

Anexo

Resumen de la propuesta:

El proyecto de investigación al que se asocia la tesis doctoral combina investigación aplicada orientada a mejorar y consolidar recubrimientos ópticos en el ultravioleta lejano (UVL) para instrumentación espacial junto con investigación más fundamental que pretende modificar las propiedades ópticas de materiales de interés en el rango UV-UVL mediante irradiación con iones de alta energía. Esta ruta busca mejorar nuestro catálogo y desarrollar materiales mejorados de interés tanto para los recubrimientos UV&UVL como para fotónica.

1. Recubrimientos para instrumentación espacial. Las comunidades de Astrofísica, Física Solar y Física atmosférica quieren acceder con entusiasmo a la observación de sus objetivos en el UVL-UV puesto que estos encierran las líneas espectrales de los constituyentes básicos del Universo: H, H₂, C, N, O, Mg, Si, Fe, ..., tanto neutros como ionizados. Los recubrimientos son elementos críticos para realizar tales observaciones. El grupo proponente se ha convertido en uno de los pocos suministradores de recubrimientos UVL para instrumentación espacial, y recientemente está recibiendo una gran atención manifestada por parte de varios desarrolladores de instrumentación en el mundo.

Los principales objetivos de investigación pretenden expandir y mejorar el catálogo disponible para futuros instrumentos espaciales:

1A. Desarrollar filtros de transmitancia que puedan ser sintonizados en el rango 100-120-nm, en el que actualmente no se dispone de ellos

1B. Mejorar los recubrimientos disponibles en el UVL que son frecuentemente demandados. Estos tienen prestaciones lejanas a la perfección, lo cual, añadido a la débil intensidad de las fuentes observables en el UVL, convierten a las mencionadas comunidades en ávidas de fotones. Nos centraremos en la caracterización cuidadosa de 3 tipos de recubrimientos usando varias técnicas diagnósticas poderosas (TEM, SEM, RBS, ERDA-TOF, XRR, XRD, XPS). Usaremos la información obtenida con objeto de mitigar las imperfecciones de los recubrimientos estudiando la influencia de varios parámetros: el ritmo de deposición, la temperatura, el uso de capas barrera y láminas semilla, así como el uso de irradiación iónica sobre los sustratos y/o los recubrimientos.

2. Se utilizarán irradiaciones con iones pesados de alta energía y pulsos láser ultracortos para realizar diversos tipos de procesamiento de los materiales que pudiera mejorar las prestaciones de los recubrimientos, investigando los siguientes aspectos:

- Modificaciones nano-estructurales tanto en la dimensión lateral/superficie como en la dimensión profundidad.
- Explotación de la interdifusión de las láminas inducida por los iones como posibles nuevos tipos de fuentes de luz (emisores de fotones).
- Grabado de estructuras sub-micrométricas mediante la fabricación de aberturas/filtros de desarrollo propio.
- Estudio a pequeña escala de crecimiento de láminas delgadas mediante Ablación Láser pulsado asistido in-situ con la irradiación iónica.

Plan de formación:

El estudiante de postgrado puede inscribirse en los distintos programas de doctorado de las universidades españolas, o más concretamente de las universidades madrileñas. Algunos programas de renombre son el de Física de la Luz y de la Materia, de la Universidad Autónoma de Madrid, y el de Física de la Universidad Complutense de Madrid.

La cooperación propuesta en este proyecto de los dos grupos del CSIC, GOLD y FOTION (que involucra al centro CMAM), crea un excelente escenario para la formación de estudiantes de doctorado que podrán beneficiarse del acceso a un amplio campo de conocimientos y técnicas experimentales avanzadas y singulares. Las principales técnicas disponibles abarcan:

- Trabajo en el CMAM con un acelerador tándem de 5 MV para la irradiación de iones de alta energía para la modificación de materiales y para técnicas avanzadas de Análisis por Haz de Iones como Rutherford Back Scattering en modo canalización (RBS-c) para la evaluación del desorden estructural, Elastic Recoil Detection (ERD) para el análisis composicional e Ionoluminiscencia.
- Técnicas de caracterización óptica: Elipsometría, Espectroscopia Raman, Densidad Óptica,
- Microscopía de Fuerza Atómica (AFM)
- Láseres pulsados para ablación de materiales, tanto en régimen fs como ns.
- Trabajo en el entorno internacional del sincrotrón Elettra, Trieste (Italia).
- Instalaciones europeas a gran escala GANIL y GSI para el acceso a energías iónicas extremas (GeV).

El programa de formación también incluiría:

- Estancias cortas internacionales en algunos de los grupos externos con los que colaboramos:

- Grupo del Dr. K. France, Universidad de Colorado, Boulder. Grupo del Dr. T. Cook, Univ. de Massachusetts-Lowell. Grupo del Dr. R. Soufli, Lawrence Livermore national Lab, California. Grupo del Dr. S. Fineschi, INAF/Osservatorio Astrofisico de Torino, Italia.
- Grupo de M. Perlado, O. Peña, A. Rivera, Instituto de Fusión, UPM, Madrid. Grupo de A. Ibarra, R. Vila, M. Conzalez, Tecnofusión, CIEMAT, Madrid. Grupo de M. Tardio, Univ. Carlos III, Madrid. Grupo de S. García-Blanco, Univ. Tweente.

- Asistencia a seminarios regularmente disponibles en centros del CSIC y Campus Universitarios. Asistencia a congresos internacionales de la especialidad, a cursos especializados sobre técnicas, a escuelas de verano de temas afines que puedan organizarse. Preparación y presentación de charlas públicas propias del alumno. Preparación y presentación de charlas públicas propias del alumno, tanto para seminarios internos, como para divulgación científica.

Últimas publicaciones del grupo en el campo del proyecto:

1. Juan Larruquert et al, "Direct measurement of the extinction coefficient by differential transmittance", aceptado para su publicación en Optics Express.
2. Paloma Lopez-Reyes et al, "Far UV narrowband mirrors tuned at H Lyman α ", Optics Express **31**, 15392 (2023).
3. Nuria Gutiérrez-Luna et al, "Multilayer beamsplitter polarizers for key UV-FUV spectral lines of solar polarimetry", Opt. Exp. **30**, 29735 (2022).
4. Paloma López-Reyes et al, "Far-UV reflectance and stress of narrowband $\text{AlF}_3/\text{LaF}_3$ multilayers", Opt. Mater. Express **12**, 489 (2022).
5. Paloma López-Reyes, "Unveiling the effects of the surface and in-depth nanostructure on the far-UV optical reflectance of thin fluoride multilayer coatings", aceptado para su publicación en Applied Surface Science.
6. F. Agulló-López, A. Climent-Font, A. I Muñoz-Martín, J. Olivares, A. Zucchiatti, Ion beam modification of dielectric materials in the electronic excitation regime: cumulative and exciton models. Progress in Materials Science **79**, 1-58, (2016).
7. G. García, M.L. Crespillo, J. Olivares, A. Redondo-Cubero, S. Viñals, and M. Dolores Ynsa. Chapter of Book, Tools for investigating electronic excitation: experiment and multi-scale modelling, ISBN: 978-84-09-36032-1; DOI: 10.20868/UPM.book.69109

8. M. C. Garcia Toro, M. L. Crespillo, J. Olivares and J.T. Graham, Reinforcement of the plasmon–phonon coupling in α -quartz via deposition of gold nanoparticles in etched ion tracks. *The European Physical Journal Plus*. DOI: 10.1140/epjp/s13360-022-03400-4 (2022).

Historial científico-técnico:

El proyecto lo desarrollan dos grupos fusionados, GOLD y FOTION, que colaboran en el desarrollo de una ciencia novedosa y multidisciplinar destinada sobre todo a mejorar la óptica en el ultravioleta lejano (FUV).

GOLD es uno de los pocos laboratorios del mundo que preparan recubrimientos FUV. GOLD tiene capacidad para preparar recubrimientos FUV en óptica para instrumentación espacial. GOLD ha preparado filtros de transmitancia para instrumentos de observación en órbita del Centro Espacial Chino CSSAR y del Instituto Lebedev-Academia Rusa de Ciencias. En la actualidad, GOLD está recubriendo tres telescopios (un espejo primario de 150 mm de diámetro y un espejo secundario más pequeño para cada telescopio) con recubrimientos reflectantes FUV de banda estrecha para LASP-Universidad de Colorado-Boulder, y se espera añadir dos telescopios más en 2023-2024. Recientemente, tres misiones se han puesto en contacto con GOLD para preparar filtros de transmitancia FUV: dos de ellas son misiones de la ESA; la tercera no ha sido financiada inicialmente por la ESA y tiene previsto volver a solicitar financiación próximamente.

Todas estas solicitudes para revestir instrumentación espacial pueden explicarse por las contribuciones de GOLD al campo de los revestimientos ópticos FUV desde ~1992. En este largo periodo, hemos investigado sobre recubrimientos novedosos, hemos mejorado recubrimientos ya existentes y hemos obtenido las constantes ópticas de innumerables materiales de película fina de interés para recubrimientos ópticos FUV-EUV, entre otras contribuciones. Como ejemplo, uno de los telescopios mencionados para el laboratorio LASP ha sido recubierto con una multicapa Al/LiF/SiC/LiF que fue producido por GOLD como el primer espejo FUV de banda estrecha con un pico inferior a 120 nm. El grupo ha publicado más de 60 artículos en revistas SCI en el campo de los recubrimientos ópticos EUV-FUV. Se han defendido cinco tesis en este mismo campo, y otra está a punto de defenderse. Once propuestas científicas de 3 años y una de 2 años en este mismo campo han sido financiadas en su mayoría por el Programa Nacional de Investigación Espacial español por un importe total >1,2M€, que incluye una propuesta financiada de Prueba de Concepto destinada a consolidar y transferir al mercado un recubrimiento FUV. Se han firmado 16 contratos relacionados con recubrimientos FUV con centros de investigación y la industria de EE.UU., China, España y Rusia por un importe total >800k€.

GOLD tiene experiencia específica en casi todos los recubrimientos presentes en la propuesta. Los filtros de transmitancia de multicapas (Al/LiF) se desarrollarán por primera vez, pero nuestra experiencia con filtros de transmitancia de multicapas (Al/MgF₂) y con la deposición de LiF y su cuidadoso almacenamiento en multicapas de Al/LiF/SiC/LiF garantizan que la aproximación a estos recubrimientos debe ser juiciosa.

FOTION ha investigado durante los últimos 20 años la interacción de iones pesados de alta energía con materiales de interés fotónico, con el objetivo de proponer rutas para aplicaciones diferentes y novedosas. Los principales temas en este sentido son la fabricación de guías de ondas ópticas, las nanopartículas para plasmónica y la tecnología de nanopistas y nanoporos. Se han estudiado con éxito diversos materiales fotónicos relevantes, como LiNbO₃, SiO₂, diamante y, más recientemente, fluoruros, tal y como muestran las cuatro tesis defendidas y las más de 60 publicaciones. Los resultados más recientes con materiales fluorados darán lugar a tres manuscritos que se enviarán para su publicación a lo largo de 2023, uno de ellos ya publicado en la revista Applied Surface Science.

Resumen de la línea de investigación donde se incorporará la persona beneficiaria

La persona seleccionada se incorporará a reforzar las siguientes líneas de investigación del grupo:

- *Desarrollo de nuevos recubrimientos y mejora de los existentes para ópticas de ultravioleta lejano (UVL) para espacio.* Las comunidades de Astrofísica, Física Solar y Física atmosférica quieren acceder a la observación de sus objetivos en el UVL-UV donde se encierran las líneas espectrales de los elementos básicos del Universo: H, H₂, C, N, O, Mg, Si, Fe, ..., tanto neutros como ionizados. Por la absorción en la atmósfera, estas observaciones hay que realizarlas desde el espacio. Los recubrimientos son elementos críticos para realizar tales observaciones. El grupo proponente se ha convertido en uno de los pocos desarrolladores de recubrimientos UVL para instrumentación espacial, y recientemente está recibiendo una gran atención de varios desarrolladores de instrumentación en el mundo.

La línea cubre desde investigación fundamental, tal que la medida de las constantes ópticas de materiales candidatos para recubrimientos, investigación aplicada, con el desarrollo de recubrimientos alineados con las necesidades de astrónomos, etc., y tecnología, dado que el grupo dispone de instrumentación para recubrir ópticas con calidad para espacio para misiones espaciales.

- *Irradiación con iones de alta energía:* Se espera que la irradiación iónica de las estructuras de recubrimiento FUV contribuya a obtener un mejor rendimiento de la óptica desarrollada. Además, pretendemos estudiar y desarrollar nuevas fuentes de

fotones a partir de las estructuras multicapa irradiadas con iones, debido a dos mecanismos: la generación de nuevas bandas de fotoemisión y la generación de un coeficiente óptico no lineal de segundo orden a partir del gradiente de composición en el límite de la capa debido a la entremezcla. Además, las estructuras de las películas finas multicapa son compatibles con mostrar un comportamiento de guía de ondas ópticas. Se trata de características que pueden utilizarse tanto en instrumentación espacial como en aplicaciones fotónicas UV terrestres, lo que puede contribuir al avance de las estrategias españolas para el espacio y el mundo digital. Para ello se seguirán las siguientes tareas:

1. Desarrollar y optimizar procedimientos de irradiación iónica y láser pulsado para estudiar los defectos a nanoescala y la evolución de la estructura de las multicapas con el fin de optimizar y funcionalizar sus propiedades ópticas.
2. Modificación de nanoestructuras de sustratos y ópticas bajo irradiación iónica y láser pulsado.
3. Entremezclado útil inducido por irradiación de iones pesados del componente atómico de la estructura multicapa
4. Creación de patrones de tamaño submicrométrico mediante filtros espaciales/ranuras de fabricación casera
5. Deposición de películas delgadas de fluoruro mediante deposición por láser pulsado fuera del eje asistida por irradiación iónica.

Currícula de los investigadores principales del proyecto:

CURRICULUM VITAE ABREVIADO (CVA)

IMPORTANT – The Curriculum Vitae cannot exceed 4 pages. Instructions to fill this document are available in the website.

Part A. PERSONAL INFORMATION

First name	Juan Ignacio		
Family name	Larruquert Goicoechea		
Gender (*)	Man	Birth date (dd/mm/yyyy)	12/07/1961
Social Security, Passport, ID number	15244276Z		
e-mail	j.larruquert@csic.es	URL Web	https://gold.io.csic.es/
Open Researcher and Contributor ID (ORCID) (*)	0000-0001-6356-9702		

(*) *Mandatory*

A.1. Current position

Position	Research Scientist		
Initial date	01/07/2008		
Institution	Consejo Superior de Investigaciones Científicas		
Department/Center	Instituto de Óptica Daza de Valdés		
Country	Spain	Teleph. number	915616800#442243
Key words	Optical coatings, far ultraviolet, extreme ultraviolet, optical constants, space optics		

A.2. Previous positions (research activity interruptions, indicate total months)

Period	Position/Institution/Country/Interruption cause
2001-2008	Tenured scientist, Instituto de Física Aplicada, CSIC / Spain. 86 months
1996-1998	Research associate of USA National Research Council in NASA / GSFC / USA. 24 months (with CSIC's permission)
1990-2001	Titulado Superior Especializado, Instituto de Óptica e Instituto de Física. 135 months
1987-1990	Graduate student scholarship of Spanish Ministerio de Educación y Ciencia. 38 months

A.3. Education

PhD, Licensed, Graduate	University/Country	Year
Bach. degree in Physics	Autónoma de Madrid / Spain	1985
PhD in Physics	Autónoma de Madrid / Spain	1993

(Include all the necessary rows)

Part B. CV SUMMARY (*max. 5000 characters, including spaces*)

I have published 79 papers in peer-reviewed journals, 38 of them as first author, 9 of them as single author. h=25, 1927 citations (Google Scholar). 5 sexenios.

I have been PI of GOLD's research projects (total funding of 1.191M€) and contracts with private companies and foreign research centers (total funding of 754k€) for about 20 years, and a founding member of the group since 1990. I worked to create a unique infrastructure: a large evaporation- and sputtering-deposition system in a clean room and a far-extreme ultraviolet (FUV-EUV) reflectometer. Since my graduate-student period, followed by my postdoctoral research at NASA / Goddard Space Flight Center as a national Research



Council associate (1996-1998), I have contributed to generating knowledge in the field of FUV-EUV coatings and optics, in which we are an internationally recognized laboratory. I have worked to create a series of relationships with the few groups in the world working in a close field and with the astrophysics, solar physics, and atmosphere physics groups that demand FUV optical coatings for their space instruments.

The uniqueness of our reflectometer, which we designed and assembled to allow measurements in the FUV-EUV of films deposited in situ in ultra-high vacuum conditions, has allowed us to measure the optical properties of materials before they react with the atmosphere, such as Al [Appl. Opt. **34**, 4892 (1995)].

I have contributed to developing new multilayer coatings for FUV-EUV, in particular for the difficult ~ 80-110 nm spectral range, where available coatings had been based on a single material [Appl. Opt. **38**, 1231 (1999)]; these new coatings enable observations for astrophysics or solar physics that were not possible before [Opt. Express **26**, 25166 (2018); Opt. Mater. Express **12**, 489-502 (2022)].

Our research to develop new FUV-EUV coatings and to improve existing ones, along with our capacity to deposit in a clean-room laboratory that we have developed, enable us to prepare coatings for space instrumentation with their highly demanding conditions. For about ten years we have been preparing coatings for space instrumentation, mainly for a research center in the People's Republic of China. In recent years we are beginning to experience a boom of interest to include our coatings in space mission proposals, some of which have already funded us to prepare their coatings (FLUID, by Prof. Kevin France, Univ. Colorado-Boulder).

We have measured and published self-consistent optical constants of a large number of materials (B, ta-C, Mg, Ca, Sr, Sc, Ce, Pr, Eu, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, SiO, SiO₂, Ta₂O₅, MgF₂, SrF₂, LaF₃, CeF₃, SiC, B₄C) at wide spectral ranges, what makes us a world-reference group. The optical constants are required for multilayer coating design. The paper on SiO₂ and Ta₂O₅ has received >200 citations and was included within the 20 most-cited papers in the history of the journal (Optical Materials Express).

As for theoretical contributions, we invented a unique procedure to evaluate the consistency of the optical constants n and k of a material specifically in the desired spectral range [J. Opt. **18**, 075606 (2016); Opt. Express **28**, 7654 (2020)].

I discovered a method of superposition of layers of absorbent materials that consists in selecting materials with extreme values of n and k (both large and small) and in depositing them in a specific sequence; this procedure results in a higher reflectance than single layer coatings or than ordinary multilayers that alternate two materials [J. Opt. Soc. Am. A, **18**, 1406-1414 (2001); **19**, 391-397 (2002)].

I have supervised two PhD theses, co-supervised one more and currently I supervise two PhD theses, one scheduled for defense in March 2023. I was a member of a habilitation committee to conduct research at a French university. I have been a member of five PhD thesis juries, three of them in French universities.

I gave nine invited talks at international conferences. I have been a member of six scientific committees and chairman of four sessions at international conferences. I was a representative of Spain in the management committee of three COST actions. I was PI of the Spanish side in three bilateral projects with CNR (Italy) and one with CNRS (France). I have been proposer of 15 experiments at Elettra synchrotron in collaboration with several Italian groups. I am head of the Department of Imaging, Vision and Optical Instrumentation of the Institute of Optics-CSIC since 2011.

Part C. RELEVANT MERITS (sorted by typology)

C.1. Publications (see instructions)



1 Artículo científico. L. V. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert** (AC), J. A. Méndez, J. A. Aznárez, 2016, "Self-consistent optical constants of SiO₂ and Ta₂O₅ films," *Opt. Mater. Express* **6**, 3622-3637. doi: 10.1364/OME.6.003622. One of the 20 most cited papers of journal history (2021).

2 Artículo científico. L. V. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert** (AC), J. A. Méndez, J. A. Aznárez, 2017, "Self-consistent optical constants of MgF₂, LaF₃, and CeF₃ films," *Opt. Mater. Express* **7**, 989-1006. doi: /10.1364/OME.7.000989

3 Artículo científico. **J. I. Larruquert** (AC), L. V. Rodríguez-de Marcos, J. A. Méndez, P. J. Martín, A. Bendavid, 2013, "High reflectance ta-C coatings in the extreme ultraviolet," *Opt. Express* **21**, 27537-27549. doi: 10.1364/OE.21.027537

4 Artículo científico. L. V. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert** (AC), J. A. Méndez, N. Gutiérrez-Luna, L. Espinosa-Yáñez, C. Honrado-Benítez, J. Chavero-Royán, B. Perea-Abarca, 2018, "Optimization of MgF₂-deposition temperature for far UV Al mirrors," *Opt. Express* **26**, 9363-9372. doi: 10.1364/OE.26.009363

5 Artículo científico. L. V. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert** (AC), 2016, "Analytic optical-constant model derived from Tauc-Lorentz and Urbach tail," *Opt. Express* **24**, 28561-28572. doi: 10.1364/OE.24.028561

6 Artículo científico. **J. I. Larruquert** (AC), A. M. Malvezzi, A. Giglia, ..., S. Fineschi, 2014, "Reflective and transmissive coating polarizers in a spectral range centered at 121.6 nm," *J. Opt.* **16**, 125713. doi:10.1088/2040-8978/16/12/125713

7 Artículo científico. L. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert** (AC), J. A. Aznárez, M. Fernández-Perea, R. Soufli, J. A. Méndez, S. L. Baker, E. M. Gullikson, 2013, "Optical constants of SrF₂ thin films in the 25–780-eV spectral range," *Journal of Applied Physics*, **113**, 143501. doi: 10.1063/1.4800099

8 Artículo científico. P. López-Reyes, C. Honrado-Benítez, N. Gutiérrez-Luna, A. Ríos-Fernández, L. V. Rodríguez-de Marcos, **J. I. Larruquert**, 2022, "Far-UV reflectance and stress of narrowband AlF₃/LaF₃ multilayers," *Opt. Mater. Express* **12**, 489-502. doi: 10.1364/OME.446541

9 Artículo científico. **J. I. Larruquert** (AC), L. V. Rodríguez de Marcos, 2020, "Window functions for self-consistency evaluation of optical constants," *Opt. Express* **28**, 7654. doi: 10.1364/OE.383184

10 Artículo científico. **J. I. Larruquert** (AC), C. Honrado-Benítez, N. Gutiérrez-Luna, A. Ríos-Fernández, P. López-Reyes, 2021, "Far UV-enhanced Al mirrors with a Ti seed film." *Opt. Express* **29**, 7706. doi: 10.1364/OE.418521

C.2. Congress, indicating the modality of their participation (invited conference, oral presentation, poster)

- **J. Larruquert**, L. Rodríguez-de Marcos, N. Gutiérrez-Luna, L. Espinosa-Yáñez, C. Honrado-Benítez, "New tools for optical constant calculation and analysis," PTB VUV and EUV Metrology international seminar, Berlín, Germany, 10/ 2017. Invited talk.

- **J. I. Larruquert**, L. Rodríguez-de Marcos, J. A. Méndez, ..., S. Fineschi, "Far-extreme UV novel coatings for applications in heliophysics, astrophysics, and atmosphere physics," Challenges in Heliophysics and Space Weather: What Instrumentation for the Future?, International conference within COSPAR 2014, Moscow, 8/ 2014. Invited talk.

- **J. Larruquert**, N. Gutiérrez-Luna, C. Honrado-Benítez, A. Ríos-Fernández, P. López-Reyes, L. V. Rodríguez-de Marcos, "Al/fluoride mirrors with enhanced far UV reflectance,"



Congreso internacional VUV and EUV Metrology, international conference organized by PTB Berlín, Germany, October 2021. Oral communication.

- **J. Larruquert**, N. Gutiérrez, C. Honrado, P. López, A. Ríos, L. Rodríguez, "Improved broadband and narrowband far UV coatings," 237th Meeting of the American Astronomical Society, Session name: NASA Ultraviolet & visible light (UV-Vis) SIG and Technology Interest Group (TIG). Online conference, 1/2021. Oral communication.

Within this 10-year period, I participated in 5 invited talks, 23 oral communications (11 as first author), and 9 posters all at international conferences.

C.3. Research projects, indicating your personal contribution. In the case of young researchers, indicate lines of research for which they have been responsible.

In this 10-year period, I have been principal investigator of the following Spanish National Research Plan projects:

- PI of PDC2022-133788-I00, "Consolidation of optical coatings for imaging at the shortest ever far UV range," 2022-2024.

- PI of PID2019-105156GB-I00, "Coatings and ion tools for UV and far-UV space instrumentation," 2020-2023

- PI of ESP2016-76591-P, "Recubrimientos ópticos para nuevos retos de la astrofísica y la física solar," 2016-2019.

- PI of AYA2013-42590-P, "Optical devices in the far ultraviolet for space instrumentation," 2013-2016

- PI of AYA2010-22032 "Novel coatings for ultraviolet optics aimed at future space missions applied to solar physics and astrophysics," 2011-2013.

The accumulated funding of the 5 projects was 699k€.

C.4. Contracts, technological or transfer merits, Include patents and other industrial or intellectual property activities (contracts, licenses, agreements, etc.) in which you have collaborated. Indicate: a) the order of signature of authors; b) reference; c) title; d) priority countries; e) date; f) Entity and companies that exploit the patent or similar information, if any

I have been PI of research for a foreign private company, a world leader in the field of wafer inspection, in a series of 3 annual (2013-2014, 2015, and 2017-2018) contracts. Per non-disclosure agreement, I cannot mention the company name. They amounted a total of 346k€. I have been PI of 5 contracts with Chinese and Russian research centers to develop coatings for space instruments for a total of 261.3k€. I am PI of a current contract with LASP-Univ. Colorado-Boulder to coat FLUID sub-orbital instrument telescope mirrors, for the cost of 138k€.

I have participated in four patent applications: two of them were approved by the Spanish Patent and Trademark Office and recently one more received a positive review.

CURRICULUM VITAE ABREVIADO (CVA)

IMPORTANT – The Curriculum Vitae cannot exceed 4 pages. Instructions to fill this document are available in the website.

Part A. PERSONAL INFORMATION

First name	José		
Family name	Olivares Villegas		
Gender (*)	M	Birth date (dd/mm/yyyy)	1-11-1966
Social Security, Passport, ID number	09386072W		
e-mail	jose.olivares@csic.es	URL Web: www.cmam.uam.es	
Open Researcher and Contributor ID (ORCID) (*)	0000-0003-1775-9040		

(*) *Mandatory*

A.1. Current position

Position	"Investigador Científico"		
Initial date	07/2009		
Institution	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)		
Department/Center	Instituto de Optica "Daza de Valdés"		
Country	Spain	Teleph. number	914973670
Key words	Photonics, Optical waveguides, Plasmonic, High energy ion irradiation		

A.2. Previous positions (research activity interruptions, indicate total months)

Period	Position/Institution/Country/Interruption cause
2001-2009	Científico Titular at IO, CSIC, Spain

A.3. Education

PhD, Licensed, Graduate	University/Country	Year
Graduate	UAM/Spain	1989
PhD	UAM/Spain	1994

(Include all the necessary rows)

Part B. CV SUMMARY (max. 5000 characters, including spaces)

Number of PhD supervised: 4 (years 2007, 2011, 2013 and 2019)

Total number of SCI publications: 100; Citations: 4100

H factor: 32

Number of "sexenios": 4

Current main research area:

The main research activity is the field of defect, damage generation and processing of materials of photonic interest using high energy heavy ion irradiation, exploring the application for micro- and nanostructuring aiming at optical applications. This research line (FOTION at IO, CSIC) is carried out in close collaboration with the singular center CMAM-UAM, since 2003, where I have been involved in the development of relevant infrastructures like the **Implantation beamline** (Infrastructure Project in 2005) and the **fs pulsed laser system** (Infrastructure project in 2017).



We are leaders in the method of fabrication of optical waveguides of high optical confinement using the excitation of high energy ions, method successfully applied to several crystal of photonic interest, being specially attractive the application to fabricate micro-rings. We are leading (in cooperation with O. Peña-Rodríguez, of IF, UPM) the modification and “Engeneering”, using ion and pulsed laser irradiation, of metallic nanocomposite for novel plasmonic applications.

Four PhD. have been acomplished within the broad research line of Irradiation of materials aiming at photonic applications.

The knowledge and experience in this field has allowed to carry out several relevant collaborations:

An extensive collaboration (since 2010) with the CAM Regional Projects “Technofusión” (I, II y III), leaded by the CIEMAT institution, where is essential the study of the irradiation damage in optical materials.

We have collaborated in the Space area, with the INTA institution (group of Alberto Álvarez), in a project for the validation of optical instruments within the large scale Project “SOPHI-Solar Orbiter” (successfully launched in 2021).

Since 2019 we are collaborating with the group GOLD of IO, CSIC devoted to the fabrications of optics useful in the Far UV spectral region as needed for Astronomical and Astrophysical Projects.

Is worth to emphasize the following international Ph.D Thesis recently achieved with our support in the ion beam irradiation topic, and for which defense I was member of the Jury:

Raimond Niels Frentrop, “High refractive index contrast optical waveguides in swift heavy ion irradiated KY(WO₄)₂”, 18th March 2022, University of Twente, Enschede, The Netherlands

Other Reasearch areas/lines and techniques:

- Ion Beam Analysis (IBA Techniques): RBS, and RBS-c, ERDA
- Integrated optics, optical waveguide fabrication and characterization.
- Thin film deposition, mainly by Pulsed Laser Ablation. Sound/comprehensive knowledge developed during postdoctoral stays at U. Sussex, UK (1996 - 1998) and at GPL goup in IO,CSIC (1999 - 2001).

The PLD technique will be used in the project we are applying for.

- Nonlinear optics with ultrashort laser pulses.

- PhD. thesis supervised

4. Victoria Tormo Márquez, Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM), UAM.

“Irradiación con iones pesados a altas energías en LiTaO₃: guías de onda ópticas y sinergia de daño nuclear y electrónico”. 21 noviembre 2019.

3. Javier Manzano Santamaría. Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM), UAM.

“Daño por excitación electrónica en SiO₂ mediante irradiaciones con iones pesados de alta energía” Codirigida con Angel Ibarra from CIEMAT. 8 Noviembre de 2013.

2. Miguel Luis Crespillo Almenara. Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM), UAM.

“Ion beam damage by electronic excitation with swift heavy ions in lithium niobate: mechanisms and nanostructuring for photonic applications”; 12 de Diciembre 2011.

1. Ana García Navarro. Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM), UAM.

“Irradiación con iones pesados de alta energía en dieléctricos para aplicaciones fotónicas: guías de onda en LiNbO₃”. 13 Septiembre de 2007.

• International Committee

Member of the International Committee of the Conference: REI (Radiation Effects in Insulators); since 2013.



Part C. RELEVANT MERITS (sorted by typology)

C.1. Publications (see instructions)

- G. García, M. Martín, M. D. Ynsa...M. Tallarida (7/11). *Process design for the manufacturing of soft X-ray gratings in single-crystal diamond by high-energy heavy-ion irradiation*. The European Physical Journal Plus 10.1140/epjp/s13360-022-03358-3 (2022)
- Maria C. Garcia Toro, Miguel L. Crespillo, Jose Olivares and Joseph T. Graham, *Raman characterization of phonon confinement and strain effects from latent ion tracks in α -quartz*. Journal of Raman Spectroscopy, 1-8 (2021).
- R. N. Frentrop, V. Tormo-Marquez, F. B. Segerink, M. C. Pujol, J. Olivares, and S. M. Garcia-Blanco, *High-temperature recrystallization effects in swift heavy ion irradiated KY(WO₄)₂*, J. Appl. Phys. 130, 185109 (2021).
- V. Tormo-Márquez, M. Díaz-Hijar, M. Carrascosa, V. Ya. Shur and J. Olivares, *Low loss optical waveguides fabricated in LiTaO₃ by swift heavy ion irradiation*. Optics Express Vol. 27, 6, 8696-8708, (2019).
- S. M. Martinussen, R. N. Frentrop, M. Dijkstra, F. Segerink, V. Tormo-Márquez, J. Olivares, S. García-Blanco. *Pedestal microdisks in potassium yttrium double tungstate*. Optical Material Express Vol. 9, No. 8, p 3371-3378, (2019).
- Ovidio Peña-Rodríguez; A. Prada; José Olivares; A. Oliver; L. Rodríguez-Fernández, Héctor G. Silva-Pereyra; E. Bringa; J. Manuel Perlado and Antonio Rivera. *Understanding the ion-induced elongation of silver nanoparticles embedded in silica*. Scientific Reports. 7 - 1, pp. 922. Nature Publishing Group, (2017).
- Fernando Agulló-López, Aurelio Climent-Font, Ángel Muñoz-Martín, José Olivares, Alessandro Zucchiatti, *Ion beam modification of dielectric materials in the electronic excitation regime: cumulative and exciton models*. Progress in Materials Science 79, 1-58, (2016). **Review, impact factor: 31**
- G. García, I. Preda, M. Díaz-Hijar,...,C. Ocal, (6/14). *Micro and nano-patterning of single-crystal diamond by swift heavy ion irradiation*. Diamond and Related Materials, Volume 69, Pages 1–7, (2016).
- Ovidio Peña-Rodríguez, José Olivares, Mercedes Carrascosa, Ángel García-Cabañes, Antonio Rivera and Fernando Agulló-López
Chapter: *Optical Waveguides Fabricated by Ion Implantation/Irradiation: A Review*. ION IMPLANTATION, Edited by Mark Goorsky, InTech, ISBN 978-953-51-0634-0 (2012)
- J. Manzano-Santamaría, J. Olivares, A. Rivera, O. Peña-Rodríguez and F. Agulló-López. *Kinetics of color center formation in silica irradiated with swift heavy ions: Thresholding and formation efficiency*. Appl. Phys. Lett. 101, 154103 (2012).

C.2. Congress, indicating the modality of their participation (invited conference, oral presentation, poster)

We attend regularly to REI (Radiation Effects in Insulators) and IBMM conferences. Most recent participation after 2020 are:

- E. Enríquez, M. Crespillo, O. Peña-Rodríguez, P. López-Reyes, J.I. Larruquert and J. Olivares. "*High Energy Ion Irradiation Of MgF₂ For Improving The Physical Properties for FUV applications*". Poster at conference: IBMM-2022 (Ion Beam Modification of Materials), Lisbon, July 2022.
- O. Peña-Rodríguez, et al, A. Rivera, J. Olivares. *Elongation Kinetics of Plasmonic Nanoparticles Studied in situ by Polarized Optical Absorption Spectroscopy*. IBMM-2022 (Ion Beam Modification of Materials), 10-15 Lisbon, July 2022. Oral

C.3. Research projects, indicating your personal contribution. In the case of young researchers, indicate lines of research for which they have been responsible.

- Proyecto PDC2022-133788-I00, M. Ciencia e Innovacion, 2022-2023.
"Proof of Concept" *Consolidación de recubrimientos para imágenes en el intervalo más corto del UV lejano*. Funds: 110 k€
PI's: Juan Larruquet y José Olivares. I. Óptica, CSIC
- Proyecto PID2019-105156GB-I00, M. Ciencia e Innovacion, 2020-2022.
Recubrimientos y Procedimientos con Iones Dirigidos a Instrumentación Espacial en el UV y UV Lejano. Funds: 90 k€
PI: Juan Larruquet y José Olivares. I. Óptica, CSIC.
- Proyecto MAT2011-28379-C03-02 del M. Ciencia e Innovacion. 2012-2015.
"Micro y nanoestructuración de materiales fotónicos inducida mediante irradiación iónica y luz láser".
PI: José Olivares. I. Óptica, CSIC.
- "Programas de actividades de I + D entre grupos de investigación" de la Comunidad de Madrid. *Desarrollo del programa de actividades I+D multidisciplinares de la instalación científico-técnica singular del centro de tecnologías para la fusión*.
There has been three projects (4 years each), where I lead the internal group named "CSIC-CMAM"
 1. Proyecto S2018/EMT-4437;. Enero-2019 – Dic-2022
INVESTIGADOR PRINCIPAL de la Red: María Gonzalez, CIEMAT.
 2. Proyecto S2013/MAE-2745; Enero-2015 – Dic-2018
PI of the Network: Angel Ibarra, CIEMAT
 3. Proyecto S2009/ENE-1679; Enero-2010 – Dic-2013; prorrogado julio 2014.
PI of the Network: Angel Ibarra, CIEMAT.
Tipo de participación: Investigador principal de grupo IO-CSIC de la red de grupos.
- Accion Complementaria AYA2011-15060-E, MICINN; From january 2013 to july 2014
"Validación de los etalones de niobato de litio como filtros espectrales para la misión "solar orbiter".
INVESTIGADOR PRINCIPAL: José Olivares. I. Óptica, CSIC.
Cooperation with group of Alberto Alvarez Herreros, from INTA. The Solar Orbiter Mission was succesfully launched in 2022.

C.4. Contracts, technological or transfer merits, Include patents and other industrial or intellectual property activities (contracts, licenses, agreements, etc.) in which you have collaborated. Indicate: a) the order of signature of authors; b) reference; c) title; d) priority countries; e) date; f) Entity and companies that exploit the patent or similar information, if any