divulgación en La Casa de los Abetos se ha completado y equipado con pantallas y paneles de divulgación sobre el laboratorio subterráneo y varios detectores de uso divulgativo.

3

EVENTS/EVENTOS 2018



RENATA – Dark Matter Meeting & Tribute to Jose Angel Villar
RENATA – Dark Matter Meeting y Homenaje a José Ángel Villar
February/ Febrero 2018



Researcher's Night, Zaragoza
Noche de los Investigadores, Zaragoza
September/ Septiembre 2018



22nd LSC Scientific Committee Meeting
22ª Reunión del Comité Científico del LSC
April/ Abril 2018



Exploring the Dark Universe OAJ-LSC
Explorando el universo oscuro, sinergias entre OAJ-LSC
Paraninfo Zaragoza November/Noviembre 2018



Meeting LINDUS Project
Reunión Proyecto LINDUS
July/Julio 2018



Open day
Jornada de puertas abiertas
November/Noviembre 2018



CAL “Future of Dark Matter”
Reunión CAL (Canfranc Advanced Lab)–
“Futuro de la Materia Oscura”
August/Agosto 2018



International Cosmic Day
November/Noviembre 2018

4

SNAPSHOTS/ CAPTURAS 2018



Grabación del programa
“Comando Actualidad”
Enero 2018

Recording of the program
“Comando Actualidad”
January 2018



Entrevista al Director del LSC para el programa
“No es un día cualquiera” de RNE
Julio 2018

Interview to the LSC Director for the radio
program “No es un día Cualquiera” of RNE
July -2018



Grabación del programa
“Aquí hay trabajo” de La 2 TV
Noviembre 2018

Recording of the program
“Aquí hay trabajo” La 2 TV
November 2018



Visita Diario “La Stampa”,
Italia
Octubre 2018

Visit by “La Stampa”
(Italy)
October 2018



Grabación del Programa
Trans Pyrenean
para La BBC
Mayo 2018

Recording of the BBC program
“TransPyrenean”
May 2018



Visita del Consejero de Vertebración del
Gobierno de Aragón,
Jose Luis Soro
Marzo 2018

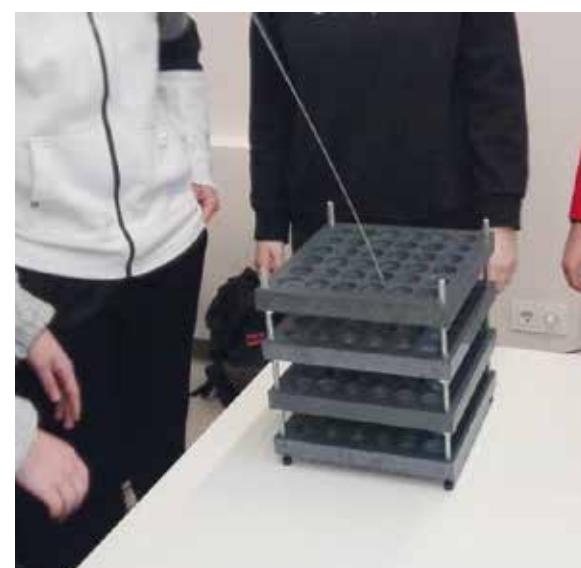
Visit of the Structuring Counselor of the
Aragon Government,
Jose Luis Soro
March 2018



Charla del Director en la Conferencia
“Estrellas del Pirineo” Boltaña
Noviembre 2018

Public talk “Stars of the Pyrenees” by the
LSC Director. Boltaña
November 2018

International Cosmic Day Noviembre 2018 / November 2018



LSC Open Day

Nov. 2018



5

ANALIS

There is overwhelming evidence from cosmological and astrophysical observations supporting the existence of dark matter (DM). Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) are among the better motivated candidates to explain DM, which could be detected in direct, indirect or accelerator searches, complementary to each other. Only one experiment, DAMA/LIBRA, has provided a long-standing positive result: the observation of a highly statistically significant annual modulation in the detection rate, compatible with that expected for galactic halo dark matter particles. This result has neither been reproduced by any other experiment, nor ruled out in a model independent way. Compatibility among the different experimental results in most conventional WIMP-DM scenarios is actually disfavoured. Then, a similar annual modulation search using the same target is mandatory to shed light on the DAMA/LIBRA conundrum, which is the goal of the ANAIS (Annual modulation with NaI Scintillators) experiment.



An annual modulation in the dark matter interaction rate is expected by the revolution of the Earth around the Sun, which distorts the DM particle velocity distribution function as seen by the detector, typically assumed Maxwellian boosted by the Sun velocity. The effect is present unless the DM halo is co-rotating with the Solar System. However, it is strongly dependent on the specific halo model, both in amplitude and in phase. It is natural to assume that the Sun is moving through a locally isotropic DM halo, with the Earth orbiting aside. Consequently, searches are performed for a modulation of DM-like events with a period of one year and a well defined phase.

<http://gifna.unizar.es/anais>

Una evidencia abrumadora de observaciones cosmológicas y astrofísicas respaldan la existencia de materia oscura (DM). Las partículas masivas con interacción débil (WIMP) son uno de los candidatos mejor motivados para explicar la DM, y podrían detectarse en búsquedas directas, indirectas o en aceleradores, técnicas de detección complementarias entre sí. Únicamente el detector DAMA/LIBRA, ha proporcionado un resultado positivo: la observación de una modulación anual significativa en la tasa de detección, compatible con la señal esperada para las partículas de materia oscura en el halo galáctico. Este resultado no ha sido reproducido por ningún otro experimento, ni descartado con un análisis independiente de modelo. La compatibilidad entre los diferentes resultados experimentales en la mayoría de los escenarios WIMP-DM convencionales está desfavorecido. Así, una búsqueda de modulación anual similar usando el mismo objetivo es necesaria para resolver el enigma DAMA / LIBRA, que es el objetivo del experimento de Modulación Anual con Centelleadores de NaI (ANAIS).

Se espera una modulación anual en la tasa de interacción de la materia oscura por la traslación de la Tierra alrededor del Sol, que distorsiona la función de distribución de velocidad de partículas de DM tal como la ve el detector, una distribución Maxwelliana de velocidades incrementada por la velocidad del Sol. El efecto está presente a menos que el halo DM rote solidariamente con el Sistema Solar. Sin embargo, depende en gran medida del modelo de halo específico, tanto en amplitud como en fase.

La hipótesis más simple es suponer que el Sol se mueve a través de un halo de DM localmente



A full and consistent analysis requires then several years of measurement in very stable conditions. This is the long-term goal of our experiment. ANAIS-I12, consisting of 112.5 kg of NaI(Tl) detectors, was installed in 2017 at the Canfranc Underground Laboratory (LSC) in Spain. The ANAIS-I12 set-up undergoes a different residual cosmic ray flux and environmental conditions than DAMA/LIBRA (800 m versus 1400 m rock overburden, for instance). Consequently, the potential confirmation of a modulation with same phase and amplitude would be very difficultly explained as an effect of backgrounds or systematics.

We briefly summarize here the most relevant features of the experimental apparatus. ANAIS-I12 uses nine NaI(Tl) modules produced by Alpha Spectra Inc. in Colorado. These modules have been manufactured from 2012 to 2017, and shipped to Spain avoiding air travel in order to prevent cosmogenic activation of the module materials. Each crystal is cylindrical (4.75" diameter and 11.75" length), with a mass of 12.5 kg, and it is housed in OFE (Oxygen Free Electronic) copper. This encapsulation has a Mylar window allowing low energy calibration using external gamma sources. It incorporates two quartz optical windows to couple the photomultiplier tubes (PMTs). All PMT units and all relevant materials used in the building of the detectors, have been screened for radiopurity using HPGe detectors in the low background facilities at LSC. Their contribution to the experiment background has been estimated and included in our background model. Our modules show an outstanding light collection, at the level of 15 photoelectrons (phe) per keV.

ANAIS-I12 is calibrated every two weeks using external ^{109}Cd sources: all the nine modules are simultaneously calibrated using a multi-source system which minimizes down time periods. Background events from the decay of ^{40}K and ^{22}Na in the crystal bulk, associated to 3.2 and 0.9 keV energy depositions, and selected by coincidence with an energy deposition in a second module of 1461 and 1275 keV, respectively, are also used to improve the accuracy of the calibration down to the energy threshold.

isotrópico, con la Tierra en órbita y se realizan búsquedas para una modulación de la señal debida a DM con un período de un año y una fase bien definida.

Un análisis completo y consistente requiere varios años de medidas en condiciones muy estables. Este es el objetivo a largo plazo de nuestro experimento. ANAIS-I12, que consta de 112,5 kg de detectores de NaI (Tl), se instaló en 2017 en el Laboratorio Subterráneo Canfranc (LSC). ANAIS-I12 recibe un flujo de rayos cósmicos residuales y condiciones ambientales diferentes a las de DAMA / LIBRA (800 m frente a una sobrecarga de roca de 1400 m, por ejemplo). En consecuencia, la confirmación potencial de una modulación con la misma fase y amplitud se explicaría muy difícilmente por el fondo o errores sistemáticos.

Resumimos aquí las características más relevantes del experimento. ANAIS-I12 utiliza nueve módulos NaI (Tl) producidos por Alpha Spectra Inc. en Colorado. Estos módulos se fabricaron entre 2012 y 2017 y se trajeron a España evitando los viajes aéreos con el objetivo de reducir la activación cosmogénica de los materiales del módulo. Cada cristal es cilíndrico (4.75" de diámetro y 11.75" de largo), con una masa de 12.5 kg, y está alojado en una cápsula de cobre libre de oxígeno (OFE). Esta encapsulación tiene una ventana tipo Mylar para calibración de baja energía con fuentes gamma externas. Incorpora dos ventanas ópticas de cuarzo para acoplar los tubos fotomultiplicadores (PMT). Todos los PMT y materiales relevantes utilizados en la construcción de los detectores han sido caracterizados radioactivamente en las instalaciones de bajo fondo en LSC. Su contribución al fondo del experimento se ha incluido en nuestro modelo de fondo. Nuestros módulos muestran un excelente nivel de 15 fotoelectrones (phe) por keV.

ANAIS-I12 se calibra cada dos semanas, usando fuentes externas de ^{109}Cd : los nueve módulos se calibran simultáneamente usando un sistema de múltiples fuentes. Los eventos de fondo de la desintegración de ^{40}K y ^{22}Na en la masa de cristal, asociados a depósitos de energía de 3.2 y 0.9 keV, y seleccionados por coincidencia con un depósito de energía en un segundo módulo de 1461 y 1275 keV, respectivamente, también se utilizan para mejorar la precisión de la calibración hasta el umbral de energía.

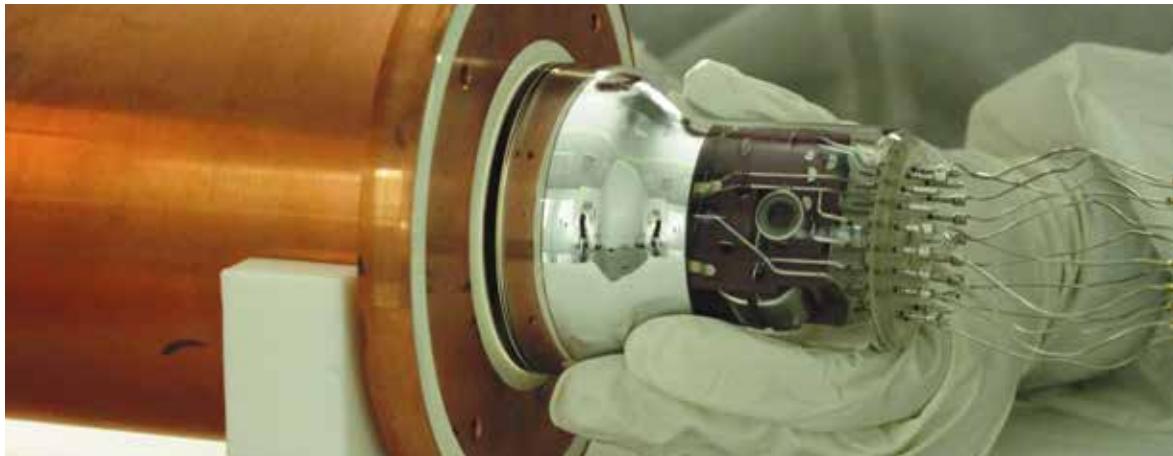
The ANAIS-II2 shielding consists of 10 cm of archaeological lead, 20 cm of low activity lead, anti-radon box(continuously flushed with radon-free nitrogen gas), active muon veto system made up of 16 plastic scintillators designed to cover top and sides of the whole ANAIS set-up and 40 cm of neutron moderator (a combination of water tanks and polyethylene blocks). In the design of the muon veto system we followed a tagging strategy instead of a hardware vetoing. The goal was twofold: on the one hand, to discard events in the NaI(Tl) crystals coincident with muon veto triggers. On the other hand, to analyse eventual correlations between muon hits in the plastic scintillators and events in the NaI(Tl) crystals, especially in the region of interest (ROI), of 1-6 keV.

The ANAIS-II2 electronic chain and data acquisition system (DAQ) is shortly described here. Each PMT charge signal is independently processed and divided into: (1) a trigger signal; (2) a low energy (LE) signal that goes to the digitizers which sample the waveforms at 2 Gs/s with high resolution (14 bits); and (3) a high energy (HE) signal, conveniently attenuated. The trigger of each PMT signal is done at phe level, while the single module trigger is done by the coincidence (logical AND) of the two PMT triggers in a 200 ns window. The global trigger is the logical OR of the nine modules trigger signals. Trigger efficiency is close to 100% down to the analysis threshold established at 1 keV.

El blindaje ANAIS-II2 consta de 10 cm de plomo arqueológico, 20 cm de plomo de baja actividad, caja anti-radón (continuo flujo de gas nitrógeno sin radón), sistema de veto de muones compuesto por 16 centelleadores de plástico que cubren la parte superior y los lados de toda la configuración de ANAIS y 40 cm de moderador de neutrones (una combinación de tanques de agua y bloques de polietileno). En el diseño del sistema de veto de muones, seguimos una estrategia de identificación en lugar de un veto por hardware. El objetivo es doble: descartar eventos en los cristales de NaI (Tl) que coinciden con los debidos a los muones vetados y analizar correlaciones eventuales entre los muones y los eventos en los cristales de NaI (Tl), especialmente en la región de interés (ROI), de 1-6 keV.

La electrónica y el sistema de adquisición de datos (DAQ) se describen brevemente aquí. Cada señal de carga del PMT se procesa independientemente y se divide en: (1) señal de activación; (2) señal de baja energía (LE) que va a los digitalizadores que muestran las formas de onda con alta resolución a 2 Gs/s (14 bits); y (3) una señal de alta energía (HE) atenuada. El disparador de cada señal del PMT se realiza a nivel de phe, mientras que el disparador de módulo único se realiza por coincidencia (AND lógico) de los dos disparadores PMT en una ventana de 200 ns. El activador global es el OR lógico de las señales de activación de los nueve módulos. La eficiencia de activación es cercana al 100% hasta el umbral de análisis a 1 keV.





ANALIS-II2 started taking data in the DM mode on August 3rd, 2017. It has accumulated more than one year of data-taking time in quite stable conditions. Total live time available for the annual modulation analysis is 341.72 days in the first year. This implies a live time of 94.5%, dead time of 2.9%, and down time of 2.6% (2.6%) for the first year of data taking. The down time is mainly due to the periodical calibration runs carried out using low energy gamma sources. The background model for all the nine detectors used in the ANALIS-II2 set-up has been developed. It is based on MC simulations using the measured activity in external components and in crystals, including cosmogenic products, quantified in dedicated, independent measurements using different analysis techniques. It provides a good overall description of measured data at all energy ranges above 2 keV and at different analysis conditions (coincidence or anticoincidence). In the ROI the background is dominated by the emissions from the crystals themselves, in particular, ^{210}Pb (32.5%) and ^3H (26.5%) continua, and ^{40}K (12%) and ^{22}Na (2.0%) peaks are the most significant contributions. Short-lived isotopes cosmogenically activated are still present in the bulk of the last received crystals, contributing as background in the ROI, especially in the [3-5] keV region. However, from 1 to 2 keV there is a large fraction of our background lacking from explanation. It could have as origin non-bulk scintillation leaking through our event selection criteria. In summary, ANALIS-II2 experiment is ready to test the DAMA/LIBRA annual modulation result in a model independent way with an estimated sensitivity able to reach our goal in 5 years.

ANALIS-II2 comenzó a tomar datos para detección de DM el 3 de agosto de 2017. Ha acumulado más de un año de toma de datos en condiciones muy estables. El tiempo total disponible para el análisis de modulación anual es de 341.72 días en el primer año. Esto implica un tiempo de vida del 94,5%, un tiempo muerto del 2,9% y un tiempo de inactividad del 2,6%, que principalmente se debe a las periódicas calibraciones con fuentes gamma de baja energía. Se ha desarrollado el modelo de fondo para los nueve detectores utilizados en la configuración ANALIS-II2. Se basa en simulaciones MC que utilizan la actividad medida de los componentes externos y de los cristales, incluida la actividad cosmogénica, cuantificados en mediciones dedicadas e independientes con diferentes técnicas de análisis. Proporciona una buena descripción general de los datos medidos en todos los rangos de energía por encima de 2 keV tanto coincidencia como en anticoincidencia. En la ROI, el fondo está dominado por las emisiones de los propios cristales, en particular, el continuo de ^{210}Pb (32.5%) y ^3H (26.5%) y los picos de ^{40}K (12%) y ^{22}Na (2.0%). Los isótopos de vida corta activados cosmogénicamente todavía están presentes en la mayor parte de los últimos cristales recibidos, contribuyendo como fondo en la ROI, especialmente en la región [3-5] keV. Sin embargo, de 1 a 2 keV hay una gran fracción de nuestro fondo que puede deberse al centelleo no masivo que se filtra con nuestros criterios de selección de eventos. El experimento ANALIS-II2 está listo para verificar el resultado de modulación anual DAMA/LIBRA, sin dependencia de modelo, con una sensibilidad capaz de alcanzar nuestro objetivo en cinco años.

6

ARDM & DART

Argon Dark Matter (ArDM) is a direct dark matter experiment for Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) searches. The ArDM detector is designed as a tonne-scale dual-phase liquid-argon time projection chamber (LArTPC) to detect elastic scattering of WIMPs on argon nuclei, by observing ionisation and scintillation events, which are produced by the recoiling nucleus in the argon medium. The ArDM experiment consists of a cylindrical TPC installed in a LAr dewar of 1 m diameter. A layer of 10 cm of LAr is available around the target to shield particles entering from the outside. The detector active volume is confined by an optical surface made of high-reflectivity Polytetrafluoroethylene (PTFE) foils to collect as many photons as possible. The PTFE reflectors are coated with a thin layer of a wavelength shifter (WLS), to convert the argon scintillation VUV light to a range of maximal sensitivity of the photomultiplication tubes (PMTs).

The 24 low-radioactivity cryogenic 8" PMTs are distributed in two equal arrays for light readout, the top PMT array above the LAr target in the gaseous phase and the bottom array immersed in LAr. Nuclear recoils induced by WIMPs or neutrons, or electron recoils by radiation, as well as charged particle (alphas, betas or muons) interactions in the argon medium generate scintillation light (S1) and electron-ion pairs. When the detector works in the dual-phase (liquid and gaseous) mode, the electrons can be separated from their ions in an electric field and drift upwards to the argon surface. After being extracted from the LAr to the gaseous argon (GAr) on top, these electrons are accelerated and the secondary scintillation light (S2), which is proportional to the amount of electrons extracted, is produced. Both S1 and S2, which are vacuum ultraviolet (VUV) light with a wavelength around 127 nm, can be wavelength shifted to visible range by a layer of tetraphenyl butadiene (TPB) deposited on the inner surfaces and read out by the PMT arrays. In the single-phase

<http://darkmatter.ethz.ch/>

Materia Oscura con Argón (ArDM) es un experimento de búsquedas de partículas masivas con interacción débil (WIMP). El detector ArDM consiste en una cámara de proyección temporal de argón líquido de doble fase de una tonelada (LArTPC) para detectar la dispersión elástica de WIMP en los núcleos de argón, al observar los eventos de ionización y centelleo, que se producen por el retroceso del núcleo en el medio de argón. ArDM consiste en una TPC cilíndrica instalada en un recipiente de LAr de 1 m de diámetro. Una capa de 10 cm de LAr alrededor del volumen activo identifica las partículas incidentes del exterior. El volumen activo del detector está recubierto por una superficie óptica construida con láminas de polietetrafluoroetileno (PTFE) de alta reflectividad para recoger la mayor cantidad de luz. Los reflectores están recubiertos con una capa delgada de un cambiador de longitud de onda (WLS), para convertir la luz VUV de centelleo del argón en luz en el rango de sensibilidad máxima de los tubos fotomultiplicadores (PMT).

Los PMT criogénicos de baja radiactividad de 8" (24) se distribuyen en dos conjuntos iguales para la lectura de luz, el conjunto superior de PMT en la fase gaseosa y el conjunto inferior sumergido en LAr. Los retrocesos nucleares inducidos por WIMP o neutrones, los de electrones por radiación, así como las interacciones de partículas cargadas (alfa, betas o muones) en el medio argón generan luz de centelleo (S1) y pares de ion-electrón. Cuando el detector funciona en el modo de doble fase, los electrones pueden separarse de sus iones en un campo eléctrico y derivar hacia al argón gaseoso (GAr). Después de extraerse del LAr al GAr, estos electrones se aceleran y la luz de centelleo secundaria (S2), que es proporcional a la cantidad de electrones extraídos. Tanto S1 como S2, consisten en luz ultravioleta en vacío (VUV) con una longitud de onda de alrededor de 127 nm, pueden ser desplazados a un rango visible por una capa de tetrafenilbutadieno (TPB) depositado en las superficies internas y leídas por los PMT. En la puesta en marcha del

commissioning Run I, with zero electric field, only S1 signals were recorded.

During ArDM Run I no voltages were applied to the drift cage ($E=0$) and the detector was operated in single-phase mode with a slightly different geometry than for double phase operation creating an active LAr target of around 850 kg. During ArDM Run II the active target volume, defined by the drift cage, amounts to about 540 liters, corresponding to about 750kg of LAr and the detector is operated in double-phase with an approximately uniform vertical electric field is created in the active volume. By applying negative HV to the cathode electrons are drifted to the top where they are extracted into the gaseous phase of the detector producing the secondary signal S2. The drift cage has a shape of vertical cylinder, 112 cm in height and 80 cm in diameter, owing a flat section on the side to accommodate the large HV feedthrough. The drift cage is formed by 27 field shaper rings vertically arranged with a pitch of 40 mm. The rings are mounted onto seven 40 mm thick pillars made out of high-density polyethylene (HDPE). Top and bottom of the active volume are electrically closed by an extraction and cathode grid, respectively. The maximal design value of the cathode voltage is -100 kV creating a drift field up to about 1 kV/cm. A further grid is mounted 13 cm below the cathode grid biased to a voltage similar to the one for the PMTs as HV protection.

Run I de fase única, con campo eléctrico cero, solo se registraron señales S1.

Durante el Run I de ArDM no se aplicó voltaje en la jaula de deriva ($E = 0$) y el detector funcionó en modo monofásico con una geometría ligeramente diferente que en la operación de doble fase, con una masa de LAr de alrededor de 850 kg. Durante el Run II de ArDM, el volumen activo, definido por la jaula de deriva, es 540 litros, que corresponde a 750 kg de LAr y el detector se opera en fase doble con un campo eléctrico vertical aproximadamente uniforme en el volumen activo. Al aplicar alto voltaje negativo al cátodo, los electrones se derivan hacia la parte superior, donde se extraen a la fase gaseosa del detector que produce la señal secundaria S2. La jaula de deriva tiene una forma de cilindro vertical, 112 cm de altura y 80 cm de diámetro, con una sección plana en el lateral para acomodar el gran paso de alto voltaje. La jaula de deriva tiene 27 anillos dispuestos verticalmente con un paso de 40 mm. Los anillos se montan en siete pilares de 40 mm de espesor hechos de polietileno de alta densidad (HDPE). La parte superior e inferior del volumen activo están eléctricamente cerradas por una rejilla de extracción y cátodo, respectivamente. El valor de diseño máximo del voltaje del cátodo es -100 kV, creando un campo de deriva de aproximadamente 1 kV/cm. Una rejilla adicional se monta 13 cm por debajo de la rejilla del cátodo con un voltaje similar al de los PMT.





After several years of preparation, the ArDM experiment has recently reached an important milestone in the line of the project. The detector is running under stable experimental conditions in maximum-speed data-taking-mode. The purity of the LAr target is sufficiently high for satisfactory S1 and S2 signals, still improving, and suggesting good data quality. Data are collected in large quantities and the analysis projects towards the main physics aims of ArDM were started. This step forward was achieved by the integration of a heated getter cartridge in the gaseous recirculation circuit of ArDM, which was commissioned on November 7th. 2018. Since more than one year the detector is running in the double phase operational mode (Run II) taking continuously data at charge drift fields around 35 kV and an extraction field around 5 kV. No evidence for sparking or leakage currents were observed. More than 1010 events were recorded to disk. The operation of ArDM in the dual-phase mode yielded a major milestone in the experimental program. It is the first tonne-scale LAr TPC designed for a low energy threshold running at an underground site. The first tasks were to explore the main detector properties, to upgrade the external experimental components for a good purification of the argon and to find stable experimental operational conditions for mass data taking. This was achieved by improving the control system with additional operational safety. Preliminary results from a 1.2 live day data set were taken 2 weeks after commissioning of the new filter; demonstrating the capabilities of the ton scale LArTPC.

Después de varios años de preparación, el ArDM ha alcanzado recientemente un hito importante. El detector funciona en condiciones estables en el modo de toma de datos de velocidad máxima. La pureza del LAr es suficientemente alta para señales S1 y S2 satisfactorias, todavía mejorando y sugiere una buena calidad de datos. Se están tomando grandes cantidades de datos y se han iniciado los análisis de los principales objetivos de ArDM. Este paso adelante se ha logrado gracias a una trampa caliente en el circuito de recirculación gaseosa de ArDM, en uso desde el 7 de noviembre de 2018. Desde hace más de un año, el detector está funcionando en doble fase (Run II) tomando datos continuamente con campos de deriva de 35 kV y campos de extracción de 5 kV. No se observaron chispas ni corrientes de fuga. Se recogieron más de 1010 eventos grabados en disco. La operación de ArDM en el modo de fase doble es un hito importante en el programa experimental: es la primera LAr TPC en la escala de tonelada con umbral de baja energía en un laboratorio subterráneo. Las tareas iniciales han sido explorar las principales propiedades del detector, actualizar los componentes experimentales externos para una buena purificación del argón y encontrar condiciones operativas experimentales estables para la toma masiva de datos. Se ha mejorado el sistema de control con seguridad operacional adicional. Los resultados preliminares de 1.2 días se han tomado 2 semanas después de la puesta en marcha del nuevo filtro, lo que demuestra las capacidades de la escala de toneladas LArTPC.





The ArDM infrastructure can be of great use for developments in the radiopure argon program of the future experiment Dark Side (DS-20k). DArT at ArDM is a proof-of-concept for a facility to determine the radio-purity of argon with high precision. The goal is to measure the intrinsic remnant contamination, particularly ^{39}Ar and ^{85}Kr , of argon samples purified at the distillation column (Aria), and/or recuperated from the CO₂ gas well (Uraria) of the Kinder-Morgan plant, Colorado (USA). In a first phase we plan to operate a small single-phase LAr chamber of about 1 liter volume inside ArDM at LSC. For this purpose the ArDM detector will run in the single phase operational mode as an active veto for internal and external backgrounds. For the reason of retaining the dual phase setup for later measurements and faster experimental turnover, we decided to build a new single-phase setup with two sets of each 6 low background PMTs in the top and in the bottom, of the same type as presently used in ArDM. This allows for a dedicated and optimised setup for DArT, which can be easily swapped with the presently installed dual phase setup. The dual phase setup can be re-used later for measurements with highest sensitivities where a large detector volume is needed (fiducialization), once depleted argon is available in large quantities.

ArDM puede ser de gran utilidad para el programa de radiopureza de argón del futuro experimento Dark Side (DS-20k). DArT en ArDM es una prueba de concepto para una instalación que determina la pureza radioeléctrica del argón con alta precisión. El objetivo es medir la contaminación remanente intrínseca, particularmente ^{39}Ar y ^{85}Kr , de muestras de argón purificadas en la columna de destilación (Aria), recuperadas del pozo de gas CO₂ (Uraria) de la planta de Kinder-Morgan, Colorado. En una primera fase, planeamos operar una pequeña cámara LAr de 1 litro dentro de ArDM en LSC. Para este propósito, el detector ArDM se ejecutará en el modo de una fase como un voto activo para fondos internos y externos. Por la razón de retener la configuración de fase dual para mediciones posteriores, hemos decidido construir la configuración de fase única con dos conjuntos de 6 PMT de bajo fondo en la parte superior y en la inferior, del mismo tipo que los utilizados actualmente en ArDM. Esto permite una configuración dedicada y optimizada para DArT, que puede intercambiarse fácilmente con la configuración de fase dual instalada actualmente. La configuración de fase dual se puede reutilizar para medidas con sensibilidad mayor donde se necesita un gran volumen de detector (fiducialización), una vez que el argón puro esté disponible en grandes cantidades.

7

CROSS

The goal of the Cryogenic Rare-event Observatory with Surface Sensitivity (CROSS) is the development of a technology capable of investigating lepton number violation and the nature of neutrino with unprecedented sensitivity, by searching for neutrinoless double beta decay ($0\nu2\beta$) of two promising isotopes (^{100}Mo and ^{130}Te) with the bolometric approach. The CROSS key idea is to provide the bolometric detection technique – ideally tailored to the study of this rare nuclear transition as it features high energy resolution, large efficiency and wide flexibility in the detector material choice – with an additional decisive characteristic: an effective pulse-shape-discrimination (PSD) capability, enabling the rejection of events from surface radioactive impurities and other background-inducing phenomena. This new detector property will pave the way to bolometric experiments with background levels so low – less than 0.5 counts/y in 1 tonne of isotope in the region of interest (ROI) – to make possible future large searches penetrating in prospects the direct-ordering region of the neutrino masses.

The CROSS ERC Advanced Grant project started officially on January 1st, 2018. In these first eleven months, we made important progresses concerning most of the CROSS activity branches, closely following the CROSS program. However, two major events occurred outside CROSS, though strictly related to it, which will influence strongly the CROSS future developments: a) detection of a residual contamination of ^{232}Th in the CUORE cryostat, whose location is still under investigation, which contributes to the background almost only for ^{130}Te , due to the lower Q-value of this isotope. b) the CUPID collaboration decided to fix the baseline for CUPID, the proposed follow-up of CUORE exploiting the same cryogenic infrastructure. This baseline foresees the study of the nuclide ^{100}Mo embedded in Li_2MoO_4 enriched crystals, one of the two isotopes studied in CROSS.

El objetivo del Observatorio criogénico de eventos raros con detección superficial (CROSS) es el desarrollo de una tecnología capaz de investigar la violación del número leptónico y la naturaleza del neutrino con una sensibilidad sin precedentes, mediante la búsqueda de la desintegración doble beta sin neutrinos ($0\nu2\beta$) de dos isótopos prometedores (^{100}Mo y ^{130}Te) con la técnica bolométrica. La idea clave de CROSS es proporcionar a la técnica de detección, idealmente diseñada para el estudio de esta rara transición nuclear, ya que presenta alta resolución energética, gran eficiencia y amplia flexibilidad en la elección del material del detector, con una característica decisiva adicional: la capacidad de discriminación de la forma del pulso (PSD), que permite el rechazo de eventos de impurezas radiactivas de superficie y otros fenómenos generadores de fondo. Esta nueva propiedad podrá permitir el desarrollo de experimentos bolométricos con niveles de fondo tan bajos - menos de 0.5 eventos/año en 1 tonelada de isótopo en la región de interés (ROI) - para hacer posibles las futuras búsquedas de la señal producida en la región de las masas de neutrinos con ordenación normal.

El proyecto CROSS financiado con una ERC Advanced Grant comenzó oficialmente el 1 de enero de 2018. En el primer año, se han hecho progresos importantes en la mayoría de áreas del programa CROSS. Sin embargo, dos importantes sucesos externos a CROSS, estrictamente relacionados con él, influyen en los desarrollos futuros de CROSS: a) detección de una contaminación residual de ^{232}Th en el criostato CUORE, cuya ubicación aún está bajo investigación, lo que contribuye al fondo casi solo para ^{130}Te , debido al menor valor Q de este isótopo. b) la colaboración de CUPID decidió fijar la línea de base para CUPID, el seguimiento propuesto de CUORE que explota la misma infraestructura criogénica. Esta línea de base prevé el estudio del nucleido ^{100}Mo incrustado en cristales enriquecidos con Li_2MoO_4 , uno de los dos isótopos estudiados en CROSS.



The breakdown of the work performed during 2018 was: 1) Cryostat construction by Cryoconcept (<http://cryoconcept.com/>) is well advanced. The dilution unit (the inner part of the cryostat that produces the base temperature) was built and cooled down. The mixing chamber reached a temperature below 10 mK, confirming the CROSS technical specification. The cryostat will be fixed at a platform which will be kept 20 cm above the floor level in order to allow us to insert a polyethylene layer to moderate and absorb neutrons; 2) Preparation of the CROSS hut and the external lead castle in the Canfranc underground laboratory (LSC) to host CROSS; 3) achievement of Li_2MoO_4 crystals enriched in ^{100}Mo and plan for their test in an open CUORE-like structure in Laboratori Nazionali del Gran Sasso before the full availability of the CROSS cryostat; 4) development of the TeO_2 CROSS program in collaboration with groups which are studying enrichment, purification and crystallization of TeO_2 in the framework of the US CUPID R&D; 5) Demonstration of PSD induced by Aluminum film coating with temperature readout by neutron transmutation doped (NTD) Germanium thermistors in small-scale prototypes of both Li_2MoO_4 and TeO_2 .

El desglose del trabajo realizado durante 2018 fue: 1) construcción del criostato por Cryoconcept (<http://cryoconcept.com/>) está muy avanzada. La unidad de dilución (la parte interna del criostato que produce la temperatura base) está construida y enfriada. La cámara de mezcla alcanzó la temperatura de 10 mK, confirmando las especificaciones técnicas de CROSS. El criostato se fijará en una plataforma, 20 cm sobre el nivel del suelo, que aloje una capa de polietileno para moderar neutrones; 2) Preparación del habitáculo de CROSS y el castillo de plomo externo en el laboratorio subterráneo Canfranc (LSC); 3) obtención de cristales de Li_2MoO_4 enriquecidos en ^{100}Mo y pruebas en una estructura abierta tipo CUORE en el Laboratorio Nacional del Gran Sasso antes de la disponibilidad del criostato CROSS; 4) Desarrollo del programa TeO_2 CROSS en colaboración con grupos que estudian el enriquecimiento, la purificación y la cristalización del TeO_2 en el marco de la I+D de CUPID de EE.UU. 5) Demostración de la PSD inducida por recubrimiento de película de Aluminio con lectura de temperatura con termistores de Germanio dopados por transmutación de neutrones (NTD) en prototipos a pequeña escala de Li_2MoO_4 y TeO_2 .



8

ETSEC

The Einstein Telescope (ET) project aims to the realization of a crucial research infrastructure in Europe: a third generation Gravitational Wave (GW) observatory. ET has been supported as Design Study by the European Commission under the Framework Programme 7 (FP7, Grant Agreement 211743). This phase is concluded, and a Conceptual Design Document was released by the original eight partners. Currently a new phase is open addressed to the realization of the ET scientific collaboration. This process started in February 2018 and will conclude with the definition of the rules and bodies of the collaboration. The next step will be the submission of the ET proposal to the 2020 updated of the ESFRI roadmap.

The aim of the Einstein Telescope Seismic Explorer (ETSEC) is to characterize the seismic noise in Canfranc for the verification of site quality with respect to the construction of the Einstein Telescope. The principal data analysis concentrates on the properties of the seismic noise in the Newtonian Noise range, i.e. between 1 and 30 Hz. We have studied the spectra, the variability of the noise, properties of the seismic waves and their dispersion relation, and the micro-quakes frequency and magnitude. We are currently in the process of finishing the pilot data analysis and we will apply our methods to all available data.

Our main findings so far are that the Canfranc site is low noise. The car traffic noise is attenuated on the distance of 50 to 100 meters. Therefore, the presence of the road tunnel is not a significant problem for the construction of ET. Rather, the presence of the road is an advantage because of the existing supply route for construction and exploitation. The car traffic causes low level seismic quakes that can still be detected. The typical velocity amplitude of the quakes does not exceed 5×10^{-8} m/s. In addition, it is a very good laboratory for the study of seismic fields and Newtonian noise cancellation algorithms.

El proyecto del Telescopio Einstein (ET) propone la realización de una infraestructura de investigación crucial en Europa: un observatorio de Ondas Gravitacionales (GW) de tercera generación. ET está financiado como Estudio de Diseño por la Comisión Europea bajo el Programa Marco 7 (FP7, Grant Agreement 211743). Esta fase concluyó con un documento con el diseño conceptual por los ocho socios iniciales. Actualmente está abierta una nueva fase dirigida a la creación de la colaboración científica ET. Este proceso comenzó en febrero de 2018 y concluirá con la definición de las reglas y los participantes en la colaboración. En el año 2020 se presentará la propuesta ET en la actualización de la hoja de ruta de ESFRI.

El objetivo del Explorador Sísmico del Telescopio Einstein (ETSEC) es caracterizar el ruido sísmico en Canfranc para la verificación de la calidad del sitio con respecto a la construcción del Telescopio Einstein. El análisis de datos principalmente se concentra en las propiedades del ruido sísmico en el rango de ruido newtoniano, es decir, entre 1 y 30 Hz. Hemos estudiado los espectros, la variabilidad del ruido, las propiedades de las ondas sísmicas y relación de dispersión, y la frecuencia y magnitud de los micro temblores. Actualmente estamos en el proceso de terminar el análisis de datos piloto y aplicaremos nuestros métodos a todos los datos disponibles. Nuestros principales hallazgos hasta ahora son que la localización Canfranc tiene poco ruido. El ruido del tráfico de automóviles se atenúa a una distancia de 50 a 100 metros. Por lo tanto, la presencia del túnel no es un problema significativo para la construcción de ET. Más bien, la presencia de la carretera es una ventaja debido a la ruta de suministro existente para la construcción. El tráfico de automóviles provoca terremotos sísmicos de bajo nivel que aún se pueden detectar. La amplitud de velocidad típica de los terremotos no excede de 5×10^{-8} m/s. Además, es un muy buen laboratorio para el estudio de campos sísmicos y algoritmos de cancelación de ruido newtonianos.

9

GEODYN

GEODYN is a geophysics observatory that covers the whole geodynamic spectrum, from near-field seismicity to tectonic deformations, Earth tides or Earth-core nutation. The facility has three components: two continuous GPS stations at the surface, and a broad-band seismometer, an accelerometer and two high-resolution laser strainmeters installed inside the tunnel. Three different teams: Seismic (CSIC, Barcelona), GPS (University of Barcelona) and Laser Interferometer (University of Salerno) are involved in the Geodyn Structure. The seismic sensors (broad-band seismometer and accelerometer) and the two CGPS antennas and recorders have been working correctly during 2018. Both interferometers have recorded data on a regular basis until July 2018. Last September two tiltmeters were installed (microradian level) on the top of both end-monuments of the LAB780 interferometer. The tiltmeters were kindly lent by INGV (National Institute of Geophysics and Volcanology, Italy) and, being originally bore-hole instruments, modified to be used as surface tiltmeters. Tilt data are regularly recorded since then, but at least one-year data are necessary to draw any conclusion about the possible (although surprising) instability observed in LAB780. In September 2018, an official agreement document has been signed between the LSC and the C.S.I.C. in order to regulate the scientific exploitation of the data recorded by the seismic instruments located in the Geodyn facility. This agreement will provide a legal framework to the ongoing collaboration between both institutions.

GEODYN es un observatorio de geofísica que cubre todo el espectro geodinámico, desde sismicidad de campo cercano hasta deformaciones tectónicas, mareas terrestres o nutación del núcleo terrestre. La instalación tiene tres componentes: dos estaciones GPS continuas en la superficie, un sismómetro de banda ancha, un acelerómetro y dos interferómetros láser de alta resolución instalados dentro del túnel. Tres equipos diferentes: Sísmico (CSIC, Barcelona), GPS (Universidad, Barcelona) e interferómetro láser (Universidad, Salerno) están involucrados en Geodyn. Los sensores sísmicos (sismómetro de banda ancha y acelerómetro) y las dos antenas y grabadoras CGPS han funcionado continuamente durante 2018. Ambos interferómetros registraron datos de forma regular hasta julio de 2018. El pasado septiembre se instalaron dos medidores de inclinación (nivel de microrradianes) en la parte superior del interferómetro LAB780. Los medidores de inclinación son un préstamo de INGV (Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología, Italia) y se modificaron para ser usados como medidores de inclinación de superficie. Los datos de inclinación se registran regularmente desde entonces, pero son necesarios datos de al menos un año para llegar a una conclusión sobre la posible (aunque sorprendente) inestabilidad observada en el LAB780. En septiembre de 2018, se firmó un documento de acuerdo oficial entre el LSC y el CSIC para regular la explotación científica de los datos registrados por los instrumentos sísmicos de Geodyn. Este acuerdo proporcionará un marco legal para la colaboración continua entre ambas instituciones.



10

GOLLUM

Although most microorganisms cannot be cultured in a laboratory setting, advances in genome-sequencing technology now allow organisms to be probed in their natural environments. The decreasing cost of high-throughput sequencing have prompted a number of tag-sequencing experiments, including such large-scale efforts as the Human Microbiome Project or the Earth Microbiome Project. This improvement demands larger efforts in bioinformatics, handling larger databases (Terabyte sizes) and many more comparisons. Faster and efficient codes have been built to satisfy this demand, but data management and analysis tools are still limited.

GOLLUM project sampled different depths and rocks by collecting one-meter length cylinders of rock drilled along the Somport tunnel, minimizing external contamination. Rock types in the tunnel include several types of limestones. IGEO horizontally drilled 14 cores (\varnothing 100 mm) in May 2016, approximately one meter above floor level on the right wall (coming in the Spanish entrance), on different locations in the train tunnel wall. After extraction, cores were immediately placed in cold cylinder capsules, transported and stored in -20°C freezers. Rock samples were easily broken in pieces with a high-pressure press (14 tons/cm²) and inner core pieces were pulverized inside a sterile steel cylinder with a pestle. Samples of cores, powder and DNA are stored for validation and further studies. GOLLUM demonstrated that there is native DNA in the samples. As expected from solid substrates, we found very heterogeneous taxa composition, which severely varies even within 10 cm. Some bacterial taxa are classified as extremophiles, lithophiles or alkaliphiles, either anaerobic or aerobic. Very significantly, we found archaeal taxa (firstly identified in submarine soil samples, consistent with the historical origin of the limestones), strongly correlated with the Molybdenum content in the sample.

Aunque la mayoría de los microorganismos no pueden cultivarse en un entorno de laboratorio, los avances en la tecnología de secuenciación del genoma ahora permiten que los organismos sean sondeados en sus entornos naturales. El coste decreciente de la secuenciación ha generado una multitud de experimentos, incluidos los esfuerzos a gran escala como los proyectos del Microbioma Humano o del Microbioma de la Tierra. Esta mejora exige mayores esfuerzos en bioinformática, manejo de bases de datos más grandes y muchas más comparaciones. Se han creado códigos más rápidos y eficientes para satisfacer esta demanda, pero las herramientas de análisis y gestión de datos siguen siendo limitadas.

El proyecto GOLLUM tomó muestras de roca a diversas profundidades recolectando cilindros de roca de un metro de longitud perforados a lo largo del túnel de Somport, minimizando la contaminación externa. Los tipos de roca en el túnel incluyen varios tipos de calizas. IGEO perforó horizontalmente 14 testigos (\varnothing 100 mm) en mayo de 2016, en diferentes lugares en la pared del túnel del tren. Después de la extracción, los núcleos se colocaron, transportaron y almacenaron en cápsulas de cilindro frío en congeladores a -20°C. Las muestras de roca se rompieron fácilmente en pedazos con una prensa de alta presión (14 tons/cm²) y las piezas del núcleo interno se pulverizaron dentro de un cilindro de acero estéril. Las muestras, polvo de roca y ADN, se almacenaron para validación y estudios posteriores. GOLLUM ha identificado ADN nativo en las muestras, con una composición de taxones muy heterogénea, que varía en las separaciones de 10 cm de muestreo. Algunos taxones bacterianos extremófilos se clasifican como litófilos o alcalífilos, anaeróbicos o aeróbicos. Significativamente, encontramos taxones de arqueas (identificados por primera vez en muestras de suelo submarino, consistentes con el origen histórico de las calizas), fuertemente correlacionados con el contenido de molibdeno en la muestra.

11

NEXT

Searches for neutrinoless double beta decay, the observation of which would imply total lepton number violation and would show that neutrinos are Majorana particles require excellent energy resolution to eliminate background events that occur at energies similar to the Q-value of the decay ($Q_{\beta\beta}$). The Neutrino Experiment with a XenonTime projection chamber (TPC), in short NEXT, collaboration intends to search for this decay by using 100 kg of xenon enriched to 90% in the candidate isotope ^{136}Xe ($Q_{\beta\beta} = 2457.8$ keV). In recent years, NEXT collaboration has developed and operated several gaseous xenon TPCs, including kg-scale detectors at Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) and at Instituto de Física Corpuscular (IFIC) and more recently the 5 kg-scale NEXT-White at the Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) in the Pyrenees.

The detector NEXT-White (named after our late mentor and friend Prof. James White) is an electroluminescent (EL) TPC filled with xenon gas and equipped with photosensors to detect the UV light emitted in interactions occurring within the active volume. Charged particles deposit energy within the drift region, producing a track of ionized and excited xenon atoms. The UV light emitted in the relaxation of the excited xenon atoms, called primary scintillation or S1, is detected immediately and the ionized electrons are drifted toward a readout plane consisting of a narrow region of high electric field, the EL gap. In passing through the EL gap, the electrons are accelerated to energies high enough to further excite, but not ionize, the atoms of the xenon gas, leading to the production of an amount of secondary scintillation photons (S2) proportional to the number of electrons traversing the gap. This amplification process, electroluminescence, allows for gains on the order of thousand photons per electron with lower fluctuations than by avalanche gain. In addition, the time elapsed between the observation of S1 and the arrival of S2 can be

<http://next.ific.uv.es/next>

La búsqueda de la desintegración doble beta sin neutrinos, cuya observación implicaría una violación total del número de leptones y mostrarían que los neutrinos son partículas de Majorana, requiere excelente resolución energética para eliminar eventos de fondo en energías similares a la desintegración ($Q_{\beta\beta}$). La colaboración del Experimento de Neutrinos con una cámara de proyección Temporal (TPC) de Xenón (NEXT) busca esta desintegración mediante el uso de 100 kg de xenón enriquecido al 90% en el isótopo candidato ^{136}Xe ($Q_{\beta\beta} = 2457.8$ keV). En los últimos años, la colaboración NEXT ha desarrollado y operado varias TPC de xenón gaseoso, incluidos los detectores a escala de kg en Lawrence Berkeley National Lab (LBNL) y en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC) y más recientemente el detector NEXT-White en la escala de 5 kg en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) en el Pirineo.

El detector NEXT-White (en honor a nuestro mentor y amigo Prof. James White) es una TPC electroluminiscente (EL) llena de gas xenón y equipada con sensores para detectar la luz UV emitida en las interacciones que ocurren dentro del volumen activo. Las partículas cargadas depositan energía dentro de la región de deriva del campo eléctrico, produciendo una traza de átomos de xenón ionizados y excitados. La luz UV emitida en la relajación de los átomos de xenón excitados, llamada centelleo primario o S1, se detecta de inmediato y los electrones ionizados se derivan hacia un plano de lectura que consiste en una región estrecha de alto campo eléctrico, la banda EL, donde se aceleran a energías lo suficientemente altas como para excitar aún más, pero no ionizar, los átomos del gas xenón, con la producción de fotones de centelleo secundario (S2) proporcional. Este proceso de amplificación, la electroluminiscencia, permite ganancias del orden de mil fotones por electrón con fluctuaciones más bajas que la ganancia de avalancha. Además, el tiempo transcurrido entre la observación de S1 y la llegada de S2 se puede utilizar para determinar

used to determine the axial (z) coordinate at which the interaction took place.

In NEXT-White detector the primary (S1) and secondary (S2) scintillation are detected by an array of 12 Hamamatsu R11410-10 photomultiplier tubes (PMTs), called the energy plane, placed 130mm from a transparent wire mesh cathode held at negative high voltage. An electric field is established in the drift region defined by the cathode and another transparent mesh (the gate) located about 53 cm away. The EL region is defined by the mesh and a grounded quartz plate coated with indium tin oxide (ITO), placed 6mm behind it. A grid (10mm pitch) of 1792 SensL series-C silicon photomultipliers (SiPMs) is located behind the EL gap and measures the S2 scintillation, providing precise information on where the EL light was produced in xy. The active volume is shielded by an 60mm thick ultra-pure inner copper shell, and the sensor planes are mounted on pure copper plates of thickness 120mm. The sensor planes and active volume are enclosed in a pressure vessel constructed from the titanium-stabilized stainless-steel alloy 316Ti. The vessel sits on top of a seismic table, and a lead shield that can be mechanically opened and closed surrounds the vessel. The vessel is connected to a gas system through which the xenon gas is continuously purified via the use of a hot getter. The entire experimental area, including gas system, electronics, pressure vessel, and seismic table, are stationed on an elevated tramex platform at LSC.

la coordenada axial (z) en la que tuvo lugar la interacción.

En el detector NEXT-White, el centelleo primario (S1) y secundario (S2) se detecta Mediante 12 tubos fotomultiplicadores (PMTs) Hamamatsu R11410-10, llamados plano de energía, colocados a 130 mm de un cátodo de malla de alambre transparente sostenido en negativo alto voltaje. Se establece un campo eléctrico en la región de deriva definida por el cátodo y otra malla transparente (la puerta) ubicada a unos 53 cm de distancia. La región EL está definida por la malla y una placa de cuarzo con conexión a tierra recubierta con óxido de indio y estaño (ITO), colocada 6 mm detrás de ella. Una rejilla (paso de 10 mm) de 1792 fotomultiplicadores de silicio (SiPM) serie-C SensL se encuentra detrás del espacio EL y mide el centelleo S2, proporcionando información precisa sobre dónde se produjo la luz EL en xy. El volumen activo está protegido por una carcasa de cobre interno ultra puro de 60 mm de espesor; y los planos del sensor están montados en placas de cobre puro de 120 mm de espesor. Los planos del sensor y el volumen activo están encerrados en un recipiente a presión construido con la aleación de acero inoxidable al titanio. El recipiente encima de una mesa sísmica está rodeado por un escudo de plomo que se puede abrir y cerrar mecánicamente y conectado a un sistema de gas a través del cual el gas xenón se purifica continuamente. Toda el área experimental, incluido el sistema de gas, la electrónica, el recipiente a presión y la mesa sísmica, están estacionados en una plataforma elevada de tramex en el LSC.



Previous analyses of the NEXT-White energy resolution using gammas from ^{137}Cs and ^{232}Th sources showed an extrapolated 1% FWHM resolution at $Q_{\beta\beta}$. The relatively low pressure (7.2 bar) at which those data were taken meant that electron tracks of events with energy near $Q_{\beta\beta}$ were not easily contained in the detector. Low statistics at the photopeak limited the highest energy at which a detailed analysis of energy resolution was performed to 1.6 MeV. More data has since been taken at a higher pressure and the results are reported in the present study.



Run-III and Run-IV were completed during 2018. Run-III started on 20th Feb. 2018 and stopped on 27th March. Pressure was 10.9 bar stabilized after a few days. A set of measures were planned for Run III to enhance the electron lifetime from the start of the run. These included a longer initial vacuum cleaning period report, a reduction of O_2 contamination that could result from diffusion through very small leaks and the replacement of elastomer o-rings with metallic helicoflex gaskets. Run III with this better vacuum procedure started with 1 ms, a factor six improvement compared with previous run. The required modifications of the system for operation up to 15 bar included replacing a handful of bursting disks and other minor actions. The two main operations were the addition of a flow regulator and a pressure regulator. The external company TeraTorr measured and certified the leak rate in the gas system both in vacuum and in pressure concluding that connections have a leak rate below 10^{-8} mbar l/s (minimum detectable leak rate in pressure), i.e., below 0.15 grXe/year. Thinking of the contamination from leaks when pumping vacuum in the system, this is equivalent to 0.04 gr air/year.

Análisis anteriores de la resolución de energía NEXT-White utilizando fuentes gamma de ^{137}Cs y ^{232}Th mostraron una resolución extrapolada de 1% FWHM en $Q_{\beta\beta}$. La presión relativamente baja (7.2 bar) implica que las trazas de los con energía cerca de $Q_{\beta\beta}$ no están fácilmente contenidas en el detector. La baja estadística limitó la energía más alta a la que se realizó un análisis detallado de la resolución de energía a 1.6 MeV. Desde entonces se han tomado más datos a mayor presión y los resultados se informan en el presente estudio.

Durante 2018, se realizaron los Run-III y Run-IV.

El Run-III comenzó el 20 de febrero de 2018 y se completó el 27 de marzo. La presión se estabilizó en 10.9 bares en los primeros días de funcionamiento. Se planificó un conjunto de medidas en el Run-III para mejorar la vida útil de los electrones desde el inicio de la toma de datos. Estos incluyeron un período de limpieza de vacío inicial más largo, una reducción de la contaminación de O_2 por difusión a través de pequeñas fugas y el reemplazo de juntas tóricas de elastómero por juntas metálicas helicoflex. El Run-III, con este mejor procedimiento de vacío, comenzó con una vida útil de 1 ms, una mejora de un factor seis. Las modificaciones para la operación de hasta 15 bar incluyeron la adición de un regulador de flujo, un regulador de presión, reemplazar discos en ruptura y otras acciones menores. La compañía externa TeraTorr midió y certificó la tasa de fuga en el sistema de gas tanto en vacío como en presión, concluyendo que las conexiones tienen una tasa de fuga inferior a 10^{-8} mbar l/s (tasa de fuga mínima detectable en presión), es decir, inferior a 0.15 grXe al año. Respecto a la contaminación por fugas cuando se bombea vacío en el sistema, esto es equivalente a 0.04 gr de aire al año.





Run-IV has been a turning point in the NEXT-White experimental program. From the operational point of view, we confirmed the high stability of the system, which has operated continuously during six months, with no leaks, very few sparks and high electron lifetime. We have developed a procedure to calibrate the detector on a day-by-day basis using krypton decays that results in almost intrinsic-resolution for low energy krypton data and a confirmed resolution of 1% full width at half-maximum (FWHM) at the energies of $Q_{\beta\beta}$. This is one of the major goals of NEXT-White. We have also studied the topological signature, using the data themselves, as well as the Monte Carlo, obtaining a reasonable agreement between both. This was also a major goal of NEXT-White. The analysis of the low background data shows that during Run IVa the background rate was 8 mHz. During Run IVb (radon free air), the rate decreased to 4 mHz and during Run IVc to 2 mHz, a value quite close to the Monte Carlo expectation for internal background sources. We have done our preliminary characterization of the background measured during these 3 periods, as well as a first look to the neutrinoless double beta region. Overall, our level of understanding of the chamber and the background data appears to be satisfactory. This includes the analysis in the $Q_{\beta\beta}$ region.

We plan to extend Run VIc until mid-January, and then start Run V, with enriched xenon, the last goal of the NEXT-White apparatus. The experiment has shown ample proof that the collaboration is ready to move on into the double beta decay measurement.

El Run-IV corresponde a un punto de inflexión en el programa del experimento NEXT-White. Se confirmó la estabilidad del sistema, funcionando continuamente durante seis meses, sin fugas, muy pocas chispas y una alta vida útil de los electrones. Se desarrolló un procedimiento para calibrar el detector utilizando desintegraciones del kriptón, con una resolución intrínseca para datos de kriptón de baja energía con una resolución confirmada del 1% de anchura a la altura media (FWHM) a la energía de la desintegración doble beta ($Q_{\beta\beta}$). Este era uno de los principales objetivos de NEXT-White. También hemos estudiado la firma topológica, con acuerdo entre los datos y la simulación Monte Carlo, obteniendo un acuerdo razonable entre ambos. Este era también un objetivo importante de NEXT-White. El análisis de los datos de fondo bajo muestra que durante el Run-IVa la tasa de fondo fue de 8 mHz. Durante el Run-IVb (con aire libre de radón), la tasa disminuyó a 4 mHz y durante el Run-IVc a 2 mHz (castillo de plomo interior extra), un valor muy cercano a la simulación Monte Carlo con los datos de contaminación de los materiales empleados. Se caracterizó el fondo medido durante estos 3 períodos, así como la primera inspección de la región de energías de la desintegración doble beta sin neutrinos. El Run-VIc se extenderá hasta mediados de enero de 2019, y luego comenzar el Run-V, con xenón enriquecido, el último objetivo del experimento NEXT-White. El experimento ha demostrado que está preparado para explorar la señal de desintegración doble beta sin neutrinos.

12

SUPERKGD <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/index-e.html>

Used for both proton decay searches and neutrino physics, large water Cherenkov (WC) detectors, Super-Kamiokande being the largest one, have been very successful tools in particle physics. They are notable for their large masses and charged particle detection capabilities. While current WC detectors reconstruct charged particle tracks over a wide energy range, they cannot efficiently detect neutrons. Gadolinium (Gd) has the largest thermal neutron capture cross section of all stable nuclei and produces an 8 MeV gamma cascade that can be detected with high efficiency. Because of the many new physics opportunities that neutron tagging with a Gd salt dissolved in water would open up, a large-scale R&D program called EGADS was established to demonstrate this technique's feasibility. EGADS features all the components of a WC detector, chiefly a 200-ton stainless steel water tank furnished with 240 photo-detectors, DAQ, and a water system that removes all impurities in water while keeping Gd in solution.

On March 30, 2018, EGADS was loaded with the ultra-low radioactivity $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ (at 0.02%) produced by the company Nippon Yttrium Co. Ltd. (NYC) and determined by the LSC HPGe service, by dissolving 40.02 kg of $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ in the 15-ton tank, passing it through the pre-treat and fast recirculation systems, and then into the 200-ton tank during a single turnover. The refurbishment of the detector for SuperK-Gd, mainly seal it from any leak, started on June 1st, 2018. The main sealing material used has been a two-component Mine Guard-C resin produced by Hodogaya Building Material Co. (HBM) with all the production batches characterized by the LSC HPGe service. As the material had a rather short use time before degrading, around one week, the Company provided it in twelve different batches, with the corresponding samples which are being measured in the LSC. EDGAS next steps include the first phase of mass production in 2019, with several samples of high purity $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ that will be screened up to the highest precision in the LSC.

Utilizados tanto para búsquedas de la posible desintegración de protones como para el estudio de la física de neutrinos, los grandes detectores Cherenkov de agua (WC), siendo Super-Kamiokande el más grande, han sido instrumentos con grandes descubrimientos en física de partículas. Son notables por su gran masa y su capacidad de detección de partículas cargadas. Si bien los detectores de WC actuales reconstruyen las trazas de las partículas cargadas en un amplio intervalo de energías, no son eficientes en la detección de los neutrones. El gadolinio (Gd) es, entre los núcleos estables, el de mayor sección eficaz de captura de neutrones térmicos y produce una cascada gamma de 8 MeV que se puede detectar con alta eficiencia. Debido a las muchas oportunidades que introduce, se ha creado un programa de I+D llamado EGADS para demostrar la viabilidad de esta técnica. EGADS tiene las características de un detector de WC: un tanque de agua de acero inoxidable de 200 toneladas equipado con 240 fotodetectores, DAQ y un sistema de purificación de agua que elimina todas las impurezas mientras Gd sigue en solución.

El 30 de marzo de 2018, EGADS se cargó con $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ (al 0.02%) de ultrabaja radioactividad producida por la compañía Nippon Yttrium Co. Ltd. (NYC) y medida por el servicio HPGe del LSC, al disolver 40.02 kg de $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$, en el tanque de 15 toneladas, pasándolo a través de los sistemas de pretratamiento y recirculación rápida, y luego en el tanque de 200 toneladas con una única rotación. La renovación del detector SuperK-Gd, para sellarlo de cualquier fuga, comenzó el 1 de junio de 2018. El material de sellado ha sido la resina Mine Guard-C de dos componentes producida por Hodogaya Building Material Co. (HBM) con todos los lotes de producción caracterizados por el servicio LSC HPGe. Como el material se degrada en una semana, la compañía lo proporcionó en doce lotes diferentes, con las muestras correspondientes que se están midiendo en el LSC. Los próximos pasos de EDGAS incluyen la primera fase de producción en masa en 2019, con las muestras de $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ de alta pureza, que se analizarán con la máxima precisión en LSC.

13

TREX-DM

<http://gifna.unizar.es/trex/>

The use of gas time projection chambers (TPCs) with Micromegas readouts has been recently proposed to search for low mass WIMPs, as part of the T-REX project. Many of the technical advantages exploited in the development of the detectors for axion research are of direct application also in this case. Namely, the possibility to build Micromegas readouts with radiopure materials and with a signal extraction scheme of extreme radiopurity

or the capability to use topological discrimination techniques based on the highly granular readout. In addition, the way event detection happens in gas (i.e. drift of charge and signal amplification confined in the Micromegas structure) allows, in principle, to reach very low energy threshold even in relatively large size detectors. Another aspect, very important for application to WIMP searches, are the scaling-up prospects. Technical solutions for scaling-up via tessellation of identical microbulk detectors have been defined.

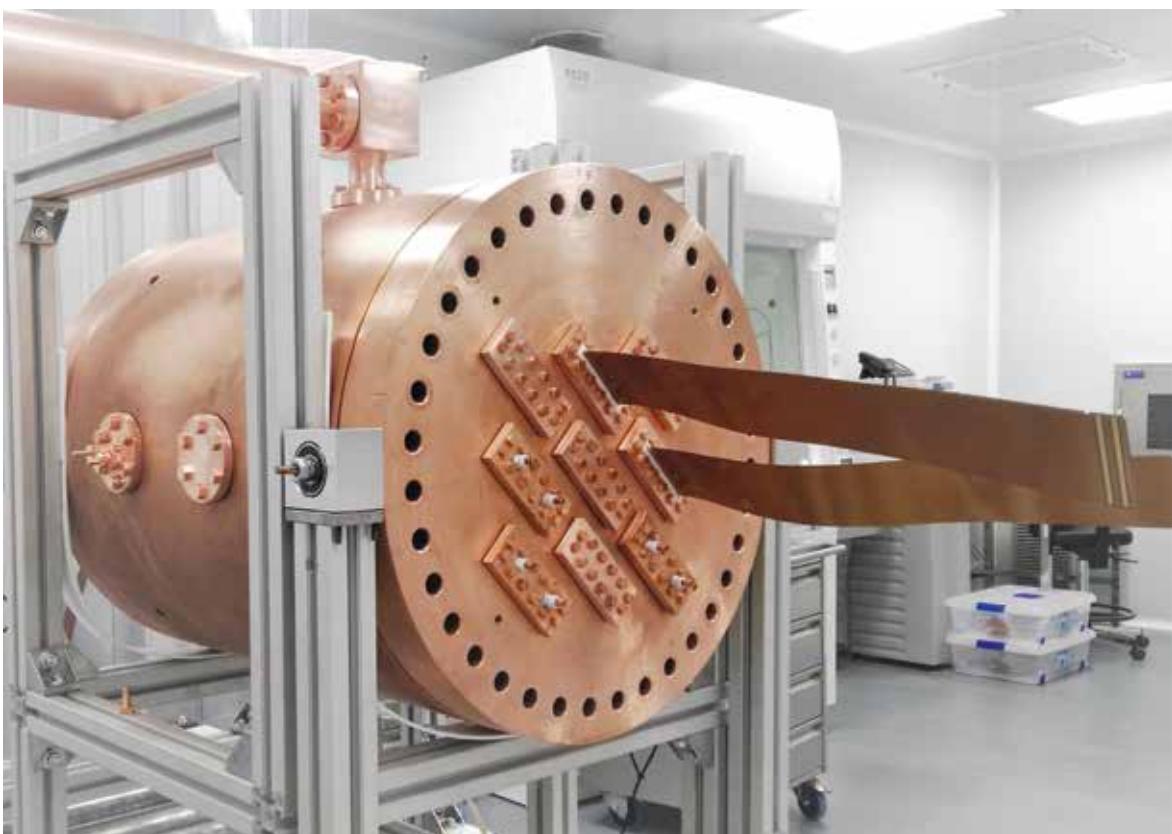


The TREX-DM TPC has been designed to host 0.3 kg of argon mass at 10 bar (or, alternatively, 0.16 kg of neon). It is composed of a cylindrical vessel made of radiopure copper, with an inner diameter of 0.5 m, a length of 0.5 m and a wall thickness of 6 cm. These dimensions are set by the requirements that the vessel holds up to 10 bar of pressure, while at the same time constitutes the innermost part of the shielding. The vessel is divided into two active volumes by a central mylar cathode, which is connected to high voltage by a tailor-made feedthrough. At each side there is a 19 cm long field cage defined by a series of copper strips imprinted on a kapton substrate supported by four teflon walls.

Recientemente se ha propuesto el uso de las cámaras de proyección temporal (TPC) de gas con lecturas de Micromegas para buscar WIMP de baja masa, como parte del proyecto T-REX. Muchas de las ventajas técnicas explotadas en el desarrollo de los detectores de axiones son de aplicación directa: la posibilidad de construir lecturas de Micromegas con materiales radiopuros y con un esquema de extracción de señal de radiopuridad extrema o la capacidad de utilizar técnicas de discriminación topológica basadas en la lectura altamente granular. Además, la forma en que ocurre la detección de eventos en el gas (es decir, deriva de carga y amplificación de señal confinada en la estructura de Micromegas) permite, en principio, alcanzar un umbral de energía muy bajo incluso en detectores de tamaño relativamente grande. Otro aspecto, muy importante para la aplicación a las búsquedas WIMP, son las perspectivas de ampliación a través de la teselación de detectores idénticos.

La TPC TREX-DM ha sido diseñado para albergar 0,3 kg de masa de argón a 10 bar (o, alternativamente, 0,16 kg de neon). Se compone de un recipiente cilíndrico de cobre radiopuro, con un diámetro interno de 0,5 m, una longitud de 0,5 m y un espesor de pared de 6 cm, dimensiones establecidas por los requisitos de que el recipiente soporte hasta 10 bares de presión, mientras que al mismo tiempo constituya la parte más interna del blindaje. El recipiente está dividido en dos volúmenes activos por un cátodo central de mylar, que está conectado a alta tensión. A cada lado, hay una jaula de campo uniforme de 19 cm de largo definida por una serie de tiras de cobre impresas en un sustrato de kapton sostenido por cuatro paredes de teflón.





TREX-DM detector installation at LSC has been completed in 2018 and the experiment has moved into the commissioning phase. The gas system is fully installed, the shielding mounted (except for the neutron shielding), and the slow control system, readout electronics, and one detector plane are already operative. First commissioning (calibration and background) data have been already taken at low pressure Ar, and their preliminary assessment is positive. The main points developed are: a) The detector is fully equipped and installed inside its lead castle. The gas system installation has been completed and certified by an authorized body to operate at high pressure. A first complete version of the slow control, sufficient to efficiently and safely operate the detector is already in place and has been operative in continuous way for several weeks now. b) The inner part of the shielding, including the lead castle with the inner copper lining, the top structure, and the plastic enclosure to allow evaporated N₂ (or Rn-free air) flushing, are completed. c) Both calibration (with a ¹⁰⁹Cd source) and few-days-long background runs have already been taken with Ar + 1% Isobutane at 1.5 bar. d) The background model of the TREX-DM setup is complete.

La instalación del detector TREX-DM en LSC se completó en 2018 y el experimento está en la fase de pruebas. El sistema de gas está completamente instalado, el blindaje montado (excepto el blindaje de neutrones) y el sistema de control, la electrónica de lectura y uno de los planos del detector ya están operativos. Los primeros datos de la puesta a punto (calibración y antecedentes) ya se han tomado con argón a baja presión, y su evaluación preliminar es positiva. Los principales puntos desarrollados son: a) El detector está totalmente equipado e instalado dentro de su castillo principal. Se ha completado la instalación del sistema de gas y certificado para operar a alta presión. Ya existe una primera versión completa del sistema de control, suficiente para operar el detector de manera eficiente y segura, operativa de manera continua durante varias semanas. b) se ha completado la parte interna del blindaje, incluido el castillo de plomo con el revestimiento interno de cobre, la estructura superior y el recinto de plástico para permitir el evaporado de N₂ (o aire libre de Rn). c) Tanto la calibración (con una fuente de ¹⁰⁹Cd) como los fondos ya se han tomado en argón con isobutano al 1% a 1,5 bar. d) Se ha completado el modelo de fondo de la configuración TREX-DM.

Low-level γ spectroscopy with High Purity Germanium (HPGe) detectors has become an essential tool for material screening in rare event physics experiments, which demand the lowest radioactivity levels. Typical examples are searches for solar neutrinos, neutrinoless double beta decay and dark matter. Compared to other methods, such as mass spectrometry or neutron activation, spectroscopy provides a comprehensive method in a non-destructive way without complex sample treatment. The primordial radioisotopes ^{232}Th , ^{238}U and ^{40}K represent the main sources of contamination in common materials. Concerning the two former isotopes, only HPGe spectroscopy can verify secular equilibrium as it is capable of measuring the concentration of their progenies near the end of their respective decay chains – in particular ^{208}Tl and ^{214}Bi .

The best HPGe spectrometer operates deep underground and reaches specific count rate sensitivity of 10 $\mu\text{Bq}/\text{kg}$. This requires long counting periods (100 days). Consequently, several spectrometers must run in order to serve the needs of various experiments. The group led by M.Wojcik and G.Zuzel is very experienced in low background counting techniques with participation in experiments like Gallex/GNO, Borexino, GERDA and DarkSide. In the last months the group received 0.5 M€ from the Polish Ministry of Science and Higher Education to construct an ultralow background γ -ray spectrometer, with parameters: a) ultra-low background crystal and cryostat. b) 2.5 kg inverted coaxial geometry crystal with well, with very effective pulse shape discrimination for further software background reduction and to screen large samples (up to 60 kg in case of copper) and very small components (electronic parts) placed in the well (high detection efficiency). c) massive shield with several layers: Ultra-High Purity (UHP) copper (5 cm), UHP lead ($^{210}\text{Pb} \sim 2 \text{ Bq/kg}$, 5 cm), HP lead ($^{210}\text{Pb} \sim 5 \text{ Bq/kg}$, 10 cm), normal lead (5 cm), PE with 5% Boron (15 cm). d) Sensitivity better than 10 $\mu\text{Bq}/\text{kg}$ (better than 1 ppt U equivalent).

La espectroscopía γ de bajo fondo con detectores de germanio (HPGe) se ha convertido en una herramienta esencial para la detección de materiales en experimentos de física de eventos raros, que exigen los niveles más bajos de radiactividad, como neutrinos solares, desintegración beta doble sin neutrinos y materia oscura. Respecto a otros métodos, espectrometría de masas o activación de neutrones, proporciona un método integral no destructivo sin un tratamiento complejo de la muestra. Los radioisótopos primordiales ^{232}Th , ^{238}U y ^{40}K son las principales fuentes de contaminación en materiales comunes. Con respecto a los dos primeros isótopos, la espectroscopía con HPGe puede verificar el equilibrio secular, ya que es capaz de medir la concentración de sus progenies cerca del final de sus respectivas cadenas de descomposición, en particular ^{208}Tl y ^{214}Bi .

El mejor espectrómetro HPGe opera bajo tierra y tiene una sensibilidad de 10 $\mu\text{Bq} / \text{kg}$. Esto requiere largos períodos de conteo (100 días). En consecuencia, deben utilizarse varios espectrómetros para satisfacer las necesidades de los múltiples experimentos. El grupo dirigido por M.Wojcik y G.Zuzel tiene mucha experiencia en técnicas de conteo de bajo nivel de fondo y participan en los experimentos Gallex/GNO, Borexino, GERDA y DarkSide. En los últimos meses, el grupo ha recibido 0,5 M€ del Ministerio de Ciencia y Educación Superior de Polonia para construir un espectrómetro de rayos γ de fondo ultrabajo, con parámetros: a) cristal y criostato de fondo ultra bajo. b) cristal de geometría coaxial invertida de 2.5 kg con pozo, con discriminación por la forma del pulso para una mayor reducción del fondo por software y para medir muestras grandes (hasta 60 kg para cobre) y pequeñas (partes electrónicas) colocadas en el pozo (alta eficiencia de detección). c) escudo masivo con varias capas: cobre de ultra alta pureza (UHP) (5 cm), plomo UHP ($^{210}\text{Pb} \sim 2 \text{ Bq/kg}$, 5 cm), plomo HP ($^{210}\text{Pb} \sim 5 \text{ Bq/kg}$, 10 cm), plomo normal (5 cm), polietileno con 5% de boro (15 cm). d) sensibilidad inferior a 10 $\mu\text{Bq}/\text{kg}$ (inferior a 1 ppt U equivalente).

15

EOI-21-2018

Dark Matter in CCDs (DAMIC) has pioneered the detection of nuclear and electronic recoils induced by Dark Matter (DM) particles in charge-coupled devices (CCDs). Scientific CCDs are commonly used in the focal plane of astronomical telescopes for the digital imaging of faint astrophysical objects. Our non-standard use of CCDs was demonstrated at SNOLAB (Sudbury, Canada) where a 40-g prototype detector is currently operating. DAMIC-M is a 1 Kg detector to be installed at Laboratoire Souterrain de Modane (LSM) in France which profits from this experience and, at the same time, will greatly improve in sensitivity by further innovating the detector technology. CCDs show unique properties: a) unprecedented charge resolution, b) low leakage current, c) spatial resolution and 3D reconstruction, d) background identification and rejection.

A truly unique capability of DAMIC is that background can be identified and rejected as spatially correlated events occurring at different times, particularly relevant for ^{32}Si , a naturally occurring isotope in silicon and a dominant background contribution in the current generation of silicon detectors. DAMIC identifies by spatial correlation the ^{32}Si decay sequence, what would reduce this background by more than two orders of magnitude. DAMIC-M aims to limit the background to 0.1 event/kg/day/keV by detector shielding, careful screening and selection of materials, proper handling of several detector components to minimise cosmogenic activation. Specific activities to be carried out at LSC will include: 1) radiopurity measurements of DAMIC-M components for selection of materials. 2) installation of a low-background CCD test setup to characterize contamination of the new generation of CCDs, a new facility for LSC with unique screening capabilities, e.g. for cosmogenic ^{32}Si (a dominant background for next-generation silicon DM detectors) and surface backgrounds.

Materia Oscura en CCDs (DAMIC) ha sido pionero en las técnicas de detección de retrocesos nucleares y electrónicos inducidos por partículas de Materia Oscura (DM) en dispositivos de carga acoplada (CCD). Los CCD de uso científico se usan comúnmente en el plano focal de las cámaras de telescopios astronómicos para obtener imágenes digitales de objetos astrofísicos. Nuestro uso no estándar de los CCD se demostró en SNOLAB (Sudbury, Canadá) donde actualmente funciona un prototipo de 40 g. DAMIC-M es un detector de 1 Kg que se instalará en el Laboratorio Subterráneo de Modane (LSM) en Francia, que se beneficia de esta experiencia y, al mismo tiempo, mejorará su sensibilidad al innovar aún más la tecnología del detector. Los CCD muestran propiedades únicas: a) resolución de carga sin precedentes, b) baja corriente de fuga, c) resolución espacial y reconstrucción 3D, d) identificación y rechazo del fondo.

Una capacidad única de DAMIC es que el fondo se puede identificar y rechazar como eventos espacialmente correlacionados que ocurren en diferentes momentos, relevante para ^{32}Si , un isótopo natural del silicio y una contribución de fondo dominante en la generación actual de detectores de silicio. DAMIC identifica por correlación espacial la secuencia de descomposición ^{32}Si , lo que reduciría este fondo en más de un factor 100. DAMIC-M tiene como objetivo limitar el fondo a 0.1 eventos/kg/día/keV mediante el blindaje del detector, la medida raiactivo y selección de materiales, el manejo adecuado de componentes del detector para minimizar la activación cosmogénica. Las actividades específicas que se llevarán a cabo en LSC incluirán: 1) medidas de radiopureza de componentes para la selección de materiales. 2) instalación de un detector de bajo fondo para medir la contaminación de la nueva generación de CCD, una nueva instalación en el LSC con capacidades de detección únicas para el ^{32}Si cosmogénico (un fondo dominante para los detectores DM de silicio de próxima generación) y otros fondos radioactivos en superficie.

PUBLICATIONS/PUBLICACIONES 2018

Dark energy from the motions of neutrinos

Fergus Simpson (ICC, Barcelona U.), Raul Jimenez (ICC, Barcelona U. & ICREA, Barcelona & Radcliffe Coll. & Harvard U.), Carlos Pena-Garay (LSC, Canfranc & Valencia U.& Valencia U., IFIC), Licia Verde (Radcliffe Coll. & ICC, Barcelona U. & ICREA, Barcelona & Inst.Theor.Astrophys., Oslo & Harvard U.). Jul 8, 2016. 6 pp. Published in Phys. Dark Univ. 20 (2018) 72-77 DOI: 10.1016/j.dark.2018.04.002 e-Print: arXiv:1607.02515 [astro-ph.CO].

Characterization of a CLYC detector for underground experiments

T. Martinez, A. Pérez de Rada, D. Cano-Ott, R. Santorelli, I. Bandac, P. Garcia Abia, A.R. Garcia, A. Ianni, E. Mendoza, B. Montes, L. Romero, D. Villamarín Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 906 (2018) 150–158.

ANAlS-II2 sensitivity in the search for dark matter annual modulation

I. Coarasa (LSC, Canfranc & Zaragoza U.) et al.. Dec 4, 2018. 8 pp. Published in Eur.Phys.J. C79 (2019) no.3, 233 DOI: 10.1140/epjc/s10052-019-6733-4 e-Print: arXiv:1812.02000 [astro-ph.IM] |

Performance of ANAlS-II2 experiment after the first year of data taking

J. Amaré (LSC, Canfranc & U. Zaragoza, LFNAE) et al.. Dec 4, 2018. 27 pp. Published in Eur.Phys.J. C79 (2019) no.3, 228. DOI: 10.1140/epjc/s10052-019-6697-4

Study of the cosmogenic activation in NaI(Tl) crystals within the ANAlS experiment

P.Villar et al. International Journal of Modern Physics A 33 (2018) 1843006
<http://dx.doi.org/10.1142/S0217751X18430066>

Cosmogenic production of tritium in dark matter detectors

J. Amaré et al. Astroparticle Physics 97 (2018) 96-105
<https://arxiv.org/abs/1706.05818>
<https://doi.org/10.1016/j.astropartphys.2017.11.004>

Study of the loss of Xenon Scintillation in Xenon-Trimethylamine Mixtures

The NEXT Collaboration (A.M.F.Trindade et al.)
Nucl.Instrum.Meth.A905 (2018) 22-28.

Initial results on energy resolution of the NEXT-White detector

The NEXT Collaboration (J. Renner et al.)
JINST 13 (2018) no.10, P10020.

The Next White (NEW) Detector

The NEXT Collaboration (F. Monrabal et al.),
JINST 13 (2018) no.12, P12010.

High Voltage Insulation and Gas Absorption of Polymers in High Pressure Argon and Xenon Gases

The NEXT Collaboration (L. Rogers et al.),
JINST 13 (2018) no.10, P10002.

Calibration of the NEXT-White detector using 83mKr decays

The NEXT Collaboration (G. Martínez-Lema et al.),
JINST 13 (2018) P10014.

PUBLICATIONS/PUBLICACIONES 2018

Helium–Xenon mixtures to improve the topological signature in high pressure gas xenon TPCs

The NEXT Collaboration (R. Felkai et al.)
 Nucl.Instrum.Meth. A905 (2018) 82-90.

Electron drift properties in high pressure gaseous xenon

The NEXT Collaboration (A. Simón et al.)
 JINST 13 (2018) no.07, P07013.

Demonstration of Single Barium Ion Sensitivity for Neutrinoless Double Beta Decay using Single Molecule Fluorescence Imaging

The NEXT Collaboration (A.D. McDonald et al.)
 Phys.Rev.Lett. 120 (2018) no.13, 132504.

Two High-Sensitivity Laser Strainmeters Installed in the Canfranc Underground Laboratory (Spain): Instrument Features from 100 to 0.001 mHz

Amoruso, A., Crescentini, L., Bayo, A., Fernández Royo, S., Luongo, A. (2018)
 Pure and Applied Geophysics, 175(5), 1727-1737, DOI: 10.1007/s00024-017-1553-7

Backgrounds and pulse shape discrimination in the ArDM liquid argon TPC
 J. Calvo et al. Published 10 December 2018, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics,
 Volume 2018, December 2018, JCAP12(2018)011

Background assessment for the TREX Dark Matter experiment

J. Castel (Zaragoza U. & LSC, Canfranc) et al. Dec 11, 2018. 19 pp.
 e-Print: arXiv:1812.04519 [astro-ph.IM]

Axion Searches with Microwave Filters: the RADES project

Alejandro Álvarez Melcón (Cartagena Politécnica U.), Sergio Arguedas Cuendis (CERN), Cristian Cogollos (Zaragoza U.), Alejandro Díaz-Morillo (Cartagena Politécnica U.), Babette Döbrich (CERN), Juan Daniel Gallego (Yebez Astron. Ctr.), Benito Gimeno (GACE-ICMUV), Igor G. Irastorza (Zaragoza U.), Antonio José Lozano-Guerrero (Cartagena Politécnica U.), Chloé Malbrunot (CERN), Pablo Navarro (Cartagena Politécnica U.), Carlos Peña-Garay (Valencia U., IFIC & LSC, Canfranc), Javier Redondo (Zaragoza U. & Munich, Max Planck Inst.), Theodoros Vafeiadis, Walter Wuensch (CERN)
 Mar 3, 2018 - 23 pages. JCAP 1805 (2018) 040 (2018-05-14) DOI: 10.1088/1475-16/2018/05/040
 CERN-OPEN-2018-001, MPP-2018-18
 e-Print: arXiv:1803.01243 [hep-ex]

Looking for Axion Dark Matter in Dwarf Spheroidals

Andrea Caputo (Valencia U., IFIC), Carlos Peña Garay (Valencia U. & LSC, Canfranc), Samuel J. Witte (Valencia U., IFIC)
 May 22, 2018 - 6 pages. Phys.Rev. D98 (2018) no.8, 083024 Erratum: Phys.Rev. D99 (2019) no.8, 089901 (2018-10-26) DOI: 10.1103/PhysRevD.98.083024, 10.1103/PhysRevD.99.089901
 e-Print: arXiv:1805.08780 [astro-ph.CO]

During 2018, 21 presentations have been given at International Scientific Conferences by LSC users

A lo largo del 2018 los usuarios del LSC han realizado 21 presentaciones en Conferencias Internacionales.

GOVERNING BODIES/ÓRGANOS DE GOBIERNO

Governing Council / Consejo Rector

Rafael Rodrigo Montero, Secretario General de Coordinación de Política Científica
Ministry of Science, Innovation and Universities / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Maite Gálvez Jaqués, Directora General Técnica del Departamento de Innovación, Investigación y Universidad
Government of Aragon / Gobierno de Aragón

Luis Miguel García Vinuesa, Vicerrector de Política Científica
University of Zaragoza / Universidad de Zaragoza

Ángela Fernández Curto, Subdirectora General Adjunta de Grandes Instalaciones Científico-Técnicas
Ministry of Science, Innovation and Universities / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Enrique Playán Jubilar, Director Agencia Estatal de Investigación
Ministry of Science, Innovation and Universities / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Fernando Beltrán Blázquez, Secretaría General Técnica del Dpto. de Innovación, Investigación y Universidad
Government of Aragon / Gobierno de Aragón

Pilar Zaragoza Fernández, Vicerrectora de Transferencia e Innovación Tecnológica
University of Zaragoza / Universidad de Zaragoza

Executive Committee / Comisión Ejecutiva

Ángela Fernández Curto, Subdirectora General Adjunta de Grandes Instalaciones Científico-Técnicas
Ministry of Science, Innovation and Universities / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Francisco Herrada Martín, Jefe del Área de la Subdirección General de Grandes Instalaciones Científico-Técnicas
Ministry of Science, Innovation and Universities / Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Fernando Beltrán Blázquez, Secretaría General Técnica del Dpto. de Innovación, Investigación y Universidad
Government of Aragon / Gobierno de Aragón

Maite Gálvez Jaqués, Directora General Técnica del Departamento de Innovación, Investigación y Universidad
Government of Aragon / Gobierno de Aragón

Luis Miguel García Vinuesa, Vicerrector de Política Científica
University of Zaragoza / Universidad de Zaragoza

Eduardo García Abancéns, Delegado del Rector para el LSC
University of Zaragoza / Universidad de Zaragoza

ADVISORY COMMITTEES/COMITÉS ASESORES

International Advisory Committee / Comité Científico Asesor Internacional

David Sinclair (Presidente / Chairman) - Carleton University (Canada)
Frank T. Avignone - University of South Carolina (USA)
Antonio Bueno Villar- Universidad de Granada, Granada (Spain)
Cristiano Galbiati - Princeton University, New Jersey (USA)
Andrea Giuliani - CSNSM, Orsay Campus (France)
Berta Rubio Barroso - CSIC, Instituto de Física Corpuscular, Valencia (Spain)
Mark Chen - Queen's University, Ontario (Canada)
Elvio Lisi - INFN, Bari (Italy)
Paola Tropea - CERN, Geneva (Switzerland)

ACKNOWLEDGMENTS/ AGRADECIMIENTOS

LSC is grateful to the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities, the Government Aragón and the Universidad de Zaragoza for providing the financial support from which to pursue its mission of fundamental research and outreach. LSC is also very grateful to the Major of Canfranc and to the Control System of the Somport Tunnel for the positive collaboration.

El LSC agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, al Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza su apoyo financiero sin el cual no podría perseguir su misión de investigación y divulgación. El LSC también quiere agradecer al alcalde de Canfranc y al Centro de Control del Túnel de Somport su positiva colaboración.

