

Memoria de actividades

2021



Una manera de hacer Europa

"FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL"



© Fotografías: Luis Roso, Yaiza Cortés, Javier Sastre (CLPU)
Maquetación: Javier Sastre
Imagen de portada: Yaiza Cortés
Salamanca, 2022

ÍNDICE

CARTA DEL DIRECTOR	5
INFRAESTRUCTURA SINGULAR VEGA	9
a) Accesos:	9
i. Campañas Experimentales	9
ii. Tercera Convocatoria de acceso a VEGA	13
b) Actuaciones de valor añadido en la Infraestructura	15
i. Sistema láser VEGA	15
ii. Área de Experimentación	16
iii. Unidad de Radioprotección	18
iv. Servicios complementarios	18
c) Proyectos	20
INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN	28
a) Publicaciones	28
b) Contribuciones Científicas	30
i. Congresos	30
ii. Otros eventos – Formación especializada	32
c) Proyectos	34
TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN	41
a) Servicios de Innovación (ULAMP y LITel)	41
b) Congresos	42
c) Colaboraciones (Plataformas y Acuerdos)	43
d) Proyectos	44
DIVULGACIÓN Y TRANSPARENCIA	46
a) Actividades de Divulgación	46
b) Transparencia y Buenas Prácticas	47
c) Proyectos	49

CARTA DEL DIRECTOR

Llegué a la Cátedra de la Universidad de Salamanca con el sueño de instalar un láser ultraintenso, en la línea de lo que conocía de mis tiempos de Rochester (EE.UU.). Ahora me puedo retirar satisfecho, pues este sueño se ha hecho realidad con el Centro de Láseres Pulsados.

Desde hace casi 20 años soy el responsable del láser más potente de España, primero en la Universidad de Salamanca, y después en el CLPU. Esto no hubiera sido posible sin la ayuda, el apoyo y el buen hacer del equipo humano tanto de la universidad, primero, como del CLPU, ahora. Ha sido un placer y un honor liderar estos grupos que han permitido situar a Salamanca en el escenario nacional e internacional como un referente en láseres pulsados ultraintensos.

Cuando promoví el CLPU, del que siempre me quedará el recuerdo de haber sido su director fundacional, llegar a la meta era un reto que parecía tener limitadas posibilidades de éxito; y por eso se planteó con un escenario temporal limitado al 2021. En la etapa fundacional del Centro surgieron muchas preguntas: ¿Íbamos a ser capaces de tener un láser de petavatio en Salamanca?, ¿Podríamos poner en marcha un área experimental con nivel suficiente como para atraer usuarios internacionales? ¿Seríamos capaces de gestionarlo correctamente?... Pues bien, gracias al trabajo capaz y dedicado de un buen porcentaje del personal del Centro, el CLPU es ahora una realidad incuestionable e incuestionada. Prueba de ello es, por un lado, la extraordinaria sobredemanda de nuestras instalaciones por grupos científicos de todo el mundo; y por otro, la renovación del consorcio. Gracias a quienes habéis hecho esto posible,



y gracias a la ciudadanía española que ha pagado con parte de sus impuestos el desarrollo de este centro.

En especial, quiero aprovechar estas líneas para mostrar mi más profundo agradecimiento a dos personas extraordinarias con las que he tenido la fortuna de coincidir y que han contribuido de forma decisiva a que el CLPU sea una realidad: gracias, por una parte, a Pedro García, un magnífico gerente que se ha sabido rodear de un equipo dedicado y eficiente cuyo trabajo ha sido fundamental para la estabilidad del Centro; gracias, por otra parte, a Ángela Fernández Curto que, desde el Ministerio de nombre cambiante que gestiona la ciencia, ha sabido encauzar el CLPU de forma extraordinariamente eficiente permitiendo el afianzamiento del Centro como Infraestructura Científico-Técnica Singular. Me consta que tanto uno como otro seguirán velando de forma decidida por el buen funcionamiento del CLPU apoyando al nuevo director/a, a quien deseo toda la suerte y acierto.

Aunque suene extraño, centros como el CLPU se hacen a partir de personas que consideran como ordinarias las horas extraordinarias. Gracias a quienes habéis hecho eso y habéis estado siempre prepa-



Visita al CLPU del Premio Nobel del Física 2018, Gérard Mourou.

rados a la hora que fuese para resolver y “achicar” los problemas esperables y también los que nos han inundado de forma inesperada. A los que han optado por otros caminos buscando el beneficio personal por encima del colectivo a cualquier precio, recordaros que el CLPU lo hacen y lo harán grande las personas que formen parte de él, creo que dejo las herramientas para un futuro esperanzador, pero lo que llegue a ser está en manos de todos vosotros.

Yo, como físico, tengo interiorizado que toda partícula tiene asociada su antipartícula —incluso el neutrino, ojo al dato—, por eso no quiero acabar estas líneas sin mis más sinceros ‘anti-agradecimientos’: al Ministerio de Hacienda, de los diversos gobiernos, que ha sido incapaz de entender que para poner cada mañana a disposición de los usuarios una instalación singular, el láser de petavatio, son necesarios muchos años de formación y herramientas laborales singulares. Esto nos ha obligado a trabajar al límite de las posibilidades de planificación y nos ha impedido optimizar el uso de los recursos públicos asignados.

También me voy con una espinita clavada por no haber sido capaz de consolidar una relación más estable y beneficiosa con la Universidad de Salamanca o, mejor dicho, con determinados grupos de la misma. Tener en esta ciudad una infraestructura científico-técnica singular es un activo que debe ponerse en valor por todos los agentes sociales, pero especialmente por la comunidad universitaria, en beneficio del desarrollo científico y la calidad en la formación, cuestiones que a veces se han olvidado por intereses particulares.

Con todo, el balance global es realmente muy positivo. Dejo la dirección del CLPU extraordinariamente satisfecho por el punto donde se encuentra el Centro. El convenio es ahora indefinido, tenemos un buen compromiso de financiación basal en los próximos años, estamos en proyectos internacionales de relevancia con la infraestructura de Luz Extrema (ELI), con EuPRAXIA y con el CERN. También somos nodo de Laserlab Europe. Y, sobre todo, dejo el Centro con una reputación internacional extraordinaria gracias al buen hacer global del equipo CLPU. Estamos generando una serie de nuevas unidades, entre ellas una de investigación, una de transferencia



y otra de divulgación. Además, se nos ha concedido y financiado un proyecto para la construcción de un segundo búnker a fin de desarrollar aceleradores más extremos.

Por eso, creo que es un momento oportuno para mirar el calendario y recordarme a mí mismo la edad que tengo y que he de ir pensando en reducir la velocidad. El 2 de noviembre pasado notifiqué mi intención de dejar la dirección del Centro y espero que, en breve, el CLPU cuente con un nuevo director/a que estoy seguro sabrá liderar esta nueva etapa del Centro con acierto. Desde luego, él/ella contará con todo mi apoyo, y espero que también con el de todo el equipo humano del CLPU.

Gracias.

A handwritten signature in blue ink that reads "Luis Roso". The signature is fluid and cursive, with "Luis" on top and "Roso" below it, both slightly slanted to the right.

Luis Roso

Director del CLPU



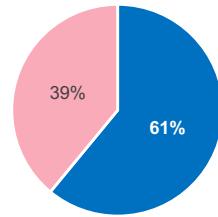
INFRAESTRUCTURA SINGULAR VEGA

a) Accesos

i. Campañas Experimentales

El 2021 ha permitido la realización de tres campañas de acceso abierto competitivo correspondientes a la segunda convocatoria y postpuestas en el 2020 debido a la situación internacional pandémica del COVID-19.

Mientras que la primera era una segunda fase del experimento en remoto iniciado a finales del 2020, en las otras dos, la infraestructura ha contado de nuevo, con la presencia de los investigadores internacionales implicados. Una vuelta a la normalidad fundamental para el progreso de la ciencia. A estas campañas experimentales se unen otras tres campañas internas, algunas con varios accesos, para el desarrollo de nuevos blancos y el diseño de nuevas áreas experimentales de trabajo para los usuarios. Las campañas experimentales competitivas han supuesto más de un 60% del total de accesos que se han realizado para el uso del haz del sistema singular. Veamos los datos principales de cada una de ellas:



■ Accesos Competitivos ■ Accesos Internos

VEGA-3 Commissioning: characterization of ion acceleration

[18/01 - 19/02]

Este ha sido un experimento liderado por Alessio Morace, investigador de la Universidad de Osaka, en Japón, que se ha convertido en el primer experimento desarrollado en remoto en el Centro de Láseres Pulsados. Esta campaña cumplía con varios objetivos: por un lado, fue el experimento de puesta en marcha del sistema VEGA-3, que por vez primera se disparó de manera repetitiva a varias energías y duraciones temporales, incluyendo su máxima energía (30 Julios) y máxima compresión (30 femtosegundos). Este apartado ha sido un éxito ya que se han logrado acelerar protones a energías superiores

a 20 MeV, y se han podido caracterizar perfectamente todos los parámetros del láser (estabilidad de la energía, el foco y la duración temporal) así como del mecanismo de aceleración de las partículas; y por otro, el experimento se ha basado en un estudio analítico de la influencia del espesor de los blancos sólidos en el mecanismo de aceleración de partículas, junto a otros parámetros como la energía y duración del pulso láser. El objetivo ha sido aprovechar la alta tasa de repetición de VEGA para la recogida de un elevado número de datos con los que el investigador realizará un estudio de las leyes de escalado de la aceleración de partículas usando técnicas de machine learning.

Datos operativos del sistema durante el experimento:



Ion acceleration by ultra-intense laser interaction with high-density gas jet – towards PW power regime [07/06 - 02/07]

Esta campaña experimental ha sido liderada por el investigador de la Universidad de Burdeos, João J. Santos pero ha contado con un amplio equipo de colaboradores de distintas organizaciones: Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Centre d'Études Nucléaires de Bordeaux-Gradignan, Princeton Plasma Physic Laboratory y el Czech Institute of Plasma Physics. La novedad del experimento radicaba en el uso de blancos gaseosos de alta densidad para su interacción con pulsos láser ultracortos y ultraintensos de nivel de petavatio (VEGA-3) con el objetivo de lograr la aceleración de iones en el rango de energías de multi-MeV. Lograr esta evidencia experimental abre el camino a aplicaciones industriales y médicas de este

tipo de haces acelerados en las que se requieren un alto flujo medio de partículas, como ocurre en la radioquímica o la radiofarmacia. La campaña fue un éxito en la medida en que se lograron caracterizar y optimizar el sistema de gas de alta presión, se obtuvieron, fueron acelerados y detectados iones de más de un MeV, así como haces de electrones de hasta 50 MeV de muy alta carga. Ahora bien, debido al numeroso despliegue de diagnósticos empleados, el grupo de investigación aún está analizando la gran cantidad de datos obtenida.



Investigation of laser-based neutron sources with a high-repetition rate laser system [18/10 - 26/11]

El equipo de jóvenes investigadores de la Universidad Técnica de Darmstad (Alemania), guiados por el científico de esta institución Markus Roth, buscaron utilizar a alta cadencia un blanco líquido de agua destilada, diseñado y construido por ellos, para recopilar un número importante de datos que les permitiera caracterizar por vez primera un haz de neutrones obtenido con un pulso láser corto y a alta tasa de repetición. Además, su objetivo era poder utilizar ese haz de neutrones para hacer espectroscopía resonante. Los problemas derivados con el blanco, sin embargo, impidieron un buen desarrollo experimental. Una vez se logró utilizar el blanco correctamente y hacer impactar en él VEGA-3, se comprobó que se podía utilizar a alta tasa de repetición para energías menores a 200 J ya que si no, el blanco se congelaba. Razón por la cual, finalmente se decidió utilizar el sistema en modo single-shot.



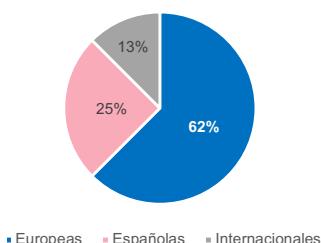
Como observamos, las tres campañas de acceso competitivo se han desarrollado en el área estratégica de la Aceleración de Partículas con láser. Por su parte, los tres experimentos internos que también se han desarrollado en esta anualidad han estado directamente vinculados al objetivo de incrementar el valor añadido de la infraestructura al realizar la optimización de la zona experimental del Centro, tanto en el desarrollo de nuevos blancos que permitan aprovechar la alta tasa de repetición de VEGA (recordemos que es uno de los tres sistemas láser de clase petavatio en el mundo capaz de realizar un disparo por segundo), como en el diseño e implementación para el usuario de áreas de trabajo con las fuentes secundarias que se ofrecen.

ii. Tercera Convocatoria de acceso a VEGA

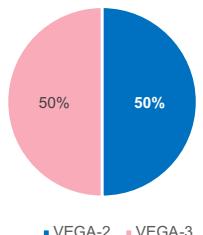
La situación mundial que alcanzamos con la llegada del SARS-CoV2, no sólo afectó al desarrollo de los experimentos agendados sino también a los que estaban por venir, ya que la publicación de las bases reguladoras de una tercera convocatoria también tuvo que posponerse. Finalmente se lanzó el 31 de julio del 2020 con una fecha límite de admisión de solicitudes que se ampliaría hasta el 12 de diciembre de ese año, de nuevo debido a la situación que se estaba viviendo de reciente ‘vuelta a la normalidad’, desigual según los países. Tras recopilar la información y la reunión del Comité de Acceso, sus miembros seleccionaron 7 de las 16 propuestas. De hecho, considerando la calidad de los experimentos solicitantes, el Comité de Acceso propuso seleccionar un número mayor, por lo que de las 50 sesiones que se ofrecían en un principio se pasó a cubrir 78, la mayoría de las cuales ya se han programado para el año 2022. Lo más relevante de la convocatoria es que, por primera vez, se lanzaba bajo el sistema de la cofinanciación. Dicho sistema exigía sufragar un mínimo del coste del acceso, variable según se tratase de VEGA-2 o VEGA-3. La cofinanciación de las tarifas podía ser o bien de abono directo por parte de la institución a la que perteneciera el investigador solicitante, mediante programas de acceso nacional o transnacional e incluso, contribuciones en especie. A finales de 2021, casi el 90% de las campañas seleccionadas habían logrado ser aprobadas en el programa de acceso transnacional de *Laserlab-Europe*.

La convocatoria en datos:

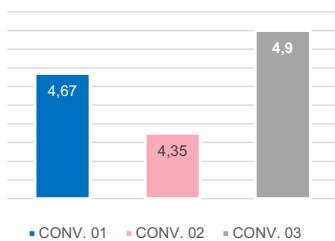
**Propuestas Recibidas
(Procedencia Institución del IP)**



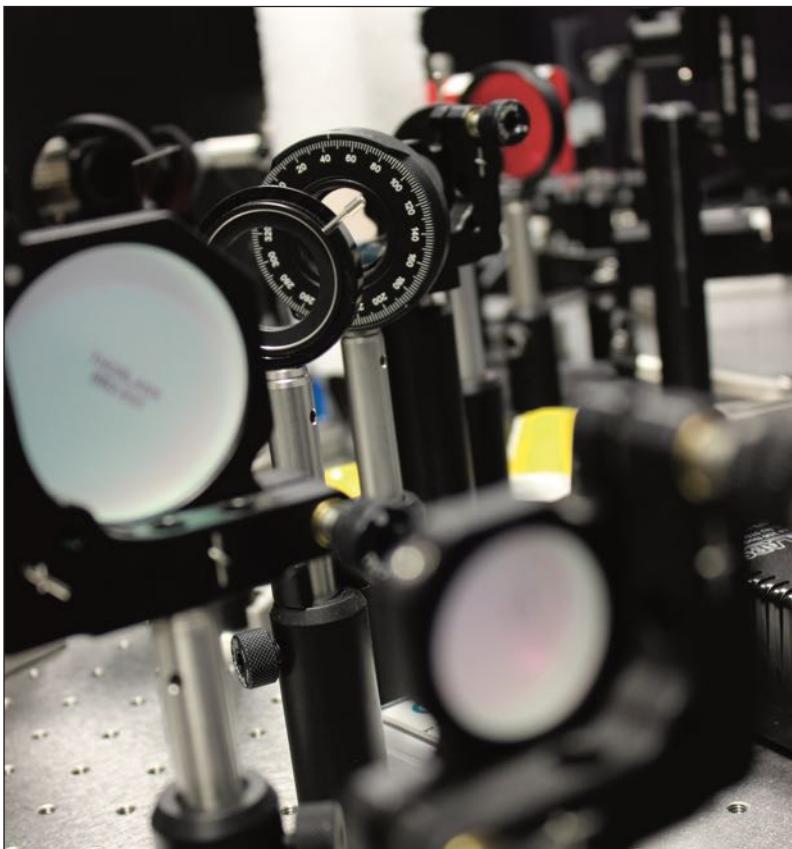
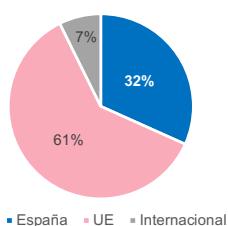
Instalación Singular Solicitada



Ratio Exceso de Demanda
(Comparativa Convocatorias)



Procedencia de los
investigadores
(según su institución)



b) Actuaciones de valor añadido en la Infraestructura

i. Sistema láser VEGA



La optimización de la singularidad del sistema láser ha estado vinculada, principalmente, al proyecto de reorganización de las líneas del sistema láser VEGA para experimentos Pump and Probe, que son aquellos en los que se utilizan dos haces láser: uno impacta en el blanco mientras que otro, sincronizado con el anterior, analiza lo que sucede; y es que uno de los grandes desafíos tecnológicos es conseguir la capacidad de analizar fenómenos que pueden suceder en subnanosegundos. Para lograrlo el Centro de Láseres Pulsados ha estado implementando este proyecto que implica la sincronización del equipamiento singular VEGA con el sistema láser CEP, un sistema de haces de menor intensidad, pero de duración ultracorta (6 femtosegundos) que permite una discriminación temporal extraordinariamente precisa. Para más detalles ver el apartado de proyectos de esta unidad funcional. Con ello, se han logrado nuevas combinaciones de haces láser de interés para los usuarios, incluyendo la sincronización de VEGA-2 y VEGA-3 con una resolución por debajo de los 200 picosegundos. De esta forma los modos de operación con los que cuentan los usuarios son:

VEGA-1 (20 TW)
 VEGA-2 (200 TW)
 VEGA-3 (1 PW)
 VEGA + CEP
 Operativo
 Fase de Commissioning
 VEGA + Quanta Ray
 VEGA-2 + VEGA-3
 VEGA-1 + VEGA-2
 VEGA-1 + VEGA-3
 VEGA-2 + VEGA-3 sin comprimir
 VEGA-1 + VEGA-3 sin comprimir

Durante el 2021 hay que añadir a estas actuaciones otras mejoras relativas, fundamentalmente, a los sistemas de control y de interacción online con los usuarios. Entre ellas destacamos:

- Puesta en funcionamiento del sistema de disparo remoto desde la zona de experimentación, lo que permite a los usuarios realizar el disparo o tanda de disparos que consideren en cada momento, teniendo únicamente una supervisión constante que confirme la disponibilidad del sistema por parte de los técnicos láser asociados.
- Desarrollo del prototipo de encendido remoto del oscilador y los láseres de bombeo de VEGA. Esta mejora permitirá optimizar los tiempos de encendido favoreciendo el incremento del tiempo de uso del sistema.
- Creación de usuarios online para el acceso con contraseña a la plataforma de la infraestructura 'Click & Shot' con el objetivo de que el usuario pueda consultar y descargar los datos correspondientes a cada disparo efectuado en su experimento etiquetado cada uno de ellos con su huella de tiempo.

ii. Área de Experimentación

El servicio de acceso a la infraestructura singular se sustenta sobre la plataforma de VEGA, donde tenemos por un lado el equipamiento láser, pero por otro, e igualmente relevante, está la zona experimental, es decir, donde de facto, los usuarios realizan sus montajes experimentales y se lleva a cabo la campaña de investigación. Por eso, mejorar este apartado de la plataforma resulta fundamental para un servicio integral de calidad. En este sentido, durante la anualidad 2021, se han implementado las siguientes actuaciones de mejora:

- Desarrollo de un blanco gaseoso de alta densidad como alternativa para la aceleración de iones impulsados por haces láser de alta potencia y alta tasa de repetición como los que se obtienen con VEGA.
- Procedente de las últimas licitaciones del proyecto 'Campañas experimentales multidisparo con alta tasa de repetición' de la convocatoria de Ayudas a Infraestructuras y Equipamiento científico-técnico 2018, se han procedido a instalar las siguientes mejoras: dispositivo láser ultrarrápido de medición de la duración del tiempo basado en la técnica de reconstrucción directa por inter-

ferometría espectral (SPIDER); conjunto de dispositivos destinados a medir los pulsos láser ultracortos mediante la técnica de escaneo de dispersión d-scan; y sistema de circuito cerrado de óptica adaptativa para mejorar el enfoque de alta intensidad del láser VEGA.

- Diseño e implementación de una nueva zona de trabajo para VEGA-2, con la integración de VEGA-1, con el objetivo de integrar de forma sencilla y clara el uso de haces probe y las estaciones para trabajo con fuentes secundarias.

Lo más importante, sin embargo, llegó en septiembre de 2021 cuando el Centro de Láseres Pulsados consiguió obtener una financiación de más de 3 millones de euros para el diseño y creación de una nueva zona experimental con el que incrementar el atractivo de la instalación hacia los usuarios y abrir el abanico de aplicabilidad del sistema, posibilitar campañas simultáneas en ambas zonas experimentales, instalar fuentes secundarias que permitan el acceso a la comunidad nacional no experta en láseres, permitir el acceso remoto de forma avanzada y abrir un sistema estable de almacenamiento de datos experimentales con el objetivo de alcanzar de forma eficiente los procedimientos 'open data'. Sin duda constituye el proyecto más importante de la infraestructura en el nuevo período que se inicia tras alcanzar el carácter indefinido de la instalación. Para más información, ver el apartado siguiente de 'Proyectos'.



iii. Unidad de Radioprotección

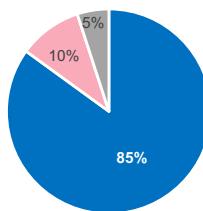
El Centro de Láseres Pulsados es una instalación radioactiva de segunda categoría (IRA), por lo que cuenta con una unidad especializada en radioprotección. Fue en el CLPU donde, por vez primera en España, se obtuvo radiación ionizante mediante láser. Por esa razón, y siempre en colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), el CLPU trabaja por establecer unos estándares de seguridad vinculados a este nuevo tipo de instalaciones. Durante el 2021 se ha trabajado para incluir en la IRA una nueva fuente de neutrones de gran interés para los usuarios. En este sentido, a finales de la anualidad se realizaron pruebas preoperacionales previas a la puesta en marcha de esta instalación en el 2022. Asimismo, se continuó con el procedimiento para la conversión de la unidad en el Servicio de Radioprotección, modificación solicitada, a instancias del CSN, en julio del 2020. Se han dado respuesta a varias peticiones de información adicional y, en diciembre del 2021, se realizó la primera inspección técnica previa a su autorización, que se espera concluya el próximo año.

iv. Servicios complementarios

Los usuarios de la infraestructura cuentan con el valor añadido de poder acceder a otros servicios complementarios que permiten la personalización del montaje experimental y/o los blancos requeridos. En este sentido destacan dos instalaciones fundamentales:

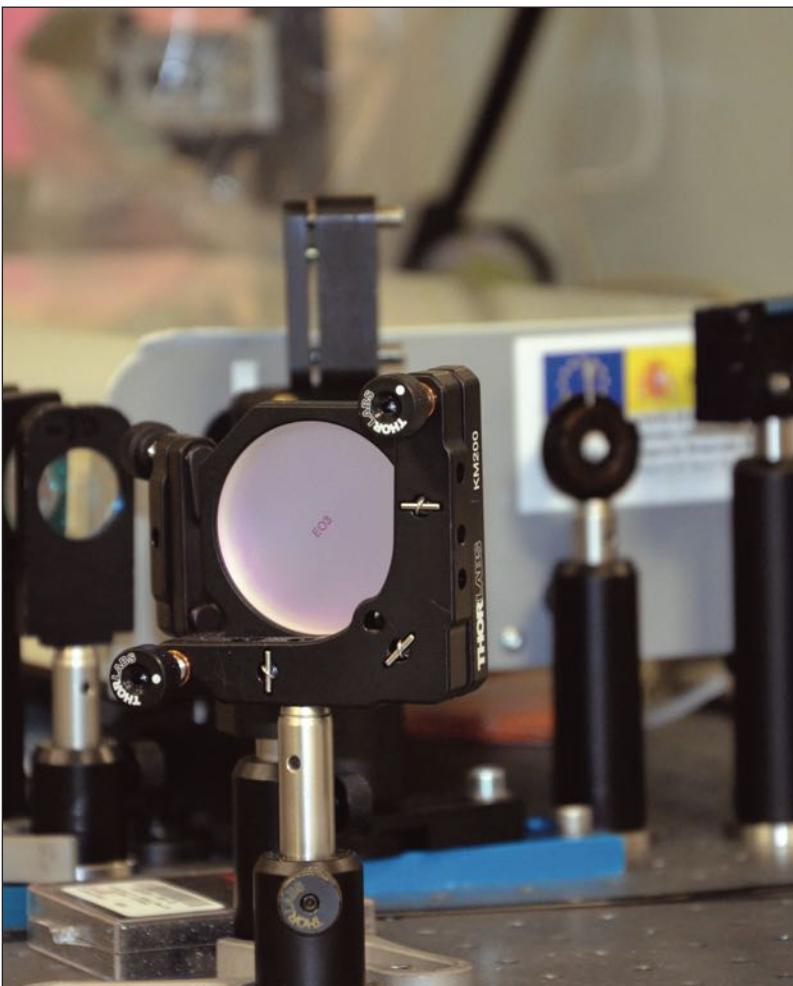
- Taller de Mecatrónica, es decir, taller de mecanizado y electrónica propios del Centro de Láseres Pulsados y con los que el usuario puede contar para la adaptación de cualquier pieza y/o sistema que necesite su experimento. Además, es un servicio útil para las nuevas implementaciones que la infraestructura proyecta para la mejora del servicio integral a los usuarios, al no depender de servicios externos y poder controlar la producción y ajustes de las piezas desde su diseño hasta el material utilizado. Para más información:

https://www.clpu.es/Mecatronica_Introduccion



- ULAMP, siglas de Ultrashort Laser Applications and Micromaterial Processing, engloba el conjunto de estaciones de trabajo vinculadas al sistema láser de alta tasa de repetición Spitfire. Durante el 2021 ha trabajado más de 700 horas principalmente para la elaboración de pinholes en los montajes experimentales y en el diseño de blancos. Para más información:

https://www.clpu.es/ULAMP_Caracteristicas_Tecnicas



c) Proyectos

Campañas experimentales multidisparo con alta tasa de repetición

MinCIU/Ayudas a infraestructuras y equipamiento científico-técnico 2018

**Objetivo:**

Adecuar la primera zona experimental del Centro para el aprovechamiento de la tecnología de VEGA de forma eficaz, relevante y segura por parte de los usuarios.

Actuaciones:

Durante el año 2021 se ha realizado la puesta en marcha de todos los dispositivos adquiridos e instalados en el año 2020 y se han concluido las licitaciones propuestas en el proyecto; en concreto se han adquirido equipos para la medición temporal de los láseres, así como dispositivos para la medición y corrección de VEGA-2 con sensores de frente de onda y espejo deformable.

477.680,00 €
(100 % ejecutado)

De 01/01/2018 a 31/03/2021
(100 % ejecutado)



Reorganización de las líneas del sistema láser VEGA para experimentos Pump & Probe

MCI/Programa Operativo FEDER Plurirregional de España 2014-2020



Objetivo:

Se presenta el diseño para reestructurar las líneas del sistema singular, incrementando sus modos operativos y añadiendo valor a las capacidades de VEGA. El objetivo es poder contar con nuevas líneas y un sistema pump & probe, basado en la sincronización de VEGA con el CEP, un sistema con haces de menor intensidad, pero de duración ultracorta (6 fs) que permite una discriminación temporal precisa.

Actuaciones:

Se ha recibido todo el material correspondiente a la licitación de esta actuación procediéndose a la instalación, montaje y puesta en marcha de la mayor parte de este equipamiento: mesa óptica para la línea de retardo, sistema de óptica adaptativa, sistema de caracterización espacio-espectral para mejorar la metrología de VEGA-2 y VEGA-3, dos nuevas ventanas de fused silica para el sistema criogénico de VEGA-2, conjunto de lámparas ultravioleta para la limpieza de los elementos de los compresores y motor lineal rápido de largo recorrido que permite el paso en VEGA-3 de los modos de disparo único y 1 Hz sin modificación en la calidad. Asimismo, se ha implementado el primer prototipo de sistema de mantenimiento de beampointing para su uso en propagación adicional de VEGA-2 en la línea de retardo y de VEGA-3 sin comprimir, y se ha probado el sistema de vacío necesario para la propagación de VEGA-1 sin comprimir hasta la zona de experimentación. Se han logrado sincronizar VEGA-2 y VEGA-3 con una resolución por debajo de los 200 ps; e igualmente se ha logrado la sincronización de VEGA con el CEP.

**480.000,00 €
(89,80 % ejecutado)**

**De 01/01/2020 a 31/12/2022
(66,67 % ejecutado)**



Construcción y equipamiento del área experimental 2 (AREX2)

MCI/ICTS 2021 – Plan de Recuperación y Resiliencia



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIAS
E INNOVACIÓN

Objetivo:

Diseñar, construir y equipar una nueva zona de experimentación a fin de aumentar la capacidad de usuarios y campañas experimentales por año, maximizar el aprovechamiento de la alta tasa de repetición de disparo que tiene el sistema VEGA, posibilitar campañas simultáneas en ambas zonas experimentales, instalar fuentes secundarias permanentes que permitan el acceso a la comunidad nacional no experta en láseres, permitir el acceso en remoto de forma avanzada y abrir un sistema estable de almacenamiento de datos experimentales que sumerja a la infraestructura en el open data.

Actuaciones:

Concedido en septiembre del 2021, se iniciaron las primeras reuniones científico-técnicas para el diseño de la zona.

3.018.000,00 €
(0 % ejecutado)

De 01/09/2021 a 31/12/2025
(7,69 % ejecutado)



Laserlab-Europe V



UNIÓN EUROPEA

H2020/INFRAIA 2018



Objetivo:

Se trata de una red interdisciplinaria de laboratorios láser nacionales en Europa cuyo objetivo es reforzar el liderazgo de la investigación sobre y con láser, a través del impulso de actividades de investigación conjuntas y las convocatorias para accesos a equipamientos láser de última generación impulsando la investigación de vanguardia.

Actuaciones:

Destaca la inclusión del laboratorio de VEGA entre las instalaciones de acceso en Laserlab, dado que es esto lo que ha permitido activar esta red como vía de cofinanciación de los accesos competitivos ofertados en la tercera convocatoria lanzada a finales del 2020 y resuelta a mediados del 2021. De los 7 experimentos seleccionados por el Comité de Acceso, 6 de ellos han sido aprobados en el programa transnacional de acceso de Laserlab, lo que permite su cofinanciación. Por otro lado, del 24 al 25 de noviembre se celebró el Network on Extreme Intensity Laser Systems (NEILS), que aún ha seguido la modalidad virtual de congreso. Además, el CLPU ha continuado su colaboración en las cinco actividades de investigación conjunta (JRA) en las que participa:

- Metrología espacio-temporal de fuentes láser avanzadas. En esta área se ha realizado un trabajo con correlación para la medición de la duración del pulso en el área de experimentación durante la campaña competitiva liderada por Alesio Morace a principios de año. Se está preparando la publicación.
- Futuras fuentes de electrones y de radiación secundaria para aplicaciones de usuarios. En el marco de esta investigación se incluye el trabajo preliminar realizado a finales del año por investigadores





del CLPU para el establecimiento de una fuente de rayos X betatrón inducidos por láser.

- Fuentes de iones con energías seleccionadas, de alta tasa de repetición para aplicaciones. Aquí destacan las colaboraciones del CLPU en las campañas experimentales de los investigadores Alessio Morace (enero 2021) y João Santos (junio 2021)
[Para más información: apartado 'Campañas Experimentales' de la Unidad Funcional Infraestructura Singular VEGA]
- Estandarización y automatización del proceso de medición del espectro de iones. Para esta tarea de nuevo son significativas las colaboraciones que el Centro realizó con las campañas experimentales de Alessio Morace (Universidad de Osaka, Japón) y João Santos (Universidad de Burdeos, Francia). A estas investigaciones se une el experimento de evaluación y puesta en marcha (commissioning) del detector de centelleadores desarrollado por la infraestructura.
- Desarrollo de imágenes de contraste de fase basadas en fuentes de rayos X impulsadas por láser de alta tasa de repetición que permitan mediciones resueltas en el tiempo de materiales, muestras biológicas y plasmas Warm Dense Matter (WDM). El CLPU ha contribuido en esta tarea con la investigación llevada a cabo a finales de la anualidad para el establecimiento de una fuente de rayos-X betatrón inducida por láser.

207.150,00 €
(3,41 % ejecutado)

De 01/12/2019 a 30/11/2023
(52,08 % ejecutado)



Radiation facility network for the exploration of effects industry (RADNEXT)



UNIÓN EUROPEA

H2020/INFRAIA 2020



Objetivo:

A través de este proyecto se quiere generar una red diversa de instalaciones cuyo equipamiento permita la realización de ensayos para el estudio de los efectos de la radiación espacial en productos electrónicos. Los haces disponibles que se ofrecen a los usuarios, que accederán a través de un acceso transnacional, ofrecen desde rayos X y electrones energéticos hasta protones e iones pesados.

Actuaciones:

Durante el 2021 se han lanzado hasta 2 convocatorias de acceso, en ninguna de las cuales se han presentado propuestas viables para el CLPU.



89.687,50 €
(0 % ejecutado)

De 01/06/2021 a 31/05/2025
(14,58 % ejecutado)



Integrated management & reliable operations of user-based laser scientific (IMPULSE)



H2020/INFRADEV 2018

IMPULSE

Objetivo:

Este proyecto aborda el análisis de los requisitos científicos, técnicos, organizativos y de gestión necesarios para el eficiente funcionamiento de la infraestructura paneuropea ELI (Extreme Light Infrastructure) junto a la creación y consolidación de comunidades de usuarios nacionales y la ampliación del consorcio de miembros ELI.

Actuaciones:

El Centro de Láseres Pulsados participa en este proyecto europeo en dos paquetes de trabajo:

- Avances hacia procedimientos excelentes en la operatividad con los sistemas láser. Su principal objetivo es el establecimiento e implementación de procedimientos detallados para el funcionamiento de los sistemas experimentales disponibles en ELI, e instalaciones análogas asociadas. En este sentido, se ha comenzado por realizar un estudio de la metrología de pulsos electromagnéticos mediante su captación y grabación para optimizar el acceso de usuarios a la infraestructura. Los pulsos electromagnéticos no sólo contienen información de la interacción sino también del entorno experimental que conforman unos parámetros únicos, como las huellas dactilares. Por todo ello, estos datos poseen una relevancia científica y un gran valor añadido para los usuarios. Además, se ha trabajado en el desarrollo de un nuevo tipo de metrología basada en la implementación de un detector con resolución espectral-espacial para haces de iones acelerados por láser y capaz de trabajar a alta tasa de repetición. Se ha elaborado también documentación mejorada de diagnósticos, equipos, consumibles y aplicaciones informáticas existentes, puestas a disposición del centro y de usuarios mediante una aplica-





This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 871161



ción Wiki. Este trabajo contribuye a la estandarización. Por último, reseñar en virtud del trabajo anterior, el desarrollo de programas de control para diagnósticos estándar, como los diseñados para la línea de espectrómetros de iones y electrones.

- Promoción de ELI y Comunicación. El objetivo de este grupo de trabajo es impulsar la promoción y comunicación de la especialidad científico-técnica vinculada a ELI-ERIC y sus socios, incluyendo áreas como la formación y la diplomacia científica. Durante esta anualidad la colaboración del CLPU a través de su persona contratada, ha sido la organización y/o participación en diversos eventos como: European Conference on Plasma Diagnostics, EPS Satellite Meeting, LaPlaSS Summer School, Laserlab User Meeting, First Annual IMPULSE Meeting y, First ELI-ERIC Iberian Information Day. Además, se ha trabajado en la elaboración de un folleto centrado en nuevas aplicaciones de la tecnología láser en el ámbito del Patrimonio Cultural.

**450.689,79 €
(15,78 % ejecutado)**

**De 01/11/2020 a 31/04/2024
(33,33 % ejecutado)**



INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN

Esta unidad funcional cuenta con un pilar fundamental no sólo en el ámbito de la investigación sino, principalmente, en el campo de la formación especializada. Se trata de la Cátedra CLPU Láser Plasma de la Universidad de Salamanca, que nació en 2014 a instancias del Comité Asesor gracias a la colaboración entre ambas entidades: CLPU y USAL. Desde entonces se han desarrollado múltiples acciones. En la anualidad que aquí recogemos destacan: organización del Día de Puertas Abiertas a estudiantes de la Facultad de Ciencias y ciencias afines; charlas sobre la especialización en plasma-láser en la propia Universidad de Salamanca, presentación de un proyecto europeo de las convocatorias MSCA, así como la organización de diferentes eventos internacionales como el European Conference on Plasma Diagnostics, el EPS Satellite Meeting y, por supuesto, la escuela de verano internacional LaPlASS, de la que se ha celebrado la cuarta edición.

a) Publicaciones

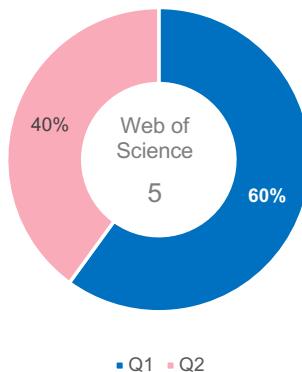
Durante esta anualidad los científicos de la infraestructura, además de colaborar con las campañas experimentales que los usuarios han llevado a cabo en sus instalaciones, han participado en la publicación de relevantes resultados, entre los que se incluyen diferentes publicaciones en revistas de alto impacto y la edición de uno de los capítulos del libro especializado *Progress in Ultrafast Intense Laser Science XVI*:

- > Mirani, F.; Maffini, A.; Casamichiela, F.; Pazzaglia, A.; Formenti, A.; Dellasega, D.; Russo, V.; Vavassori, D.; Bortot, D.; Huault, M.; Zeraouli, G.; Ospina, V.; Malko, S.; Apiñaniz, J.I.; Pérez-Hernández, J.A.; de Luis, D.; Gatti, G.; Volpe, L.; Pola, A. and Passoni, M., Integrated quantitative PIXE analysis and EDX spectroscopy using a laser-driven particle source, *Science Advances* vol. 7, 03 (2021)¹.

¹ Resultados vinculados a la campaña experimental Laser-driven secondary sources for material science application llevada a cabo en el CLPU durante mayo del 2019.

- > Apiñaniz, J.I.; Malko, S.; Fedosejevs, R.; Cayzac, W.; Vaisseau, X.; de Luis, D.; Gatti, G.; McGuffey, C.; Bailly-Grandvaux, M.; Bhutwala, K.; Ospina-Bohorquez, V.; Balboa, J.; Santos, J.J.; Batani, D.; Beg, F.; Roso, L.; Perez-Hernandez, J.A. and Volpe, L. A quasi-monoenergetic short time duration compact proton source for probing high energy density states of matter, *Scientific Reports* 11, 6881 (2021).
- > Pastor, I.; Álvarez-Estrada, R.F.; Roso, L.; Guasp, J. and Castejón, F., Electron Dynamics and Thomson Scattering for Ultra-Intense Lasers: Elliptically Polarized and OAM Beams, *Photonics* 8,182 (2021).
- > Azteni, S.; Batani, D.; Danson, C.N.; Gizzi, L.A.; Perlado, M.; Tatarakis, M.; Tikhonchuk, V. and Volpe, L., An evaluation of sustainability & societal impact of high power laser & fusion technologies: a case for a new European research infrastructure, *High Power Laser Science & Engineering*, e52 (2021).
- > Curcio, A. Recirculated wave undulators for compact FELs, *Applied Science-Based*, vol.11, nº13 (2021).
- > Roso, L.; Pérez-Hernández, J.A; Lera, R. and Fedosejevs, R., The role of the ponderamotive force in high field experiments, *Progress in Ultrafast Intense Laser Science XVI*, Vol. 141, Chapter Book (pp.149-177).

Cuartiles (JCR 2020)



b) Contribuciones Científicas**i. Congresos**

Durante el 2021 los investigadores de la infraestructura han realizado diversas contribuciones científicas en distintos eventos de carácter internacional, de diferentes campos de especialización, y muchos de ellos aún en versión online:

- > Volpe, L., High power lasers for studying proton stopping power in extreme state of matter, International School of Physics & Allied Disciplines, ISPAD, 9-11 de marzo 2021, Online [Ponencia Invitada].
- > Huault, M., A 2D scintillator-based proton detector for high repetition rate experiments, ECPD2021, 7-11 de junio 2021, Online [Ponencia].
- > Puyuelo, P., Laser-driven ion acceleration with a liquid sheet at HRR at CLPU, ECPD2021, 7-11 de junio 2021, Online [Ponencia].
- > Volpe, L., Near-Bragg peak ion stopping power measurement in WDM experiment in ultrahigh and short repetition rate laser facilities, 47th Conference on Plasma Physics 2021, 21-25 de junio, Online [Ponencia Invitada].
- > Touati, M., Relativistic collisionless shocks: microphysics & long-time dynamics, 47th Conference on Plasma Physics 2021, 21-25 de junio, Online [Ponencia].
- > Roso, L., The Spanish Petawatt Laser, EPS Satellite Meeting 2021, 28-29 de junio, Online [Ponencia Invitada].
- > Roso, L., Future scattering experiments between infrared photons using big lasers as a QED test, XFEL Workshop, 10-11 de junio 2021, Online [Ponencia].
- > Malko, S., Experimental campaign performed at CLPU where proton stopping power in WDM was measured at HRR, ECPD2021, 7-11 de junio 2021, Online [Ponencia Invitada].
- > Roso, L., Review of fs lasers and their capacities in different sectors, Laser Technology in Archaeology and Cultural Heritage Material Science, Specific Targeted Workshop (STW2), ED-ARCH-MAT, 15 de julio, Online [Ponencia invitada].

- > Puyuelo, P., Faisceaux d'ions accélérés par interaction d'un laser intense avec un jet de gas dense, 11ème Forum Laser et Plasmas, 27 de septiembre al 1 de octubre, Bastia (Francia) [Ponencia Invitada].
- > Roso, L., Towards the measurement of the quantum-vacuum Lagrangian coupling coefficients using two counter propagating super-intense laser pulses, Extremely High Intensity Laser Physics Conference (ExHILP 2021), 13-17 de septiembre, Online [Ponencia].
- > Ehret, M. et al., Working Package 3 – Ramping-up Towards Excellent Steady-State Operations, IMPULSE First Annual Meeting, 19 de octubre, 2021, Online [Ponencia].
- > Morabito, A., Work package 7 (WP7)- Promote the IMPULSE project and ELI through activities aiming at attracting new members and strategic partners within ELI, IMPULSE First Annual Meeting, 19 de octubre, 2021, Online [Ponencia].
- > Ehret, M.; Volpe, L., et al., Work Package 3.2 – Sources and metrology devices at CLPU, IMPULSE Expert Meeting, 21 de octubre, 2021, Online [Ponencia].
- > Ospina-Bohorquez, V.; Salgado, C.; Ehret, M.; Consoli, F. et al, Experimental & numerical investigations of ion acceleration by ultraintense laser pulses in near-critical transparent gas jets, 63rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, 8-12 de noviembre 2021 [Ponencia].
- > Apiñaniz, J.; Malko, S., Salgado, C. et al., A quasi-monoenergetic compact proton source for probing high energy density states of matter at high repetition rate, 63rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, 8-12 de noviembre 2021. Online [Ponencia].
- > Roso, L., Spanish involvement and research, First Introductory ELI-ERIC Iberian Day, 12 de noviembre, 2021, Online [Ponencia Invitada].
- > Volpe, L., Education and Training – Spanish experience, plans, courses, summer schools, First Introductory ELI-ERIC Iberian Day, 12 de noviembre, 2021, Online [Ponencia Invitada].

- > Ehret, M. et al., Compact laser-driven wire-loops as ion beam shaping and guiding elements, The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research, 16-19 de noviembre, 2021, Online [Ponencia Invitada].
- > Roso, L., CLPU, Laserlab Europe User Meeting, 22-23 de noviembre, 2021, Online [Ponencia Invitada].
- > Pérez-Hernández, J.A., Facility Updates, CLPU, NEILS Meeting 2021, 24 de noviembre, 2021, Online [Ponencia].
- > Pérez-Hernández, J.A., Henares, J.L., Remote access / Staff assisted experiments, NEILS Meeting 2021, 24 de noviembre, 2021, Online [Ponencia].
- > He, C.; Longman, A.; Ravichandran, S.; Apiñaniz, J. et al., Characterizing relativistic Thomson scattering angular distribution as a function of laser intensity, Mid-Atlantic Section Meeting 2021, 3-5 de diciembre, 2021 [Presentación Póster].

ii. Otros eventos – Formación especializada

Entre la formación especializada destaca, como ya hemos indicado, la celebración, aún online, de la cuarta edición de la escuela internacional de verano LaPlaSS, organizada por el Centro a través de la cátedra del CLPU en Láser-Plasma. El plasma inducido por láser es un campo de investigación clave en las instalaciones modernas de láseres intensos. El principal objetivo de la escuela LaPlaSS es formar a los estudiantes en el campo emergente de la Física de Plasma inducida por láser y la aceleración de partículas por láser; ambos campos de investigación profundamente unidos a los láseres ultraintensos y ultrarrápidos como VEGA. La cuarta edición de la escuela, titulada “Métodos experimentales en los procesos de generación de plasma con láseres de alta intensidad”, contó con el apoyo del proyecto europeo IMPULSE. Las contribuciones a la escuela por parte del personal especializado del Centro fueron:

Curcio, A., Radiation mechanisms in ultra-short laser-plasma interactions, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia invitada].

Roso, L., Extreme Intensity Measurement, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia invitada].

Volpe, L., Measurements of Particle and plasma parameters in extreme state of matter, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia invitada].

Pérez-Hernández, J.A., Experimental activities at CLPU, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Herares, J.L., Laser-driven ion acceleration by supersonic gas jet targets, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Apiñaniz, J., Introduction of laser ion diagnostics, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Morabito, A., Transport & manipulation of laser-driven proton beams for diagnostics and applications, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Volpe, L., Scintillator-based proton detector at HRR, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Lera, R., Spatio-temporal diagnostics in ultra-short lasers, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

Ehret, M. et al., Measurements of rapid electromagnetic phenomena, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia].

García, E., VEGA, CPA laser chain, LaPlaSS2021, 27 septiembre al 1 de octubre, Online [Ponencia]

A esta actividad se unen otros dos seminarios de formación especializada impartidos online:

Roso, L., All-optical studies of the quantum vacuum & other fundamental questions enable by multi-petawatt lasers, ISUILS VII Online Seminar, 16 de noviembre, 2021 [Ponencia Invitada - Seminario].

Ehret, M.; Apiñaniz, J.; Malko, S.; Sopina-Bohorquez, V.; Salgado, C.; Volpe, L. et al., Ion acceleration by an ultrashort laser pulse interacting with a near-critical-density gas jet and perspectives to micro-compression, GSI Plasma Physics Seminar, 22 de junio, 2021, Online [Ponencia Invitada - Seminario].



c) Proyectos

Research on pathways to inertial fusion energy at Centro de Láseres Pulsados*International Atomic Energy Agency – IAEA***Objetivo:**

La infraestructura colabora con la agencia en un proyecto que busca avanzar en tres líneas fundamentales de investigación: desarrollo de toda la ciencia subyacente a la energía de fusión, desarrollo de la tecnología adecuada a este objetivo con sistemas de alta tasa de repetición como es VEGA, y desarrollo de diagnósticos de próxima generación.

Actuaciones:

Durante la anualidad el CLPU participó en dos eventos especializados organizados virtualmente en los que se abordaban temáticas relativas al proyecto:

- Technical Meeting on Advances in Laser Driven Neutron and X-Ray Sources and their applications (8 - 11 de febrero).
- Technical Meeting on Main current problem and feasibility of IFE (7 - 11 de junio).

De 25/08/2020 a 31/12/2024
(30,76 % ejecutado)



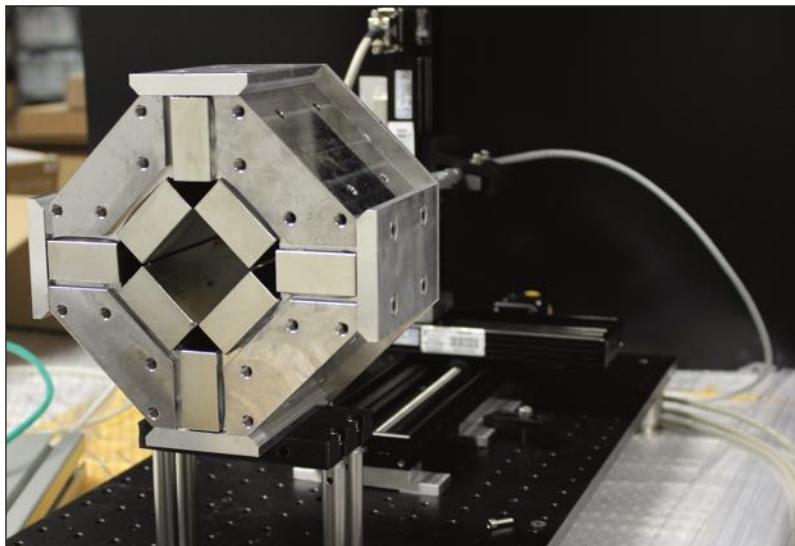
Transporte y manipulación de partículas en aceleradores láser: nuevos escenarios en radioterapia FLASH (TYMPAL)



Junta de Castilla y León / Programa de Apoyo a proyectos de investigación cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Objetivo:

Diseño y construcción de herramientas de transporte de partículas cargadas adaptadas a las fuentes secundarias de radiación generadas por láser. Lo cual implica considerar en este tipo de aceleradores parámetros como la inestabilidad disparo a disparo, los ángulos de emisión, espectros, etc.



Actuaciones:

Se ha diseñado una línea de transporte de protones con dos elementos principales. En primer lugar, se ha trabajado en un sistema de tres cuadrupolos destinados a conducir y concentrar el haz de protones, para el que se han realizado distintos estudios, tanto experimentales

como simulados, con el objetivo de lograr la mejor configuración según las necesidades del proyecto. En este caso, como los haces de protones generados por interacción láser presentan unas características muy concretas de dispersión angular y energética que no son comunes en otros tipos de aceleradores, se ha optado por desarrollar una herramienta en Phyton que permite simular la evolución del pulso de protones a lo largo de la línea de transporte. Mediante el uso de este script, se puede determinar cual es la posición de los cuadripolos que mejor se ajusta a los requerimientos de cada experimento. Estas simulaciones han sido contrastadas con otros programas comúnmente utilizados en este campo tales como MCNP6 (Monte Carlo N-Particle transport) y ASTRA (A Space Charge Tracking Algorithm, DESY, Hamburg 1997) confirmando así la validez de la herramienta.

El segundo elemento fundamental ha sido el inicio del estudio de una interfaz vacío-aire que permita realizar experimentos sin las constricciones del vacío. En el 2021 se han realizado estudios, aún no concluidos, con el programa MCNP6 donde mediante simulaciones se ha analizado tanto la potencia de frenado para los protones en estas ventanas, como la dosis transmitida a través de las mismas (pico de Bragg), o los parámetros críticos a la hora de la elección del grosor de estos materiales.

264.000,00 €
(56,07 % ejecutado)

De 01/11/2020 a 31/10/2023
(38,88 % ejecutado)



European Network for Innovative Training Programme

MCI/Plan Nacional de I+D+I - Europa Investigación



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



Gobierno
de España



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Gobierno
de España

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INVESTIGACIÓN

Objetivo:

Contratación de un experto para el asesoramiento en cuanto a la redacción y mejora del proyecto europeo presentado por la entidad para la creación de una red de formación especializada para apoyo de estudiantes predoctorales en ámbitos de investigación e innovación.

Actuaciones:

En el marco de este proyecto durante el año 2021 se preparó la propuesta 'Ultrafast Laser-Plasma processes at high-intensities and applications (ULPHIA)' para la convocatoria de Horizonte Europa MSCA-DN. Para ello, se realizaron las reuniones pertinentes con todos los socios implicados para determinar cada una de las tareas y responsabilidades, y se colaboró con una empresa consultora que ayudó al enfoque y redacción final de una propuesta que finalmente fue presentada en noviembre.

15.000,00 €
(44,59 % ejecutado)

De 01/11/2020 a 31/10/2022
(58,33 % ejecutado)



Desarrollos Tecnológicos para optimización y ampliación del sistema láser de petavatio VEGA

MCI/P.E. Promoción del Talento y Empleabilidad en I+D+i



Objetivo:

El proyecto propone al técnico contratado su participación en el diseño e implementación de nuevos desarrollos, mejoras y modificaciones del sistema necesarios para mejorar la calidad de servicio a los usuarios de VEGA. En concreto, la contratación del proyecto se centra en el desarrollo de elementos adicionales que optimicen el uso y mantenimiento de VEGA, y en la mejora y ampliación de otros ya existentes.

Actuaciones:

En esta anualidad se concluyó el proyecto con la realización de los siguientes ítems relevantes: puesta en marcha del detector automático de inundación del corredor técnico; puesta en marcha del sistema automático para datos de metrología de VEGA, que permite recoger toda la información de los ordenadores conectados a los sistemas de metrología de VEGA y subirlos de forma ordenada al servidor del centro para que puedan ser consultados convenientemente por los usuarios; sistema de detección de funcionamiento de VEGA, que recoge la señal proveniente de los amplificadores del sistema láser para discriminar su estado y enviar la correspondiente señal a los elementos de visualización del Centro.

39.500,00 €
(100,00 % ejecutado)

De 01/09/2019 a 31/10/2021
(100,00 % ejecutado)



Plan de Protección Radiológica en la Instalación Radiactiva Autorizada del CLPU

MCI/P.E. Promoción del Talento y Empleabilidad en I+D+i



Objetivo:

Desarrollo del plan de protección radiológica de la entidad incluyendo procedimientos y redacción de informes necesarios en colaboración con el organismo regulador.

Actuaciones:

Se continuó durante la última anualidad del proyecto con las labores fundamentales desempeñadas en el mismo: supervisión de la instalación radiactiva autorizada (IRA 3254), vigilancia radiológica (en la que se incluyen los equipos de detección, la verificación de funcionamiento de la red, los registros de la RVR, los registros de los eventos naturales, la dosimetría personal, y el sistema PSS), así como la redacción de la documentación necesaria para la IRA (documentación sobre la unidad de protección radiológica, documentación requerida por el Consejo de Seguridad Nuclear, información solicitada para la constitución del servicio de radioprotección, formación y divulgación en protección radiológica y simulaciones Montecarlo).

39.500,00 €
(100,00 % ejecutado)

De 01/09/2019 a 31/10/2021
(100,00 % ejecutado)



Sincronización de las salidas de los haces del sistema láser de petavatio VEGA-3

MCI/P.E. Promoción del Talento y Empleabilidad en I+D+i



Objetivo:

Colaboración en la implementación en el área de experimentación de la instalación de los sistemas necesarios para la sincronización de las salidas de los haces del láser de petavatio.

Actuaciones:

Durante el 2021 se ha continuado con la puesta en marcha del Robot IRB 120 de ABB y con la especificación de sus aplicaciones en el área de experimentación. Asimismo, se ha participado en el estudio, diseño e implementación de sistemas en bucle con el fin de lograr la estabilización de los parámetros del láser, y ha continuado el estudio de los sistemas de sincronización lenta, media y rápida, incluyendo el análisis de los subsistemas óptico/electrónicos.



47.308,49 €
(93,30 % ejecutado)

De 01/10/2019 a 28/02/2022
(93,10 % ejecutado)



TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN

a) Servicios de Innovación

ULAMP – Ultrashort Laser Applications & Micromaterial Processing

El laboratorio ULAMP ofrece un servicio especializado de alta calidad en procesamiento de material por láser tanto para el desarrollo de la investigación científica como de la innovación industrial. Su principal baluarte es un sistema láser Spitfire de alta tasa de repetición, un equipo comercial de femtosegundos que ofrece un haz láser de gran calidad y excelente estabilidad de disparo (shot-to-shot).

Sus características son óptimas para el estudio de la interacción de pulsos ultracortos con blancos sólidos y para su aplicación en el procesado de materiales. Debido a la corta duración temporal del pulso es posible eliminar capas submicrométricas de material con un mínimo efecto térmico ya que éstos suceden en una escala temporal mayor. Este proceso de eliminación selectiva del material es conocido como ablación láser ultrarrápida.

Además, este tipo de láser ultracorto permite observar y controlar los cambios de algunas propiedades del material (índice refractivo, reflectividad...) tanto en la superficie como en el fondo de materiales transparentes. El laboratorio cuenta con diferentes áreas de experimentación: una zona de procesado de alta precisión, una estación experimental para el uso del trépano y procesos de automatización, una estación de procesado con CO₂ y, finalmente, un área de procesado general.

Para más información:

https://www.clpu.es/ULAMP_Caracteristicas_Tecnicas

LITeL – Laboratorio de innovación y tecnología láser

Este laboratorio ha sido diseñado para ofrecer soluciones y soporte a los usuarios industriales y científicos en el desarrollo de sus aplicaciones en el ámbito de los láseres de estado-sólido, óptica y fotónica, así como impulsar nuevos diseños y estudios de optimización de sistemas.



El principal propósito de LITeL es desarrollar nuevas fuentes de luz-láser, tecnología fotónica avanzada, componentes láser y diseños de nuevos sistemas láser que puedan beneficiar el desarrollo, impulso y comercialización de nuevas plataformas láser basadas en medios de estado sólido y sus técnicas asociadas de conversión de frecuencia. Durante el 2021 este laboratorio se ha centrado en el desarrollo del proyecto SIGILAR cuyos detalles pueden leerse en el apartado "Proyectos" de esta unidad funcional.

Para más información sobre este laboratorio:

https://www.clpu.es/LITeL_Caracteristicas_Tecnicas

b) Congresos

En la línea estratégica de la infraestructura para el impulso de la innovación en las regiones de crecimiento inteligente y sostenible, se ha colaborado en diversas plataformas mediante seminarios y congresos especializados con orientación industrial:

Roso, L., García, P. and Lera, R., Criogenia, vacío y láseres extremos, Jornada Grandes Instalaciones Científicas CDTI-Induciencia 'La Industria de la Ciencia al frente de la recuperación 2021, 26 de enero 2021, Online [Ponencia invitada]

Roso, L., Tecnología láser como herramienta transversal de innovación, Oportunidades de colaboración público-privada en Castilla y León en el ámbito de la Instalaciones Científico-Técnicas Singulares (ICTS), 20 de mayo de 2021, Online [Ponencia Invitada]

Roso, L., Introducción a las grandes instalaciones: el Centro de Láseres Pulsados, jornada bilateral Extreme Meeting II: Fusion-a2, 23 de septiembre de 2021, Salamanca [Ponencia Invitada]

Roso, L., participación en la Mesa Redonda 'Innovación e Investigación: cómo hacer crecer la semilla de los centros de tecnología punta' en el marco del II Congreso 'Libro Blanco para el desarrollo de Salamanca' organizado por La Gaceta, 18 de octubre de 2021 [Ponencia Invitada]

c) Colaboraciones

En el ámbito de la colaboración con empresas para el impulso de la transferencia del conocimiento y en pro de la innovación, el CLPU continúa su participación en diversas plataformas y promueve la creación de nuevos acuerdos que subrayan esta acción estratégica.

En relación a las plataformas, destaca la incorporación de la infraestructura a la red europea Enterprise Europe Network (EEN), a la que se ha adherido a través de su punto nacional, el Instituto de Competitividad Empresarial de Castilla y León. La EEN es la red de apoyo internacional más importante para medianas y pequeñas empresas que buscan su ampliación más allá de sus fronteras. En este ámbito, el Centro se ha incluido como órgano experto y ha lanzado el modelo de utilidad patentado junto a la ICTS Alba como nueva oferta tecnológica en la red.

Además, el Centro de Láseres Pulsados continua su estrecha colaboración con la plataforma de innovación Induciencia, con la que ha colaborado en varios eventos científico-técnicos como la segunda edición del Extreme Meeting del CLPU, que este año se centró en el estudio de la fusión nuclear con Fusion-a2 (organizado conjuntamente con el IFMIF-DONES).

Igualmente, la infraestructura ha mantenido su actividad en las plataformas Digital Innovation Hub de Castilla y León (focalizada en la formación y apoyo para la adopción de sistemas IoT y otras tecnologías disruptivas), Fotónica 21 (cuyo principal objetivo es impulsar de manera eficiente la fotónica en el proceso de la innovación industrial), y PEPRI (foro nacional creado para estimular la investigación y desarrollo en el ámbito de la protección radiológica).



ENN



Induciencia



DIH



Fotónica 21



PEPRI

En cuanto a las acciones concretas en el ámbito de la transferencia de conocimiento caben destacar los acuerdos de confidencialidad con las empresas Tecnobit y con S.I.T. Sordina IOT que se unen a otros acuerdos de carácter científico como el suscrito con la Universidad Complutense de Madrid para la cesión de equipamiento o el convenio de colaboración con la Universidad de Alberta, en Canadá.



d) Proyectos



Sistema de guiado láser pulsados de alta potencia en el ámbito militar (SIGILAR)

Ministerio de Defensa/Programa de Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas (COINCIDENTE)

Objetivo:

Desarrollo de un demostrador láser de más de 15 kW de potencia pico que dispare de forma estable y que sea acoplable a una plataforma con sistema de control y direccionamiento del haz para realizar ensayos en pruebas de campo.

Actuaciones:

En una primera fase en esta anualidad se ha completado la integración del subsistema láser del demostrador y se han realizado pruebas de materiales que han permitido tanto verificar su capacidad como mejorar sus especificaciones técnicas; durante el segundo período se ha colaborado con la empresa subcontratada EM&E en el desarrollo del subsistema de la plataforma directora y su integración en el subsistema de apuntamiento desarrollado por el CLPU. Finalmente, se ha procedido a la integración de todos los subsistemas para conformar el demostrador SIGILAR que fue entregado a finales de año al Ministerio de Defensa.

450.000,00 €
(90,58% ejecutado)

De 01/01/2019 a 30/06/2022
(80,64 % ejecutado)



Hybrid prototype base on laser boost of a Linac to obtain a ultrahigh high dose rate in radiotherapy (HYBRILIN)

MCI/Proyectos I+D+i/Pruebas de concepto



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Objetivo:

Partiendo del conocimiento adquirido en el anterior proyecto PALMA y de la gran experiencia y alto nivel de investigación que en Salamanca hay en el ámbito de la Oncología, se ha propuesto en este proyecto modificar un acelerador convencional de un equipo Linac existente para convertirlo en el primer equipamiento para radioterapia flash basado en tecnología láser.

Actuaciones:

Este proyecto se ha lanzado en diciembre del 2021, por lo que el tiempo de ejecución en la anualidad analizada es de tan sólo un mes, tiempo en el que se han procedido a realizar los primeros contactos de lanzamiento del proyecto.

97.750,00 €
(0,00% ejecutado)

De 01/12/2021 a 30/11/2023
(4,16 % ejecutado)



DIVULGACIÓN Y TRANSPARENCIA

a) Actividades de Divulgación

Vinculadas a esta unidad funcional se incluyen todas las actividades científico-técnicas que han sido organizadas por la infraestructura dado su valor añadido para este ámbito de transparencia, divulgación, y promoción de la ciencia y la imagen de la entidad:

- Jornadas ICTS-ICE – organizadas junto a las otras dos infraestructuras singulares de Castilla y León (CENIEH y SCAYLE) el 25 de mayo.
- European Conference on Plasma Diagnostics – ECPD- evento bianual que reúne a científicos especializados en diagnóstico para fusión por confinamiento magnético, plasmas y fusión inercial, plasmas industriales y de baja temperatura, y plasmas en astrofísica. Se celebró virtualmente en junio (<https://www.clpu.es/en/ECPD2021>)
- EPS Satellite Meeting, centrado en High Field laser-plasma interaction (HIFI) & Laser-driven particle and radiation sources for application (LASA) se celebró online a finales de junio (https://www.clpu.es/en/47ConferencePlasmaPhysics_Satellite_Meeting)
- II Extreme Meeting ‘Fusion-a2 hacia el futuro’, una jornada científico-industrial coorganizada junto al IFMIF-DONES en septiembre, en la que se debatió sobre el futuro de la fusión en España (https://www.clpu.es/extreme_meeting_fusion-a2)
- Escuela de Verano LaPlaSS, el evento de formación especializada del Centro de Láseres Pulsados que tuvo lugar en modalidad virtual a finales de septiembre (https://www.clpu.es/LAPLASS2021_Home)
- Laserlab User Meeting, en cuya organización el CLPU contribuyó junto a representantes del propio proyecto europeo en un evento online que tuvo lugar a mediados de noviembre.

- ELI-ERIC Iberian Information Day, una jornada online organizada junto al Extreme Light Infrastructure (ELI-ERIC) y junto al Instituto Técnico de Lisboa (IST) en el marco del proyecto IMPULSE (ver apartado de proyectos de la unidad funcional Infraestructura Singular) (https://www.clpu.es/ELI-ERIC_IberianDay)

Asimismo, se han promovido otras actividades divulgativas como:

- I Edición del Concurso de Dibujo Garabalux para estudiantes de Primaria de la provincia de Salamanca con motivo del Día Internacional de la Luz el 16 de mayo.
- Participación invitada en la Escuela Abierta del IES Fray Luis de León, en Salamanca, con el taller 'El láser: la luz de la innovación y su relevancia en nuestra vida diaria', 16 de noviembre de 2021.
- Artículo 'Un nuevo paso hacia la energía de Fusión gracias a los láseres', escrito por Luca Volpe y José Antonio Pérez-Hernández para el periódico local La Gaceta, con motivo de los resultados experimentales en fusión realizados por el laboratorio estadounidense de Livermore. Publicado el 25 de septiembre 2021.
- Organización del 'Ciclo de la Luz' con motivo de la Semana de la Ciencia de Castilla y León del 8 al 14 de noviembre con ponencias invitadas de expertos de diferentes campos sobre la luz. Para más información: https://www.clpu.es/Ciclo_Luz

b) Transparencia y Buenas Prácticas

Durante el 2021 se han dedicado muchos esfuerzos a la elaboración de un Plan de Igualdad por parte de la Comisión Negociadora del mismo, que se ha basado en la política de Igualdad aprobada por el director de la entidad. De esta manera el Centro se alinea con todos los movimientos nacionales y europeos en los que se busca convertir la igualdad de género en una realidad en la ciencia y en la sociedad: la investigación básica, el desarrollo de tecnologías, o las tomas de decisiones, son algunos de los ámbitos de trabajo.

Junto a este principal objetivo se han seguido incrementando las acciones de transparencia mediante la mejora de su portal web con



la inclusión de la información relativa a la facturación electrónica que ya ha pasado a formar parte del procedimiento de contabilidad de la infraestructura. Además, se ha añadido un nuevo enlace para dar mayor visibilidad a todas las memorias de actividades publicadas por la entidad, así como a los planes anuales de actuaciones y proyectos.

Además, el CLPU ha continuado trabajando para la adecuación y la posterior certificación en el Esquema Nacional de Seguridad, un plan creado para la gestión segura de la administración electrónica en adecuación al contexto regulatorio europeo y, principalmente, diseñado para reforzar la ciberseguridad. El Centro de Láseres Pulsados, como consorcio público vinculado a la Administración General del Estado queda dentro del ámbito de su aplicación. El proyecto, incluyó una primera fase en la que se ha buscado al trabajo conjunto de las ICTS implicadas y el Centro Criptográfico Nacional (CCN) para la adecuación de las primeras medidas: aplicación de los principios básicos, establecimiento de los requisitos mínimos... esta acción ha sido coordinada por RedIRIS, que es la ICTS encargada de proporcionar servicios avanzados de tecnología y comunicaciones a la comunidad científica y universitaria nacional.

Fruto de ese esfuerzo, el pasado noviembre el equipo de Sistemas Informáticos del Centro TIC (Tecnología de la Información y Comunicaciones), superó una auditoría basada en el marco normativo, y a mediados de diciembre, comenzaron a aplicarse las medidas operacionales previstas para la instalación, entre las que se incluyen la modificación de las políticas de comunicaciones de navegación del firewall, uso de recursos electrónicos, medidas documentales, formación y concienciación, etc. Para su correcta implementación se ha trabajado durante este año sobre los sistemas del Centro, a la vez que formando y concienciando a sus trabajadores.



c) Proyectos

Luciérnagas



MCI/FECYT

Objetivo:

Diseño de un radioprograma seriado en formato pódcast de apoyo al ciudadano donde aprender y comprender la realidad del método científico y la ciencia vinculada a la física impulsada en la ICTS.

Actuaciones:

El proyecto se inició en junio con la contratación de la persona vinculada al proyecto y lanzó su primer capítulo a finales de septiembre siguiendo el cronograma del proyecto. Los capítulos emitidos durante el 2021 han sido:



De los dioses y maestros de la luz, que contó con la intervención de José Joaquín Caerols, profesor titular de Filología Clásica en la Universidad Complutense de Madrid; y Luis Roso, director del Centro de Láseres Pulsados. Un primer episodio introductorio sobre la importancia de la luz en la cultura y la ciencia.



El láser. Del cómic a la ciencia. En esta ocasión se entrevistaron al ilustrador español de Marvel, Salvador Larroca, y al tecnólogo laserista del CLPU, Carlos Albarán. ¿Se conocen antes las tecnologías por fenómenos culturales como el cine o los comic? ¿Son fieles a la realidad? ¿Deben serlo?





Radiados por ser terrícola. Un tercer episodio especial, ya que contó con la colaboración invitada del consejero del Consejo de Seguridad Nuclear, Francisco Castejón, además de con el físico divulgador, Guillermo Sánchez León, y la tecnóloga especialista en radioprotección del CLPU, Ana María Cives. La radiación parece siempre tener efectos nocivos pero no es así...



Cine, ciencia ficción y fantasía. cuarto episodio en el que charlamos de manera distendida con el científico Jon I. Apiñaniz, del Centro de Láseres Pulsados. ¿Cuál es la línea entre fantasía y ciencia ficción? Desmontamos algunos imposibles de películas como las sagas de 'Las Guerras de las Galaxias' o 'Star Trek'.

Todos los episodios se pueden descargar desde las principales plataformas de podcast: iVoox, Spotify, Spreaker, YouTube y Google Podcast. Pero, además, se creó una página propia desde la que disfrutar los contenidos, descargarlos e incluso realizar comentarios y sugerencias a través del apartado 'Comentarios'. Asimismo, continuando con la especial relación entre la infraestructura y la localidad de Villamayor, donde se aloja, se estableció un acuerdo entre la radio local 'Arenisca' y el proyecto para que los episodios fuesen emitidos los primeros domingos tras ser lanzados, incrementando el impacto cuantitativo de la actuación. Por último, destacar que, como caracteriza a la entidad, se ha buscado la manera de poder romper las barreras que un contenido audible podía tener sobre cierta población con deficiencias acústicas y se ha colaborado con la Federación de Asociaciones de Personas Sordas de Castilla y León que cada mes traduce los contenidos en LSE generando vídeos con subtítulos que se incluyen en la página web de Luciérnagas y se suben al canal de YouTube del CLPU, además de promocionarse en el canal de Facebook de la propia Federación.

20.000,00 €
(44,37% ejecutado)

De 01/07/2021 a 30/06/2022
(50,00 % ejecutado)





From 01/07/2021 to 30/06/2022 (50,00 % completed)

(44,37% used)

All the episodes can be downloaded from the main Podcast platform: Vox, Spotify, Spreaker, YouTube and Google Podcasts. Moreover, the Centre created its own page to offer the opportunity of enjoying and downloading the contents, and even to comment on them and make suggestions using the 'Comments' section. Likewise, continuing with the special relationship between the infrastructure and the project so that the episodes were broadcast the first Sunday after their launching, thus increasing the project's quantitative impact. Finally, it is worth noting that, in line with its nature, one of the goals has been to break down the barriers that audio content could involve for certain population groups affected by hearing impairments; hence, it has collaborated with the Federation of Associations for the Deaf of Castile and León which each month undertakes the translation of the contents into Spanish sign language producing subtitles videos that are uploaded to the Lucernaga website and to the YouTube channel of the Spanish Centre for Printed Languages, in addition to their promotion on the Federation's Facebook channel.

Movies, science fiction and fantasy, fourth episode
socde that includes a relaxed conversation with
cientist Jon L. Alonso, of the Spanish Center for
Pulsed Lasers. Where can we draw the line between
science fiction and science? The impossible
films such as the *Star Wars*, of *Star Trek*, sagas
dissected.

Radicalized by earthling. A third special episode that involved the guest collaboration of the commis- sioner of the Nuclear Safety Council, Francisco Castaño, alongside the physicist Guillermo Sán- chez León, and the radioprotection expert tech- nologist of the Spanish Center for Pulse Lasers Ana Mora Civies. Radiation seems to always have harmful effects, but this is not so... .





Laser. From comic to science. On this occasion, Carlos Albaarrán, a laser technologist at the Spanish Centre for Pulsed Lasers, were interviewed. Marvel's Spanish illustrator Salvador Larmocca, and artist Joaquín Cárdenas, professor of Classical Philology at the Complutense University of Madrid, also participated. Both artists have been invited to the project to support citizens in the learning and understanding of the reality of the scientific method and scientific institutions.



Of gods and masters of light. With the participation of Luis Roso, director of the Spanish Center for Pulsed Lasers. This first episode provides an introduction on the importance of light in culture and science.



The kick-off of the project took place in June with the recruitment of the person linked to the project and the first chapter was broadcast at the end of September, in compliance with the project's schedule. The following chapters were broadcast in 2021: the person involved in the design of a radio program consisting of a series of podcasts to support citizens in the learning and understanding of the reality of scientific method and scientific institutions.

Aims:

The project involved the design of a radio program consisting of a series of podcasts to support citizens in the learning and understanding of the reality of scientific method and scientific institutions.

Aim:

Ministry of Science and Innovation/Spanish Foundation for Science and Technology



Lúciermagas

c) Projects

been added to give greater visibility to all the activities reports publicised by the entity, as well as to the annual action plans and projects. Also, the Spanish Center for Pulsed Lasers has continued to work for the adjustment and subsequent certification in the National Security Plan, a plan created for the safe management of electronic administration in keeping with the European regulatory context and mainly designed to strengthen cyber security. As a public consortium linked to the General State Administration, the Spanish Center for Pulsed Lasers falls within its scope of application. The project included a first series of trials within its scope of application, the Spanish Center for Pulsed Lasers involved where the unique scientific and technological infrastructures of basic principles, establishment of minimum requirements... This action was coordinated by RedIRIS, which is the unique scientific and technological infrastructure in charge of providing the national scientific and technological infrastructure in charge of the first measures: implementation (CNI) to ensure the adequacy of the first measures; implementation of basic principles, establishment of minimum requirements... This action was passed on audit based on the regulatory framework, and the operational steps envisaged for the facility started in mid-December. These measures include the modernisation of the communication policies for firewall navigation, use of electronic resources, documents, training and awareness among its workers.

As a result of this effort, last November, the team in charge of the computer systems of the ICT (Information and Communication Technology) Center passed an audit based on the regulation framework, and also training and raising awareness among its workers.



Alongside this main objective, the fostering of transparency actions has continued through the improvement of the web portal by including information regarding electronic invoicing, which is currently part of the infrastructure's accounting procedure. Also, a new link has been added to the website that provides access to some of the scopes of work.

In 2021, much effort has been devoted to preparing an Equality Plan by its Negotiation Committee, using the equality policy approved by the entity's director as a basis. Thus, the Centre falls into line with all the national and European movements whose aim is to make gender equality a reality in science and in society: basic research, the development of technologies, or decision making are some of the scopes of work.

b) Transparency and good practices

- Article 'A new step towards fusion energy thanks to lasers', written by Luca Volpe and José Antonio Pérez-Hernández for the local newspaper La Gaceta, on the occasion of the experiments carried out at the USA. Published on 25 September 2021.
- Guest participation at the Open School of the Frey Luis de León Secondary Education Centre in Salamanca with the Laser: the light of innovation and its relevance in our daily life, workshop, 16 November 2021.
- Guest participation at the International Day of Light, on 16 May.
- Second-year students of the province of Salamanca on the occasion of the International Day of Light, on 16 May.
- Edition of the Garabaldí Drawing Contest for primary education such as:

 - Additionally, other dissemination activities have been promoted, such as:

(https://www.clpu.es/ERIC_LeibnizDay)

of the IMPLUSE project (see section of projects of the Unique Infrastructure's functional unit)

- a) Dissemination activities
- ICITS-LICE Conference – organized in collaboration with the other two unique infrastructures of Castile and León (CENIEH and SCAYLE), held on 25 May.
 - European Conference on Plasma Diagnostics – ECPD- biennial event that brings together scientists working on diagnostics for magnetic confinement fusion, plasmas and inertial fusion, induces- it was held online in June (<https://www.clpu.es/en/ECPD2021>).
 - EPS Satellite Meeting, focused on High Field laser-plasma interaction (<https://www.clpu.es/en/47ConferencePlasmaPhysics-Satellite-Meeting>).
 - II Extreme Meeting, Fusion-a2 towards the future, a scientific conference co-organized in collaboration with the industry IFMIF-DONES and held in September to discuss the future of fusion in Spain (https://www.clpu.es/extrême_Meeting_fusion-a2).
 - LAPLASS Summer School, the Spanish Center for Pulse Lasers, specialized training event that was held online at the end of September (https://www.clpu.es/LAPLASS2021_Home)
 - Laserlab User Meeting, organized by the CLPU and other representatives of the European project itself and held in mid-November as a closed online event.
 - ELI-ERIC Intranet Information Day, an online conference organized in collaboration with the Technical Institute of Lisbon (IST) in the framework of the European Light Infrastructure (ELI-ERIC) and the CLPU.

DISSEMINATION AND TRANSPARENCY



Hybrid prototype base on laser boost of a Linac to obtain a ultrahigh high dose rate in radiotherapy (HYBRILIN)

Ministry of Science and Innovation/R+D+i Projects/Proof of Concept

**Aim:**

Based on the knowledge acquired during the previous project, PALMA, and the broad experience and high level of research that Salmancas has in the field of oncology, this project proposes the model turn it into the first high radiotherapy equipment based on laser technology.

The project was launched in December 2021, which means that its implementation in the year already has been only one month, this time being used to establish the initial contacts for the launching of the project.

97.750,00 €
(0,00% used)

From 01/12/2021 to 30/11/2023
(4,16 % completed)

**Actions:**

was carried out.

After the first phase completion of the integration of the laser subsystem into the demonstrator and testing of materials that has allowed both the effectiveness of its capacity and the improvement of its technical specifications; the second period involved collaboration with the subcontracted company EMAE in the development of the subsystem's addressing platform and its integration into the aiming subsystem developed by the Spanish Center for Pulsed Lasers. Finally, the integration of all the subsystems to put together the SILYLAR demonstrator that was delivered to the Ministry of Defense at the end of the year.

Actions:

To develop a laser demodulator with a peak power greater than 15 KW that can be fitted on a platform with a beam control and operation system to perform tests in field trials.

Aim:

Ministry of Defence/Froggatt for Cooperation
in Scientific Research and Development of Strategic
Technologies (CONINCIDENTE)

High-power pulsed laser guided system
in the military field (SIGLAR)

d) Projects



As regards platforms, an important accomplishment has been the internationalization of the European network, which it has joined through its national contact point, the Institute for Business Competitiveness (EEI). The EEI is the most important international support network for León. The Institute, the University of Castilla and Leon and has launched the patented utility model together with the Alba borders. In this area, the Center has been included as an expert body small and medium-sized enterprises that seek to extend beyond their unique scientific and technical infrastructure as a technological node.

In addition, the Spanish Center for Pulsed Lasers continues to closely collaborate with the Industrial Innovation Platform, which it has worked with several scientific-technical events such as the second edition of the Spanish Center for Pulses Lasers, Extreme Meeting, which this year focused on nuclear fusion with Fusion-02 (Jointly organized with the Spanish Center for Pulses Lasers, Extreme Meeting, in León, the IFMIF-DONES Consortium).

Likewise, the infrastructure has remained active on the Digital Innovation Hub platform of Castile and León (focused on training and support for the adoption of IoT systems and other disruptive technologies), Fotónica 21 (whose main goal is to efficiently promote photonics in the process of industrial innovation), and PERI (national forum climate at encouraging research and development in the area of radiological protection).



Regarding specific knowledge transfer actions, the most important have been the confidentiality agreements established with the Tech-SOBI and S.I.T. Soriana IoT companies, in addition to other agreements of a scientific nature such as the one signed with the Complutense University of Madrid for the transfer of equipment or the collaboration agreement with the University of Alberta (Canada).

Lasers continues to participate on several platforms and fosters the wedge transfer and for the sake of innovation, the Center for Pulse in the area of collaboration with companies for the boosting of know-

c) Collaborations

Roso, L., participation in the innovation and Research: how to make the seed of high-tech centers grow, Round Table in the frame of the II White Book for the Development of Scalamanca, Conference organized by La Gaceta, 18 October 2021 [Guest pre-sentation]

Roso, L., introduction to large facilities: the Spanish Center for Pulse Lasers, bilateral conference Extreme Meeting II: Fusion-a2, 23 September 2021, Scalamanca [Guest presentation]

Roso, L., laser technology as a crosscutting tool for innovation, Public-Private collaboration opportunities in Castile and Leon in the area of Unique Scientific and Technical Infrastructures (ICTS), 20 May 2021, Online [Guest presentation]

Roso, L., Large Scientific Facilities Conference: Center for the Development of Industrial Technology (CDTI)-Industry and Science Technology Platform (INDUCENCIAS), The Industry of Science at the forefront of Recovery 2021, 26 January 2021, Online [Guest pre-sentation]

In accordance with the infrastructure's strategic line for the promotion of innovation in the areas of smart and sustainable growth, the Center has collaborated on several platforms through industry-oriented specialized seminars and conferences:

b) Conferences

https://www.clpu.es/en/LTcL_TechnicalFeatures

In 2021, the laboratory focused on the development of the SIGILAR project, whose details are provided in the "Projects" section of this functional unit. For further information on this laboratory:



The main purpose of the LITel is to develop new sources of laser light, advanced photonic technology, laser components and new laser system designs that may benefit the development, promotion and marketing of new laser platforms based on solid state media and their associated frequency conversion techniques.

This laboratory was designed to offer solutions and assistance for industrial and scientific users in the development of their applications in the field of solid-state lasers, optics and photonics areas, as well as to promote new system designs and optimization studies.

LITel – Laboratory of Innovation and Technology in Lasers

https://www.clpu.es/en/ULAMP_TechnicalFeatures

Also, this type of ultrafast laser allows the observation and control of changes in certain material properties (refractive index, reflectivity,...) both on the surface and at the bottom of transparent materials. The laboratory includes different experiment areas: a high precision processing area, an experimental workstation for automation processes and a general processing area. Further information is available at: https://www.clpu.es/en/ULAMP_TechnicalFeatures

Its characteristics are ideal for the study of the interaction of ultrafast pulses with solid targets and for use in materials processing. The pulse's short time duration offers the possibility of eliminating submicrometric layers of material with minimum thermal effect since they take place at larger temporal scales. This selective material removal process is known as ultrafast ablation.

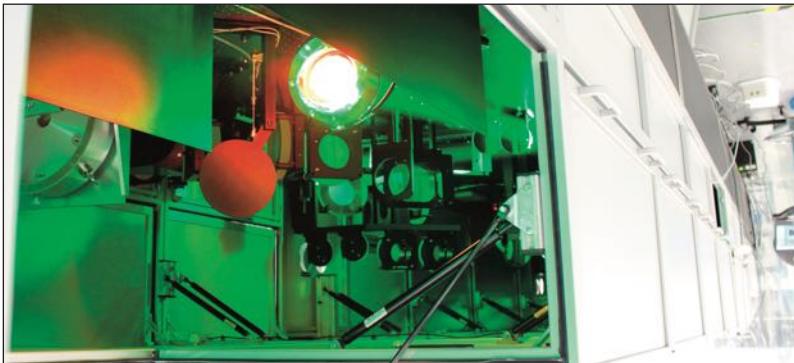
ULAMP – Ultrafast Laser Applications & Micromaterial Processing

a) Innovation services



47.308,49 €
From 01/10/2019 to 28/02/2022
(93,10 % completed)

47.308,49 €
(93,30 % used)

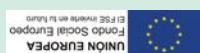


During 2021, work on the commissioning of the ABB IRB 120 Robot and the specific application of its applications in the experimentation area has continued. Likewise, the Center has participated in the study, design and implementation of loop systems to achieve stability of the laser's parameters, and has continued to study slow, medium and high-speed synchronization systems, including the analysis of optical/electronic subsystems.

Actions:

To collaborate in the implementation in the experimentation area of the installation of the systems required for the synchronization of the petawatt laser beam outputs.

Aim:



Ministry of Science and Innovation/Sistema Program for the promotion of Skills and Employability in R+D+i

Synchronization of beam outputs of VEGA-3
petawatt laser system



From 01/09/2019 to 31/10/2021
(100,00 % completed)

39.500,00 €
(100,00 % used)

In 2021, the fundamental tasks of the project continued: supervision of the authorized radioprotection facility (IRAA 3254), radioprotection monitoring of the network, RVR entities, natural events, personnel dosimetry, and the PSS system), as well as the drafting of the required documentation for the authorized radioprotective facility (documentation about the radiological protection unit, documentation requested by the Nuclear Safety Council, information requested for the setup of the radioprotection service, radioprotection training and dissemination and Monte Carlo simulations).

ACTIONS:

To develop a radiological protection plan for the entity including procedures and drafting of the necessary reports in collaboration with the regulatory body.

AIM:

Ministry of Science and Innovation/State Program for the promotion of Skills and Employability in R+D+i

Radiological protection plan in the CLPUs
authorized radioprotective facility



Fondo Social Europeo

(FSE) works in Europe

UNIÓN EUROPEA



PROGRAMA DE DESARROLLO

DE INNOVACIÓN

CONSEJERÍA DE

EDUCACIÓN

	From 01/09/2019 to 31/10/2021	(100,00 % completed)
	39.500,00 €	(100,00 % used)

During this year, the Project was completed by executing the following tasks:

- Wing relevation items: Commissioning of the automatic leak detector of the technical commodity; commissioning of the VEGA metrology data collection system, which enables the collection of information from the computers that are connected to VEGA's metrology systems and makes it possible to upload them to the Center's server in a structured manner so that they can be conveniently consulted by users; VEGA
- the functional detection system, which picks up the signal that comes from the laser system's amplifiers to discriminate its status and send the corresponding signal to the Center's display elements.

Actions:

The project proposes the hired technician's participation in the design and implementation of new developments, improvements and modifications to the system that might be required to improve quality of service to VEGA users. Specifically, the project agreement focuses on the development of additional elements that optimize the use and maintenance of VEGA and on the improvement and extension of other already existing ones.

Aim:





	From 01/11/2020 to 31/10/2022	(58,33 % completed)	15.000,00 €	(44,59 % used)
---	-------------------------------	---------------------	-------------	----------------

In 2021, in the framework of this program, the 'Ultrafast Laser-Plasma processes at high-intensities and applications (ULPHIA)', proposal was prepared for the Horizon Europe MSCA-DN call. For this purpose, the appropriate meetings were held with all the partners involved to define each task and responsibility, also collaborating with a consulting firm that contributed to the definitive approach and drafting of a proposal that was finally submitted in November.

Actions:

To hire an expert for advice in the drafting and improvement of the European project submitted by the entity for the creation of a specialized training network to support predoctoral students in research and innovation areas.

Aim:



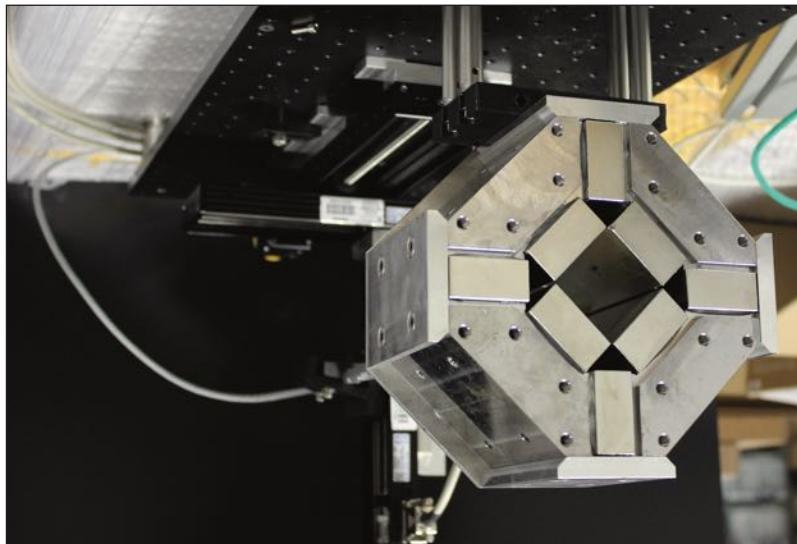
Ministry of Science and Innovation/National Plan for R+D+i – Research Europe

Innovative Training Programme

European Network for



In 2021, a proton transportation line with two main elements was designed. First, work was carried out on a three-quadrupole system aimed at driving and concentrating the proton beam. This involved several experimental and dummy tests aimed at achieving the best

Actions:


To design and build loaded particle transportation tools that are considered to secondary laser-generated radiated radiation sources. This entails adapting to secondary laser-generated radiated radiation sources. This entails considering parameters such as shot-to-shot instability, emission angles, spectrums, etc., in this type of accelerators.

Aim:

Accelerators: new scenarios in FLASH (TYPAL)
 Regional Government of Castile and Leon /
 Support program for research projects co-financed
 by European Regional Development Fund

Castilla y León
 Junta de





From 25/08/2020 to 31/12/2024
 (30,76 % completed)

- Technical Meeting on Main current problems and feasibility of IFE (7 - 11 June)
 - X-Ray Sources and their applications (8 - 11 February)
 - Technical Meeting on Advances in Laser Driven Neutron and in two virtually organized specialized events that addressed issues related to the project:
- During this opportunity, the Spanish Center for Pulsed Laser participated in two virtually organized specialized events that addressed issues related to the project:

Actions:

The infrastructure collaborates with the agency in a project that seeks to achieve progress in three crucial lines of research: progress in all science underlying fusion energy, development of suitable technologies for this aim with high-repetition rate systems such as VEGA, and development of next generation diagnostics.

Aim:

International Atomic Energy Agency - IAEA



Research on pathways to inertial fusion
Energy at Centro de Láseres Pulsados

c) Projects



Volpe, L., Measurements of Particle and plasma parameters in extreme state of matter, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Guest presentation].

Perez-Hernandez, J.A., Experimental activities at CLPU, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

Hendres, J.L., Laser-driven ion acceleration by supersonic gas jet targets, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

Morabito, A., Transistor & manipulator of laser-driven proton beams for diagnostics and applications, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

Volpe, L., Scintillator-based proton detector at HR, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

Lera, R., Spatio-temporal diagnostics in ultra-short lasers, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

Ehret, M. et al., Measurements of rapid electromagnetic phenomena, LAPIASS2021, 27 September to 1 October, Online [Presentation].

In addition to this activity, two specialized training seminars were delivered online:

Roso, L., All-optical studies of the quantum vacuum & other fundamental questions enabled by multi-petawatt lasers, IUSIIS VII Online Seminar, 16 November 2021 [Guest presentation - Seminar].

Ehret, M.; Apffanitz, J.; Maliko, S.; Sopina-Bohorquez, V.; Salgado, C.; Volpe, L. et al., Ion acceleration by an ultrashort laser pulse to micro-compression, GSI Plasma Physics Seminar, 22 June 2021, Online [Guest presentation - Seminar].

Curcio, A., Radialation mechanisms in ultra-short laser-plasma interaction, LaPlasS2021, 27 September to 1 October, Online [Guest presentation].

Roso, L., Extreme intensity Measurement, LaPlasS2021, 27 September to 1 October, Online [Guest presentation].

actions, LaPlasS2021, 27 September to 1 October, Online [Guest presentation].

PULSE European Project, The contributions made to the school by the IBERO school, under the title „Experiments with lasers“ was supported by the IBERO school, under the title „Ultra-intensity and ultrafast lasers like VEGA. The fourth edition linked to ultra-intense and ultrafast lasers like VEGA. The fourth edition and laser acceleration of particles, both research fields being closely related to the merging field of laser-induced plasma physics train students in the main purpose of the LaPlasS summer school is to develop plasma is a key area of research in modern intense laser research facilities. The main purpose of the LaPlasS summer school is to deliver a key area of research in modern intense laser research facilities. Laser-plasma Chair of the Spanish Center for Pulsed Lasers, Laser-institute of the School, delivered still online, organized by the LaPlasS international summer school, delivered by the Center via the Center via the most important events is the fourth edition of the LaPlasS international conference of specialized training, as already indicated, one of the in the context of specialized training, as already indicated, one of the

III. Other events – Specialized training

- > He, C.; Longman, A.; Ravichandran, S.; Apichaniz, J., et al., Characterizing relativistic Thomson scattering angular distribution as a function of laser intensity, Mid-Atlantic Section Meeting 2021, 3-5 December, 2021 [Poster presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Henares, J.L., Remote access / Staff as-line [Presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Facility Updates, CLPU, NEILS Meeting 2021, 24 November, 2021, Online [Presentation].
- > Roso, L., Laserlab Europe User Meeting, 22-23 November, 2021, Online [Guest presentation].
- > Ehret, M., et al., Compact laser-driven wire-loops as ion beam shaping and guiding elements, The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research, 16-19 November, 2021, Online [Guest presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Facility Updates, CLPU, NEILS Meeting 2021, 24 November, 2021, Online [Presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Remote access / Staff as-line [Presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Facility Updates, CLPU, NEILS Meeting 2021, 24 November, 2021, Online [Presentation].
- > Pérez-Hernández, J.A., Remote access / Staff as-line [Presentation].



- > Puyuelo, P., Faiscéeaux d'ions accélérés par interaction d'un laser intense avec un jet de gaz dense, 1^{ère}me Forum Laser et plasmas, from 27 September to 1 October, Bassila (France) [Guest presentation].
- > Roso, L., Towards the measurement of the quantum-vacuum lagrangian coupling coefficients using two counter propagating super-intense laser pulses, Extreme High Intensity Laser Physics Conference (EXHILP 2021), 13-17 September, Laser Physics Conference (EXHILP 2021), 13-17 September, Bassila (France) [Guest presentation].
- > Heret, M. et al., Working Package 3 – Ramp-up Towards Excellence, 1st Steady-State Operations, IMULSE First Annual Meeting, 19 October, 2021, Online [Presentation].
- > Morabito, A., Working Package 7 (WP7) – Promote the IMULSE project and through activities aiming at attracting new members and strategic partners within ELI, IMULSE First Annual Meeting, 19 October, 2021, Online [Presentation].
- > Heret, M.; Volpe, L., et al., Working Package 3.2 – Sources and metrology devices at CLPU, IMULSE Expert Meeting, 21 October, 2021, Online [Presentation].
- > Ospina-Borda, V.; Salgado, C.; Ehret, M.; Consoli, F., et al., Experimental & numerical investigations of ion acceleration by ultraintense laser pulses in near-critical transparent gas jets, 63rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, 8-12 November 2021 [Presentation].
- > Apellaniz, J.; Malikó, S.; Salgado, C., et al., A quasi-monodenergetic compact proton source for probing high energy density stationary. > Roso, L., Spanish involvement and research, First introductory ELI-ERIC Iberian Day, 12 November [Guest presentation].
- > Volpe, L., Education and Training – Spanish experience, plans, courses, summer schools, First introductory ELI-ERIC Iberian Day, 12 November, 2021, Online [Guest presentation].

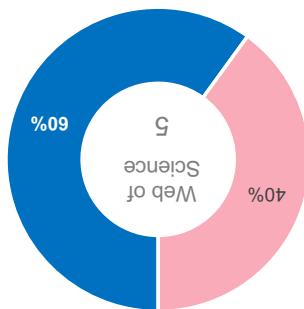


i. Conferences

b) Scientific contributions

- In 2021, the researchers at the infrastructure made several scientific contributions addressing different areas of expertise in different events at the international level, many of them still held online:
- > Volpe, L., High power lasers for studying proton stopping power in extreme state of matter, International School of Physics & Allied Disciplines, ISPAD, 9-11 March 2021, Online [Guest presentation].
 - > Huault, M., A 2D scintillator-based proton detector for high repetition rate experiments, ECPD2021, 7-11 June 2021, Online [Presentation].
 - > Puyuelo, P., Laser-driven ion acceleration with a liquid sheet at HRB at CLPU, ECPD2021, 7-11 June 2021, Online [Guest presentation].
 - > Volpe, L., Near-bragg peak ion stopping power measurement in WDM experiment in ultrahigh and shot repetition rate laser facilities, 47th Conference on Plasma Physics 2021, 21-25 June, Online [Guest presentation].
 - > Touati, M., Relativistic collisionless shocks: microphysics & long-time dynamics, 47th Conference on Plasma Physics 2021, 21-25 June, Online [Guest presentation].
 - > Roso, L., The Spanish Petawatt Laser, EPS Satellite Meeting 2021, 28-29 June, Online [Guest presentation].
 - > Roso, L., Future scattering experiments between infrared photons using big lasers as a QED test, XEL Workshop, 10-11 June 2021, Online [Presentation].
 - > Makiko, S., Experimental campaign performed at CLPU where proton stopping power in WDM was measured at HR, ECVD2021, 7-11 June 2021, Online [Guest presentation].
 - > Roso, L., Review of fs lasers and their capacities in different sectors, Laser Technology in Archaeology and Cultural Heritage MAT, 15 July, Online [Guest presentation].

■ a1 ■ a2

**Quadriles (JCR 2020)**

- > Apifaniz, J.J.; Makiko, S.; Fedosejevs, R.; Cayzac, W.; Vaisseau, X.; de Luis, D.; Gatti, G.; McGuffey, C.; Ballily-Grandvaux, M.; Bhutta, Walia, K.; Ospina-Bohorquez, V.; Ballboa, J.; Santos, J.J.; Batani, D.; Beg, F.; Roso, L.; Perez-Hernandez, J.A. and Volpe, L.
- > Pascor, J.; Alvarez-Estrada, R.F.; Roso, L.; Guasp, J. and Casteljano, F.; Electron Dynamics and Thomson Scattering for Ultra-Intense Lasers: Elliptically Polarized and OAM Beams, *Photonics* 8, 182
- > Azteni, S.; Batani, D.; Danison, C.N.; Gizzii, L.A.; Pedrado, M.; Tafra-Tafiks, M.; Tikhonchuk, V. and Volpe, L., An evaluation of sustainability & societal impact of high power laser & fusion technologies: a case for a new European research infrastructure, *High Power Laser Science & Engineering*, e52 (2021).
- > Curcio, A. Recirculated wave undulators for compact FELs, *Applied Science*-Based, vol. 11, n°13 (2021)
- > Roso, L.; Perez-Hernandez, J.A.; Lera, R. and Fedosejevs, R., The role of the ponderomotive force in high field experiments, *Progress in Ultrashort Intense Laser Science XVI*, Vol. 141, Chapter Book (pp. 149-177).

Results associated with the Laser-driven Secondary sources for medical science applications in May 2019.
Pulseion experimental campaign carried out at the Spanish Center for Pulsed Lasers

Laser-driven particle source, Science Advances vol. 7, 03 (2021).
grated quantitative PIXE analysis and EDX spectroscopy using a
J.A.; de Luis, D.; Gatti, G.; Volpe, L.; Pola, A. and Passoni, M., Inter-
raouli, G.; Ospina, V.; Malik, S.; Aphanius, J.I.; Perez-Hernandez,
Dellasega, D.; Russo, V.; Vavassori, D.; Bortot, D.; Hauke, M.; Ze-
> Mirani, F.; Maffini, A.; Casamichela, F.; Pazzaglia, A.; Formenit, A.;

Laser Science XVI specialized book:
the editing of one of the chapters of the Progress in Ultrafast Intense
among which are different publications in high-impact journals and
promises, have taken part in the publication of relevant results,
boating with the experimental campaigns carried out by users on the
During this year, the scientists of the infrastructure, in addition to collab-
a) Publications

summer school, this time in its fourth edition.
the EPS Satellite Meeting; and, of course, the LAPLAS international
events such as the European Conference on Plasma Diagnostics,
project framed in the WSCA calls; organization of different internal-
cialization at the University of Salamanca; presentation of a plasma-laser spe-
Faculty of Sciences and related Sciences; talks on plasma-laser spe-
being the following: organization of the open day for students of the
most outstanding that took place in the year addressed in this report
of Salamanca. Many actions have been carried out since then, the
between both entities: Spanish Center for Pulsed Lasers and University
request of the Advisory Committee and as a result of the collaboration
Plasma Chair of the University of Salamanca, created in 2014 at the
research, but mainly in that of specialized training. It is the CLPU Laser-
This functional unit has an essential pillar, not only in the area of



From 01/11/2020 to 31/04/2024
(33,33 % completed)

450,689,79 €
(15,78 % used)

- Work has been dedicated to preparing a brochure focused on new applications of laser technology in the cultural heritage domain.
- Finally, work has been dedicated to preparing a brochure focused on new applications of laser technology in the cultural heritage domain.
- IMPLUSE Meeting and First ELI-ERIC laser lab Information Day. Additionally, LAPLASS Summer School, Laserlab User Meeting, First Annual European Conference on Plasma Diagnostics, EPS Scatterle Meeting, involved organizing and/or participating in several events such as: the Spanish Center for Pulses Lasers through its hired person has training and scientific diploma. This year, the collaboration of experts linked to ELI-ERIC and its partners, in scientific-technical areas of expertise will promote the disclosure of the scientific-technical areas of standard diagnostics have been developed, such as those developed for standard diagnostics have been developed for the ion and electron spectrometer line.
- The aim of this work team is to boost the promotion of ELI and disclosure – The aim of this work team is to sign for the ion and electron spectrometer line.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 871161



Progress towards excellent procedures in operationalizing software applications – its main goal is to establish and implement detailed procedures for the working of the experimental systems offered by ElI, and analogous associated facilities. In this regard, a study of electronic magnetostrictive pulse methodology capturing and recording them to operate user access to the infrastucture has begun. Electromagnetic pulses not only contain information about interaction, but also about the experimental environment that define unique parameters, such as fingerprints. These data have great scientific relevance and added value for users. Additionally, work on the development of a new type ofmetry based on the implementation of a spectral-spatial resolution detector for laser-accelerated ion beams that can work at high-repetition rates has been drawn up and made available to the centre and its users by means of a Wiki application, thus contributing to standardization.

Finally, in accordance with the mentioned work, control programs equipment, consumables and existing software applications has been undertaken. Improved documentation on diagnostics, been used taken.

- The Spanish Center for Pulsed Lasers takes part in this European project in two work packages:

Actions:

This project addresses the anomalies of the scientific, technical, organisational and managerial requirements needed for efficient functioning of the pan European infrastructure ELI (Extreme Light Imiting) of the pan European infrastructure ELI (Extreme Light Infrastructure) alongside the creation and consolidation of national user communities and the expansion of the consortium of ELI members.

Aim:



H2020/INFRADEV 2018

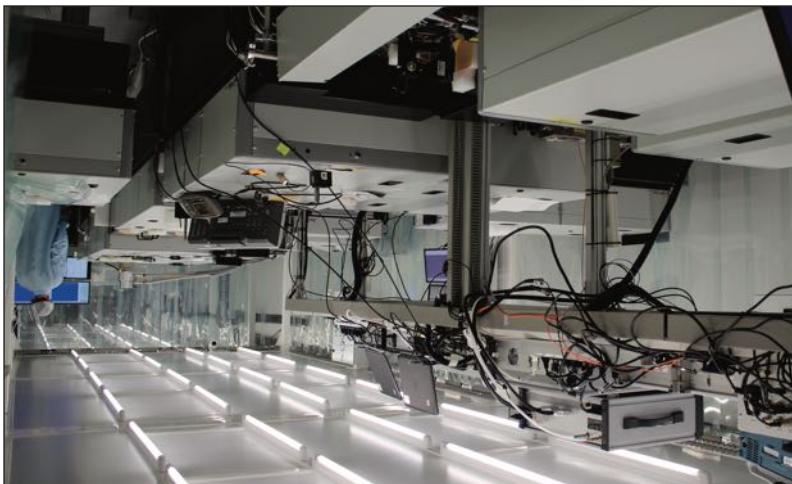
IMPLUSE

Integrating management & reliable operations of user-based laser scientific (IMULSE)



From 01/06/2021 to 31/05/2025
(14,58 % completed)

89.687,50 €
(0 % used)



During 2021, up to 2 calls for access have been launched, in none of which have viable proposals been presented for the CLPU.

ACTIONS:

The purpose of this project is to create a diverse network of facilities with equipment to carry out tests for the study of the effects of spatial radiation on electronic products. The available beams that are offered to users through a traditional access range from X-rays and energetic electrons to protons and heavy ions.

AIM:



H2020/INFRAIA 2020



UNION EUROPEA

Radiation facility network for the exploration of effects industry (RADNEXT)



From 01/12/2019 to 30/11/2023
(52,08 % completed)

207.150,00 €
(3,41 % used)



- Ion sources with high-repetition rate selected energies for applications. Here we should emphasize the collaborations of the Spanish institutions. Center for Pulsed Lasers in the experimental facilities of the Spanish National Research Center Alissio Morello (Osaka Univ., Japan) and Joao Santos (Univ. de Bourgogne, France). In addition to these studies is the assessment by Alessio Morello, under VEGA Unique Infrastructure Function Unit.
- Standardization and automation of the ion spectrum measurement process. In this task we must once again highlight the Center for Pulsed Lasers in the experimental facilities of the Spanish National Research Center Alissio Morello (January 2021) and Joao Santos (June 2021) [For further information see section, Experimental Cam- paigns, under VEGA Unique Infrastructure Function Unit].
- Development of phase-contract images based on high-repetition rate laser-driven X-ray sources that may allow temporal resolution measurements of materials, biological samples and Warm Dense Matter (WDM) plasmas. The Spanish Center for Pulsed Lasers has contributed to the research carried out at the end of the year for the setting up of a laser-induced betatron X-ray source.





One of the most outstanding is the inclusion of VEGA's laboratory among the facilities that can be accessed, allowing this network to be activated as a co-financing route for the competitive work to be carried out by researchers of the Spanish Center for Pulsed Lasers for the future electron and secondary radiation sources for user applications. This research project includes the preliminary work carried out by researchers of the Spanish Center for Pulsed Lasers for the preparation of a laser-induced electron X-ray source.

- Spatial-temporal metrology of advanced laser sources. Actions in this area have consisted of a work of correlation to measure pulse duration in the experimental area during the competitive call that has been led by Aleso Moreno at the beginning of the year. Its publication is being prepared.
- Spatio-temporal metrology of advanced laser sources. Actions in this area have consisted of a work of correlation to measure pulse duration in the experimental area during the competitive call that has been led by Aleso Moreno at the beginning of the year. Its publication is being prepared.

ACTIONS:

It is an interdisciplinary network of national laser laboratories across Europe whose aim is to strengthen the leading role in research and with laser by fostering joint research activities and offering calls for access to state-of-the-art laser equipment boosting cutting-edge research.

Aim:



Actions:

design the area were held.

Granted in September 2011, the first scientific-technical meetings to

Aim:

To design, build and equip a new experimentation area to increase user capacity and the number of experimental campaigns per year, to capitalize on the high-repetition shot rate offered by the VEGA system, to enable the implementation of simultaneous campaigns in both experimental areas, to install permanent secondary sources so that the non-laser-expert national community may have access, to allow advanced remote access and open a stable experimental data storage system so that the infrastructure can become a source of open data.

Aim:

Ministry of Science and Innovation/ICTS 2021 Recovery and Resilience Plan

of construction and equipping of experimental area 2 (AREX2)

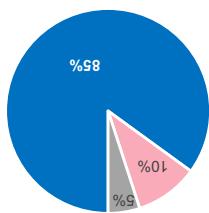


Financiado por la Unión Europea



NextGenerationEU

- The Spanish Center for Pulsed Lasers is a second category radioactive facility, which is why it has a specialized unit for radioprotection. The CLPU was where laser-produced ionizing radiation was first obtained in Spain. For this reason, and always in collaboration with the Spanish Nuclear Safety Council (CSN), the Spanish Center for Pulsed Lasers works towards establishing safety standards linked to this new type of facilities. In 2021, work to include a new neutron source in the radioactivity facility is underway, which is very interesting for users. In this regard, pre-operational testing before the entry into operation of the facility in 2022 was performed. Likewise, the process for converting the unit into the Service for Radioisotope, a change that had been requested by the Nuclear Safety Council in July 2020, continued. Several requests for additional information were answered and, in December 2021, the first technical inspection prior to its authorization stand out.
- The users of the facility have the added benefit of access to other complementary services that allow them to customize the experimental setup and/or targets required. In this regard, two essential facilities stand out:
- Mechatronics workstation, which is the machining and electronics workstation of the Spanish Centre for Pulsed Lasers that users can count on for the adaptation of any piece and/or system that their experiment may require. It is also a useful service for the new implementation that the facility does not rely on external services and the production and adjustment of pieces can be monitored from their design to the material used. For further information:
- https://www.clpu.es/Mecatronica_introducción



also a useful service for the new implementation that the facility does not rely on external services and the production and adjustment of pieces can be monitored from their design to the material used. For further information:

https://www.clpu.es/Mecatronica_introducción



From 01/01/2020 to 31/12/2022
(66,67 % completed)

480,000,00 €
(89,80 % used)

All the material corresponding to the building for this action was received and most of this equipment was installed, set up and put into operation: optical table for the delay line, adaptive optics system, VEGA-2 and VEGA-3, two new fused silica windows for the cryogenic system of VEGA-2, a set of ultraviolet lamps to clean the cryogenic elements and a high-speed long-travel linear motor to allow the translation in VEGA-3 between single-shot and 1 Hz without quality characteristics. Also, the first prototype of beampliting teristic changes. Also, the vacuum system required for the implementation of VEGA-3 was implemented for use in the additional propagation of VEGA-2 in the delay line and of VEGA-3 without compression of the vacuum area. The synchronization of VEGA-1 with the CEP has been possible to synchronize VEGA-2 and VEGA-3 with a resolution below 200 picoseconds, and the synchronization of VEGA with the CEP has also been achieved.

ACTIONS:

Presentation of the design to restructure the unique system's lines, increasing its operating modes and adding value to VEGA's capacities. The aim is to have new lines and a pump & probe system, based on the synchronization of VEGA with the CEP, a system with lower intensity but ultra-short duration (6 femtoseconds) because that allows an extremely accurate time discrimination.

AIM:

Ministry of Science and Innovation/FEDER Multi-regional Operational Program for Spain 2014-2020
Program for Spain 2014-2020

System VEGA for Pump & Probe experiments
Reorganization of the lines of the laser



From 01/01/2018 to 31/03/2021
 (100 % completed)

477.680,00 €
 (100 % used)

All the devices acquired and set up in 2020 were set in motion in 2021 and the tenders proposed for the project were concluded. Specifically, equipment for laser time measurement, as well as devices for the measurement and correction of VEGA-2 using wavefront sensors and a deformable mirror were purchased.

Actions:

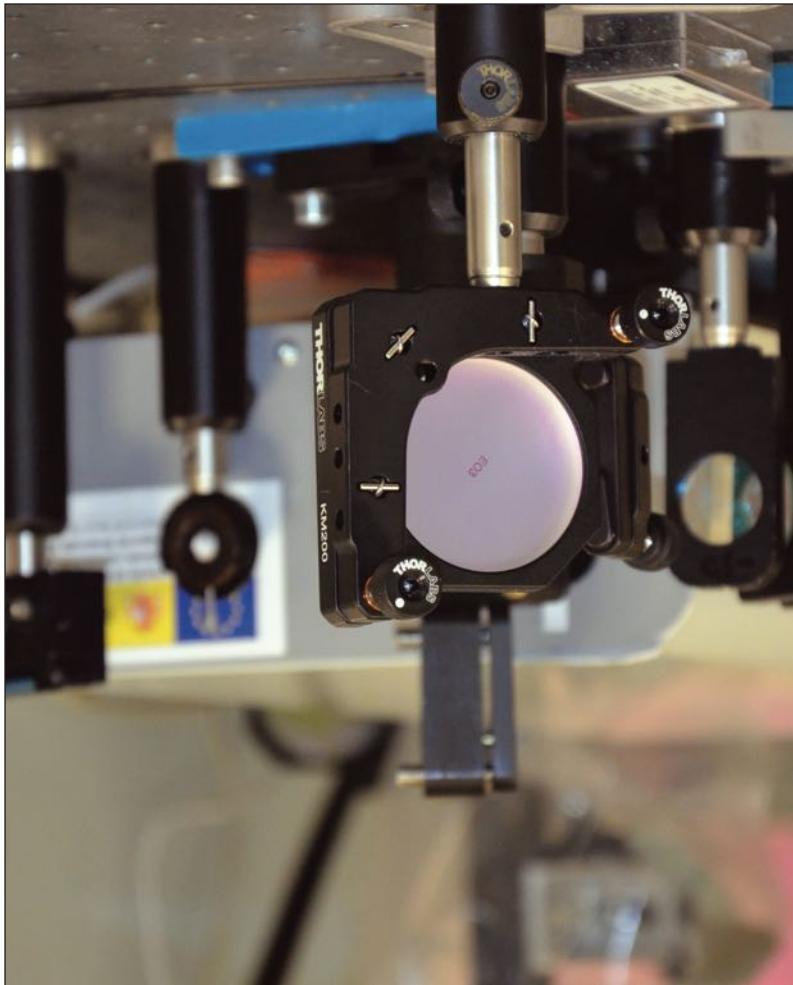
To adapt the Centre's first experimental area so that users can make effective, relevant and safe use of VEGA's technology.

Aim:


 Ministry of Science Innovation and Universities/Support for scientific-technical infrastructures and equipment 2018

Multi-shot with high-repetition-rate experimental campaigns

c) Projects



https://www.clpu.es/ULAMP_Características_Técnicas

- ULAMP, Ultrafast Laser Applications and Microactuator Processing, groups the workstations that are linked to the Spiffire high-repetition rate laser system. In 2021, it has been operational for more than 700 hours, mainly for the creation of pinholes in experimental setups and for target design. Additional information is available at:



However, the most important occasion arrived in September 2021 when the Spanish Center for Used Lasers was granted more than 3 million euros in funding for the design and creation of a new experimental area to make the facility more attractive to users and broaden the system's scope of applicability, to enable campaigns to be conducted simultaneously in both experimental areas, to install secondary sources available to the non-laser-expert national community, to allow advanced remote access, and to open a stable experimental data storage system to efficiently accomplish, open, experiment, to store data in the new period that starts after the facility was granted the facility in the new nature. For further information, see the forthcoming Project section.

- Design and implementation of a new work area for VEGA-2, integrating VEGA-1 to be able to easily and clearly integrate the use of probe beams and the workstations to operate with secondary sources.
- System to improve the focus of the high-intensity beam of the VEGA laser.



- Within improvements were installed as a result of the last 10 years.
- Development of a high-density gasous target as an alternative for the acceleration of ions driven by high-power and high-repetition rate lasers like the ones obtained using VEGA.
- Following improvements were installed as a result of the last 10 years.
- The following improvements were installed as a result of the last 10 years.
- Development of a high-density gasous target as an alternative for the acceleration of ions driven by high-power and high-repetition rate lasers like the ones obtained using VEGA.
- Following improvements were implemented in 2021:

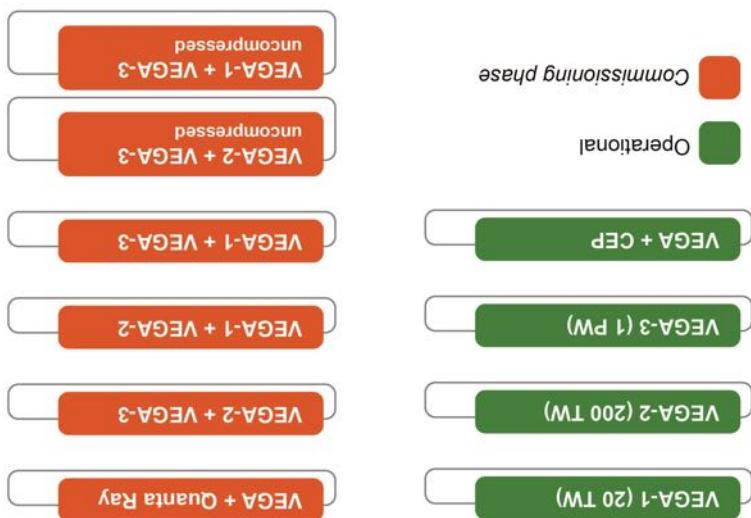
 - • •

iii. Experimentation area

- In addition to these actions, there have been other improvements in 2021, mainly affecting the systems of online control and interactions with users. Among them, we would like to emphasize the following:
 - Set up and operationalization of the system for remote firing from the experimental zone, which allows users to fire the shot or series of shots that they require at each moment, only having controls of shots that the association by the laser technician to confirm the quality of the system.
 - Development of the remote start control prototype of VEGA's system of activation times favoring the increase of the time of use of the system.
 - Creation of online users and passwords to access the infrastructure, Click & Shot, platform so that users may consult and download the data corresponding to each shot fired in their experiment.
 - Each label with its time tracking.



The optimization of the laser system's singularity has been mainly linked to the project of reorganizing the lines of the VEGA laser system for the GC-complexes which is fired on the target while another, synchronized with the former, nanoseconds. To achieve this, the Spanish Centre for Pulses in Subnanoseconds has been implementing this project that involves the synchronization of VEGA's singular features with the CEP laser system, a beam system with lower intensity but ultra-short duration (6 femtoseconds) that allows extraordinarily accurate time discrimination. For further details, see this functional unit's section. All this has led to new combinations of laser beams that users may find interesting, including the synchronization of VEGA-2 and VEGA-3 with an under 200-picosecond resolution. Hence, the operational modes available to users are:

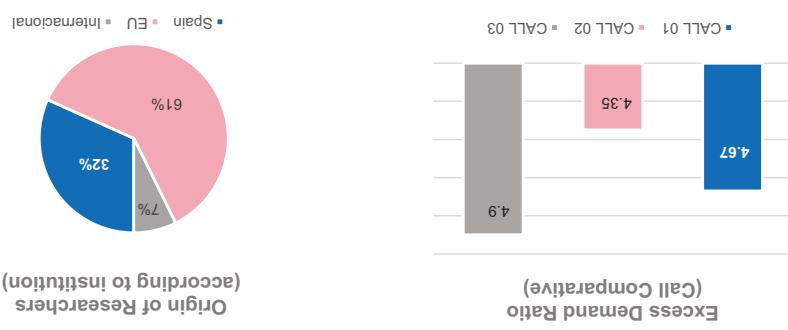
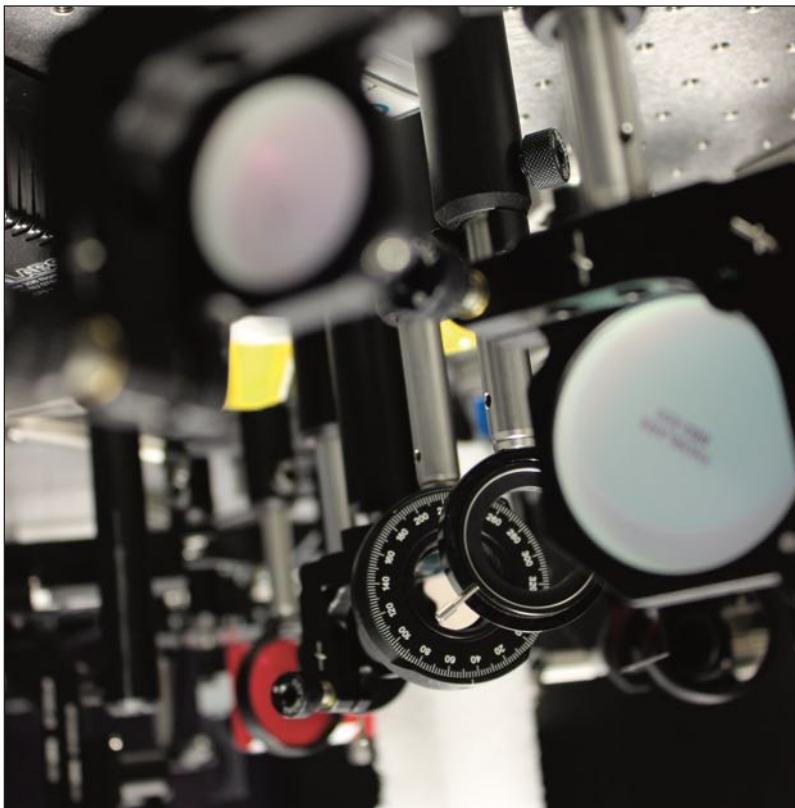


b) Added value actions in the infrastructure

i. VEGA laser system

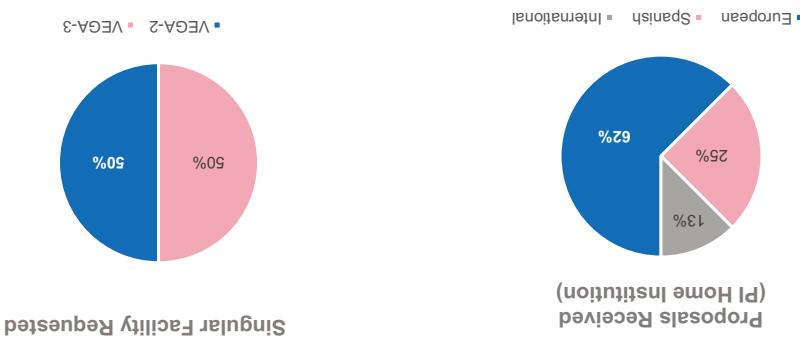


CLPU PW LASER SYSTEM



The worldwide situation brought about by the arrival of SARS-CoV-2 not only had an impact on putting into practice the schedule ex- periments, but also on those to come, since the publication of the re- gulatory bases for a third call also had to be postponed. The call was finally launched on 31 July 2020 with an application submission de- clarine that was extended until 12 December of said year, once again as a result of the situation of recent return to normal, that was taking place, which was uneven across the different countries. After the in- formation gathering process and the meeting of the Access Committee, its members selected 7 out of the 16 proposals. In fact, considering the quality of the requested experiments, the Access Committee proposed to select a larger number, so the 50 sessions that had been originally offered were redefined as 78, most of which have already been scheduled for 2022. The most significant aspect of the call is its launching for the first time as part of a co-financing scheme. The requirements of such scheme involving a minimum of the access costs, which varied according to whether it was VEGA-2 or VEGA-3 that was used. The price could be considered either through direct payment by the institution to which the applicant re- searched belonged, or through national or transnational access pro- grams, and even through contributions in kind. At the end of 2021, almost 90% of the selected campaigns had succeeded in being ap- proved by the Laserlab-Europe transnational access program.

III. Third call for access to VEGA



As can be observed, the three competitive access campaigns corespond to the strategic area of laser acceleration of particles. For 2021 were directly linked to the goal of increasing the infrastructure's added value by optimizing the Center's experimental area, both as regards the development of new targets to capitalize on VEGA's high-repetition rate (let us recall that it is one of the three petawatt class laser systems in the world that can fire one shot per second) and in the design and implementation for users of work spaces with the secondary sources that are offered.

In the design and implementation for users of work spaces with the secondary sources that are offered.

Days of high-energy use of the system in relation to the number of days offered (8/19)



The team of young researchers of the Technical University of Darmstadt (Germany), directed by the scientist of such institution, Markus Roth, sought to use at high speed a distilled water liquid target, designed and constructed by them, to gather a relevant number of data to be able to, for the first time, characterize a neutron beam obtained using a short laser pulse at a high repetition rate. Another goal was to use such neutron beam to perform resonance spectrometry. However, problems arising from the target prevented good experimental development. Once the target could be used correctly and VEGA-3 velocity could be fixed on it, it was proved that it could be used at high-repetition rates for energies under 200 J since otherwise the target would freeze. Because of this, the decision was made to finally use the system in single-shot mode.

Investigation of laser-based neutron sources with a high-repetition-rate laser system [18/10 - 26/11]



average particle flux required is high, as is the case with radioisotope-mistry or radioisotropy. The campaign proved successful inasmuch as it was possible to characterize and optimize the high-pressure gas system, ions above one MeV were obtained, accelerated and detected, as well as very high-load electron beams of up to 50 MeV. However, because of the large deployment of diagnostics used, the research team is still analyzing the large amount of data obtained.

Whereas the leader of this experimental campaign was the University of Bordeaux researcher Jérôme J. Sautot, it has relied on a large team of collaborators from different organizations: Institute of Plasma Physics of Princeton Plasma Physics Laboratory, and the Czech Institute of Laser Microfusion, Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan, High-density gas beams targets to interact with ultrashort and ultra-intense laser pulses at the petawatt level (VEGA-3) with the purpose of achieving ion acceleration in the multi-MeV energy range. Accomplishing this experimental evidence paves the way for industrial and medical applications using this type of accelerated beams where the intense laser pulses at the petawatt level (VEGA-3) with the purpose of achieving ion acceleration in the multi-MeV energy range. Accomplishing this experimental evidence paves the way for industrial and medical applications using this type of accelerated beams where the

gas jet – towards PW power regime [07/06 - 02/07]
ion acceleration by ultra-intense laser interaction with high-density



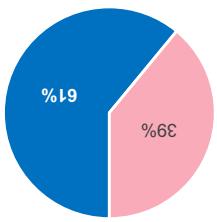
Days of high-energy use of the system in relation to the number of days offered (24/30)

Operational data of the system during the experiment:
 of particle acceleration scaling machine learning techniques.
 number of data to be used by the researcher in a study on the laws
 to capitalize on VEGA's high repetition rate to gather a large
 other parameters such as energy and laser pulse duration. The aim
 target thicknesses on the particle acceleration mechanism, along with
 of the experiment was an analytical study on the influence of solid
 as the particle acceleration mechanism. On the other hand, the basis
 meters (stability, energy, beam focus and temporal duration) as well

VEGA UNIQUENESS INFRASTRUCTURE

i. Experimental campaigns

Three open access competitions were held in 2020 due to the international health crisis caused by the COVID-19 pandemic. While the first of them was a second phase competition, the second one involved internal competitions.



ii) Accesses

Two, once again, involved the presence of international researchers, this return to normal being crucial for scientific progress. There are also three further additional internal competitions. There are also various accesses, for the development of new targets and the design of new experimental work areas for users.

Experiments competitive campaigns have accounted for over 60% of the total accesses for the use of the unique system's beam. Below is the main information corresponding to each of them:

[18/01 - 19/02]

VEGA-3 Commissioning: characterization of ion acceleration

This experiment was headed by Alessio Moraccò, a researcher from Osaka University in Japan. It has become the first remote developed experiment at the Spanish Center for Pulsed Lasers. The campaign met four goals: on the one hand, it involved the launching of the VEGA-3 system, which was first fired repetitively at different energies and pulse durations, including its maximum energy (30 Joules) and compression (30 femtoseconds). This has been a success because of the achievement of proton acceleration at energies above 20 MeV and it has been possible to perfectly characterize all the laser's para-



CLPU Director

Luis Roso



Therefore, I think it is the right time for looking at the calendar and re-minding myself of my age and that I should start thinking about slo-wing down. On 2 November I informed of my intention of leaving my position as director of the Centre and I hope that the CLPU will soon have a new director who, I am sure, will know how to successfully lead this new stage of the Centre. Indeed, I will fully support him/her, and I hope the entire human team of the CLPU will do so too.

of the time to solve and work out likely problems and also those that have unexpectedly overwhelmed us. To those who have chosen other pathways seeking personal gain above the collective good of any cost, I would like to remind that the CLPU is made and will be made greater by the people who are part of it. I believe that I am leaving the tools for a bright future, but what is to come is up to all of you.

As a physicist, I am deeply aware that every particle has its corresponding antiparticle—interestingly, even the neutrino—which is why I do not wish to end these lines without my most heartfelt, anti-thanks; to the Ministry of Finance, under the different governments, which has been uncappable of understanding that to make a unique facility, the Petawatt laser, available to users every morning, requires many years of training and singular work tools. This has forced us to work at the limits of our planning possibilities and has prevented us from optimizing the use of the public resources allocated to us.

I also leave with a thrown in my side for forging a stronger and more beneficial relationship with the University of Salamanca or, rather, with certain groups of it. Having a unique scientific-technical infrastructure in the city is an asset whose importance should be maximized by all social agents, but especially by the university community, for the sake of scientific progress and training quality, issues that have sometimes been disregarded because of private interests.

Nonetheless, the overall balance is very positive indeed. I leave the CLPU director post extraordinarily satisfied because of the point at which the Center is. The agreement has been established for an indefinite period, we have a good basic funding commitment for the coming years, we are involved in important international projects with CERN. We are also a Laserdab Europe node. And, above all, I leave the Extreme Light Infrastructure (ELI), with EUPRAXIA and with the Center for dissemination. Likewise, a project for the building of a second bunker to develop more extreme accelerators has been granted among them one for research, one for transference and new units, among them one for research, one for transference and the good overall work of the CLPU team. We are creating a series of the Center with an extraordinary international reputation thanks to the good work of the CLPU team. We are creating a series of the CLPU center with an extraordinary international reputation thanks to the good work of the CLPU team. We are creating a series of the CLPU center with an extraordinary international reputation thanks to the good work of the CLPU team.

ted and funded.



Visit to the CERN of the 2018 Nobel Prize in Physics, Gerard Mourou.



the new director, to whom I wish luck and every success.
As strange as it may seem, centres like the CLPU are made by people
who regard overtime hours as ordinary office hours. Thanks to those of
you who have done that and who have always been ready regardless

In particular, I would like to take this opportunity to express my deepest gratitude to two extraordinary people whom I have had the great fortune to meet and who have been instrumental in making the CLPU a reality: thanks, on the one hand, to Pedro García, a wonderful manager who has succeeded in surrounding himself by a dedicated and efficient team whose work has been key to the stability of the Center; thanks, on the other hand, to Angelia Fernández Cuto who, from the ministry that is in charge of science, whose name keeps changing, has succeeded in guiding the CLPU in and extraordinarily efficient manner, leading to the consolidation of the Center as a unique scientific-technical infrastructure. I know that both of them will continue to support fully ensure the proper functioning of the CLPU, supporting the new director, to whom I wish luck and every success.

thank those of you who have made this possible, and also the Spanish citizens, who have contributed to pay for the Centre's development



The memory of being the founding director of the CLPU will forever remain with me. When I promoted the CLPU, accomplishing the goal was a challenge that seemed to have limited chances of success; and this is why it was planned with a timeline that ended in 2021. The Centre's foundational stage gave rise to many questions: Would we be capable of having a powerful laser in Salamanca? Would we be able to operate an experimental area adequate enough to attract international users? would we be able to manage it correctly... Well, thanks to the competent and dedicated work of a large percentage of the Center's staff, the CLPU is now an unquestionable and unique demand reality. Proof of this is, on the one hand, the extraordinary influence of our facilities by scientific teams from all over the world, demand, on the other hand, the renewal of the consortium. I would like to conclude, on the other hand, the renewal of the consortium. I would like to

For almost 20 years, I have been in charge of the most powerful laser in Spain, first at the University of Salamanca, and then at the CLPU. This would not have been possible without the help, support and good work of the human team, both from the university, first, and from the CLPU, now. It has been a pleasure and an honor to head these groups that have led Salamanca to become a reference in the area of ultra-intense lasers at the national and international level.

For almost 20 years, I have been in charge

I arrived at the Chair of the University of Salamanca with the dream to install an ultra-intensity laser, along the lines of what I was familiar with from my Rochester time. I can now retire fully satisfied, since the dream has become a reality with the Spanish Center for Pulsed Lasers.



MESSAGE FROM THE DIRECTOR





MESSAGE FROM THE DIRECTOR	5
VEGA UNIQUENESS INFRASTRUCTURE	9
i. Experimental Campaigns	9
ii. Third call for access to VEGA	13
iii. Added value actions at the infrastructure	15
iv. VEGA laser system	15
v. Experimentation area	16
vi. Radio protection unit	18
vii. Compromised services	18
viii. Projects	20
RESEARCH AND TRAINING	28
a) Publications	28
b) Scientific contributions	30
c) Conferences	30
d) Other events – Specialized training	32
e) Innovation services (ULAMP and LTEL)	41
TRANSFER AND INNOVATION	41
f) Collaborations (Platforms and Agreements)	42
g) Conferences	42
h) Projects	44
DISSEMINATION AND TRANSPARENCY	46
i) Dissemination activities	46
j) Transparency and good practices	47
k) Projects	49

© Images: Luis Roso, Yaliza Cortés, Javier Sastre (CLPU)
Design: Javier Sastre
Cover image: Yaliza Cortés
Salamanca, 2022



