

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO
Universidad Internacional Menéndez Pelayo	Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo	28051751
NIVEL	DENOMINACIÓN CORTA	
Máster	Tecnologías Cuánticas / Master in Quantum Technologies	
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA		
Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas / Master in Quantum Technologies por la Universidad de La Laguna; la Universidad de Murcia; la Universidad de Zaragoza; la Universidad Internacional Menéndez Pelayo; la Universidad Politécnica de Cartagena; la Universidad Politécnica de Madrid y la Universitat de València (Estudi General)		
NIVEL MECES		
3 3		
RAMA DE CONOCIMIENTO	CONJUNTO	
Ciencias	Nacional	
CONVENIO		
Convenio entre UIMP y varias universidades para colaborar en la organización e impartición del título conjunto de "Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas"		
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES	CENTRO	CÓDIGO CENTRO
Universidad de Murcia	Facultad de Química	30010218
Universidad Politécnica de Cartagena	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica	30013098
Universidad Politécnica de Madrid	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos	28027114
Universidad de Zaragoza	Facultad de Ciencias	50008848
Universitat de València (Estudi General)	Facultad de Física	46014765
Universidad de La Laguna	Escuela Politécnica Superior de Ingeniería	38012411
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	NORMA HABILITACIÓN	
No		
SOLICITANTE		
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	
JOSE CARLOS GARCIA CABRERO	Vicerrector de Posgrado, Investigación y Formación Permanente	
REPRESENTANTE LEGAL		
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	
CARLOS ANDRADAS HERRANZ	Rector	
RESPONSABLE DEL TÍTULO		
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	
JOSE CARLOS GARCIA CABRERO	Vicerrector de Posgrado, Investigación y Formación Permanente	



2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN

A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.

DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
C/ Isaac Peral, 23	28040	Madrid	676360749
E-MAIL	PROVINCIA	FAX	
candradas@uimp.es	Madrid	915920601	

3. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos solicitados en este impreso son necesarios para la tramitación de la solicitud y podrán ser objeto de tratamiento automatizado. La responsabilidad del fichero automatizado corresponde al Consejo de Universidades. Los solicitantes, como cedentes de los datos podrán ejercer ante el Consejo de Universidades los derechos de información, acceso, rectificación y cancelación a los que se refiere el Título III de la citada Ley Orgánica 3/2018, sin perjuicio de lo dispuesto en otra normativa que ampare los derechos como cedentes de los datos de carácter personal.

El solicitante declara conocer los términos de la convocatoria y se compromete a cumplir los requisitos de la misma, consintiendo expresamente la notificación por medios telemáticos a los efectos de lo dispuesto en el artículo 43 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

	En: Madrid, AM 14 de noviembre de 2023
	Firma: Representante legal de la Universidad



1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas / Master in Quantum Technologies por la Universidad de La Laguna; la Universidad de Murcia; la Universidad de Zaragoza; la Universidad Internacional Menéndez Pelayo; la Universidad Politécnica de Cartagena; la Universidad Politécnica de Madrid y la Universitat de València (Estudi General)	Nacional		Ver Apartado 1: Anexo 1.

LISTADO DE ESPECIALIDADES

No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ciencias	Ciencias Físicas, químicas, geológicas	Física

NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA

AGENCIA EVALUADORA

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación

UNIVERSIDAD SOLICITANTE

Universidad Internacional Menéndez Pelayo

LISTADO DE UNIVERSIDADES

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
012	Universidad de Murcia
071	Universidad Internacional Menéndez Pelayo
064	Universidad Politécnica de Cartagena
025	Universidad Politécnica de Madrid
021	Universidad de Zaragoza
018	Universitat de València (Estudi General)
015	Universidad de La Laguna

LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

No existen datos

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
60		0
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER
24	18	18

LISTADO DE ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

1.3. Universidad Politécnica de Cartagena

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE



LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
30013098	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica

1.3.2. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de La Laguna

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
38012411	Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

1.3.2. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA



PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad Politécnica de Madrid

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
28027114	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos

1.3.2. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS



No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
28051751	Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.2. Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de Murcia

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
30010218	Facultad de Química

1.3.2. Facultad de Química

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO



PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de Zaragoza

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
50008848	Facultad de Ciencias

1.3.2. Facultad de Ciencias

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0



NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universitat de València (Estudi General)

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
46014765	Facultad de Física

1.3.2. Facultad de Física

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
No	No	Sí
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
60	60	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	60.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	45.0
RESTO DE AÑOS	30.0	45.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	



2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
BÁSICAS
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
GENERALES
CG1 - No procede según el RD822/2021
3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
No existen datos
3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1 - No procede según el RD822/2021

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN
--

Requisitos de acceso

El acceso a los estudios de máster universitario se realizará de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. Más concretamente se realizará según lo dispuesto en el artículo 18. Acceso y admisión a las enseñanzas oficiales de Máster Universitario, que determina:

La posesión de un título universitario oficial de Graduada o Graduado español o equivalente es condición para acceder a un Máster Universitario, o en su caso disponer de otro título de Máster Universitario, o títulos del mismo nivel que el título español de Grado o Máster expedidos por universidades e instituciones de educación superior de un país del EEES que en dicho país permita el acceso a los estudios de Máster.

De igual modo, podrán acceder a un Máster Universitario del sistema universitario español personas en posesión de títulos procedentes de sistemas educativos que no formen parte del EEES, que equivalgan al título de Grado, sin necesidad de homologación del título, pero sí de comprobación por parte de la universidad del nivel de formación que implican, siempre y cuando en el país donde se haya expedido dicho título permita acceder a estudios de nivel de postgrado universitario. En ningún caso el acceso por esta vía implicará la homologación del título previo del que disponía la persona interesada ni su reconocimiento a otros efectos que el de realizar los estudios de Máster.

Las universidades garantizarán una información transparente y accesible sobre los procedimientos de admisión, y deberán disponer de sistemas de orientación al estudiantado. Asimismo, asegurarán que dicha información y los procedimientos de admisión tengan en cuenta al estudiantado con discapacidad o con necesidades específicas, y dispondrán de servicios de apoyo y asesoramiento adecuados.

Las universidades podrán excepcionalmente establecer, a partir de normativas específicas aprobadas por sus órganos de Gobierno, procedimientos de matrícula condicionada para el acceso a un Máster Universitario. Esta consistirá en permitir que un o una estudiante de Grado al que le reste por superar el TFG y como máximo hasta 9 créditos ECTS, podrá acceder y matricularse en un Máster Universitario, si bien en ningún caso podrá obtener el título de Máster si previamente no ha obtenido el título de Grado. Las universidades garantizarán la prioridad en la matrícula de los y las estudiantes que dispongan del título universitario oficial de Graduada o Graduado. En este procedimiento podrán ser tenidos en cuenta los créditos pendientes de reconocimiento o transferencia en el título de Grado, o la exigencia de superación de un determinado nivel de conocimiento de un idioma extranjero para la obtención del título.

Las universidades o los centros regularán la admisión en las enseñanzas de Máster Universitario, estableciendo requisitos específicos y, en caso de ser necesarios, complementos formativos, cuya carga en créditos no podrá superar el equivalente al 20 por ciento de la carga crediticia del título. Los créditos de complementos formativos tendrán la misma consideración que el resto de los créditos del plan de estudios del título de Máster Universitario.

Las universidades reservarán, al menos, un 5 por ciento de las plazas ofertadas en los títulos universitarios oficiales de Máster Universitario para estudiantes que tengan reconocido un grado de discapacidad igual o superior al 33 por ciento, así como para estudiantes con necesidades de apoyo educativo permanentes asociadas a circunstancias personales de discapacidad, que en sus estudios anteriores hayan precisado de recursos y apoyos para su plena inclusión educativa.



Criterios de admisión

La solicitud de admisión deberá presentarse en el plazo señalado al efecto, en modelo normalizado, y acompañada de todos los documentos acreditativos del cumplimiento de los requisitos de acceso establecidos.

La admisión se realizará por un protocolo de matrícula única, gestionado enteramente a través de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. El proceso de admisión comenzará con el envío de la solicitud de admisión por parte del alumnado en las fechas y plazos indicados por la universidad. Recibida la solicitud, el personal de la UIMP revisará la misma, validando la documentación presentada o solicitando la subsanación de documentos.

La solicitud validada será procesada por la Comisión Académica del Máster, que valorará y priorizará las solicitudes en función de los siguientes criterios de admisión:

Nivel B2 de inglés, 0,5 puntos. Los solicitantes deberán acreditar contar con un nivel mínimo de inglés B2 en términos del Marco Común Europeo o equivalente que deberán acreditar con un certificado oficial o a través de la realización de una prueba de inglés por alguna de las universidades participantes en el título.

Expediente académico, 3,5 4 puntos. Se asignará la mayor valoración a la candidatura que posee la mayor nota media del expediente académico y se irá descendiendo en valoración según la nota media disminuya.

Adecuación de conocimientos previos al máster (titulación y asignaturas relacionadas con el estudio), 3 puntos. Se asignará la mayor valoración a la candidatura con mayor afinidad al estudio y perfil de ingreso.

Experiencia investigadora previa (TFG, estancias y colaboraciones con grupos de investigación, o similar), 2 puntos.

Motivación, interés y cartas de recomendación, 1 punto.

La cuota de reserva de plazas establecida por el RD 822/2021 para estudiantes con discapacidad o necesidades especiales, se aplicarán los mismos criterios de admisión. Si esa cuota no fuera cubierta se incorporará a la cuota principal.

Se garantizará la accesibilidad universal y se supervisará que las personas con movilidad reducida dispondrán de los recursos y apoyos necesarios para el correcto desarrollo del Máster. Se les solicitará sus necesidades específicas durante el proceso de matriculación. Para ello la UIMP tiene articulado el siguiente protocolo que se puede consultar en la página web o a través de este enlace: [Protocolo UIMP para la atención de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad](#).

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

La Comisión Académica del Máster nombrará una subcomisión que resolverá las dudas respecto a los contenidos académicos, y la selección y compatibilidad de asignaturas y trabajos de investigación, con los intereses y orientaciones que las personas matriculadas manifiesten. Una vez seleccionado el estudiantado y formalizada la matrícula, cada estudiante contará con un tutor o tutora académico, que proporcionará acompañamiento y asesoramiento a lo largo del curso académico, estudiando las necesidades del mismo, las dificultades encontradas al enfrentarse a las diversas asignaturas, los materiales docentes, o la interacción con el profesorado. El estudiantado también tendrá acceso al portal virtual de la UIMP, donde podrá acceder a los contenidos docentes, materiales adicionales, medios de contacto con el profesorado y la planificación del curso, incluidos los servicios de tutoría. Como parte de la actividad presencial y del programa de seminarios, el estudiantado tendrá la oportunidad de organizar actividades formativas complementarias (tipo ¿soft-skills¿), de ¿networking¿ y de orientación laboral, impartidos por personal experto, investigador y referente de la industria del ámbito de las tecnologías cuánticas.

4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

MÍNIMO	MÁXIMO
9	42

Adjuntar Título Propio

Ver Apartado 4: Anexo 2.

Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

	Título propio	Máster Universitario	



Materia 1: (15 ECTS)	Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3) Teoría cuántica de la información (6) Teoría cuántica avanzada (6)	Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3) Teoría cuántica de la información (6) Teoría cuántica avanzada (6)	
Materia 2: (a elegir 24 ECTS)	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica (6) Machine learning y ordenadores cuánticos (3) Implementación de tecnologías cuánticas (3) Circuitos cuánticos superconductores (3) Nanofotónica cuántica (3) Tecnologías cuánticas con fotones y átomos (3) Qubits en semiconductores y sistemas híbridos (3) Sensores cuánticos (6) Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3) Laboratorio de tecnologías cuánticas (6)	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica on page (6) Machine learning on page (6) y ordenadores cuánticos on page (3) Implementación de tecnologías cuánticas (3) Circuitos cuánticos superconductores (3) Nanofotónica cuántica (3) Tecnologías cuánticas con fotones y átomos (3) Qubits en semiconductores y sistemas híbridos (3) Sensores cuánticos (6) Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3) Laboratorio de tecnologías cuánticas (6)	
Materia 3:	Congreso escuela (3)	Congreso escuela (3)	

La normativa de reconocimiento de créditos y transferencia de la UIMP está basada en el RD822/2021 del 28 de septiembre.

Es de aplicación lo expuesto en el art. 10.6. ya que se reconocen los ECTS correspondientes al título propio en extinción que será sustituido por este máster universitario.

Normativa de reconocimiento de créditos académicos y transferencia de la UIMP, se encuentra publicada en la página web, apartado información general, en el siguiente enlace:

<https://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-reconocimiento-y-transferencia-de-creditos.html>

Definiciones:

- Titulaciones de origen y de destino: Se denominará titulación de origen aquella que se ha cursado previamente y cuyos créditos se proponen para el reconocimiento o transferencia de créditos. Se denominará titulación de destino aquella para la que se solicita el reconocimiento o transferencia de los créditos obtenidos en la titulación de origen.
- Reconocimiento de créditos académicos hace referencia al procedimiento de aceptación por parte de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo a los créditos obtenidos en otros estudios oficiales, en la misma u otra universidad, para que formen parte del expediente del o de la estudiante a efecto de obtener un título universitario oficial diferente del que proceden. En este procedimiento no podrán ser reconocidos los créditos que corresponden a trabajos de fin de Grado o de Máster, a excepción de aquellos que se desarrollen específicamente en un programa de movilidad. Artículo 10.3 del RD822/2021. Se establece igualmente que podrá ser objeto de reconocimiento la experiencia laboral y profesional acreditada en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.
- Créditos reconocidos: Se entiende por créditos reconocidos los asignados a las asignaturas cursadas en la titulación de origen y que son computados como reconocidos en la titulación de destino a los efectos de la obtención del título. Las asignaturas reconocidas en la titulación de destino se considerarán superadas y, por ello, el estudiante no tendrá que cursarlas.
- Transferencia de créditos: Se entiende por transferencia de créditos la inclusión en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, de la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial (artículo 10.8 del RD822/2021).

Criterios generales de reconocimiento

El reconocimiento de créditos académicos en un Máster Universitario se realizará atendiendo a los siguientes criterios generales:

- No podrán ser objeto de reconocimiento los créditos académicos correspondientes al Trabajo de Fin de Máster, a excepción de aquellos que se desarrollen específicamente en un programa de movilidad.
- En ningún caso se podrá hacer un reconocimiento parcial de fracciones de asignaturas o de las prácticas externas.
- El número de créditos reconocidos en su conjunto por los conceptos correspondientes a enseñanzas universitarias no oficiales y experiencia profesional y laboral, no podrá superar el 15 por ciento del total de créditos del plan de estudios de destino. Como excepción a lo establecido en el párrafo precedente, podrá superarse este porcentaje hasta llegar incluso a reconocerse la totalidad de los créditos que provienen de estudios universitarios no oficiales, a condición de que el correspondiente título no oficial deje de impartirse y sea extinguido y reemplazado por el nuevo título universitario oficial en el cual se reconozcan los créditos académicos. En este caso, los sistemas internos de garantía velarán por la idoneidad académica de este procedimiento.



- El reconocimiento de créditos académicos se efectuará teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos asociados a las materias y/o asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios.
- Cuando se produzcan reconocimientos se deberá garantizar, en cualquier caso, que al finalizar sus estudios el estudiante tenga superados un número de créditos obligatorios y optativos al menos igual a los establecidos por el plan de estudios de la titulación de destino para cada tipo de materias.

Órganos competentes para el reconocimiento y transferencia de créditos

La Comisión Académica del Máster Universitario es la responsable de la valoración de las solicitudes de reconocimiento de créditos académicos solicitadas por los estudiantes y podrá recabar los informes y el asesoramiento técnico necesario de los profesores que impartan docencia en el Máster Universitario para el que se solicite el reconocimiento de créditos académicos, con el fin de poder informar al Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en los términos necesarios para que pueda proceder a la resolución de la solicitud.

El Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente es el responsable de resolver las solicitudes de reconocimiento de créditos académicos, informado por la Comisión Académica del Máster Universitario.

Si el estudiante no estuviera conforme con la resolución de reconocimiento recibida podrá interponer recurso de alzada ante el Rector de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, de acuerdo con lo establecido en los artículos 121 y 122 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

La Universidad Internacional Menéndez Pelayo podrá reconocer créditos en los estudios oficiales de Máster Universitario por los siguientes conceptos:

- Estudios oficiales de Máster Universitario y Cursos de Doctorado.
- Estudios universitarios oficiales extranjeros de Máster o Doctorado.
- Enseñanzas universitarias no oficiales.
- Experiencia laboral o profesional.

Excepcionalmente, se podrán reconocer créditos cursados en estudios oficiales de primer y segundo ciclo, con determinadas características especiales, siempre que el título oficial de Máster incluya contenidos y competencias ya cursados en la titulación de primer y segundo ciclo y tengan el nivel MECES 3 de acuerdo con el Real Decreto 96/2014.

Materias correspondientes a estudios oficiales de Máster Universitario

Los módulos, materias o asignaturas comunes entre distintos títulos de Máster Universitario serán objeto de reconocimiento automático.

Podrán reconocerse las materias correspondientes a estudios oficiales de Máster Universitario en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos en la titulación aportada con los correspondientes a los módulos, materias o asignaturas del Plan de Estudios de Máster Universitario con las que deberán ser explícitamente identificadas.

Materias correspondientes a estudios universitarios oficiales extranjeros de Máster o Doctorado

Para el reconocimiento de créditos obtenidos en titulaciones extranjeras será requisito indispensable que la titulación de origen tenga carácter oficial en el país de la institución que expide el título y que todas las certificaciones académicas sean expedidas por autoridades competentes para expedir títulos de acuerdo con las disposiciones legales, reglamentarias o administrativas del Estado del que procedan.

Si la titulación de origen está adaptada al esquema del Espacio Europeo de Educación Superior y utiliza el sistema de créditos, los créditos reconocidos, en su caso, corresponderán a los créditos de las asignaturas de origen.

Si la titulación de origen no hace uso del sistema de créditos, la Comisión Académica será la encargada de establecer el número de créditos reconocidos a partir de la formación recibida, garantizando que cada crédito reconocido se hace con cargo a unas horas docentes de al menos el 35% del valor del crédito.

Materias correspondientes a enseñanzas universitarias no oficiales

El artículo 10 del Real Decreto 822/2021 establece que se podrán reconocer los créditos cursados en enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de un título propio universitario. La Comisión Académica efectuará la valoración del reconocimiento de créditos respetando el criterio de que el número de créditos reconocidos en su conjunto por los conceptos correspondientes a enseñanzas universitarias no oficiales y experiencia profesional y laboral, no podrá superar el 15% del total de créditos del plan de estudios de destino, salvo en el caso de que el título oficial haya sido declarado como sustitutivo de un título propio en la Memoria de Verificación del programa.



Solo podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a títulos propios universitarios y siempre que el estudiante haya completado la totalidad del título.

El reconocimiento se hará siempre con cargo a asignaturas y siempre que la formación recibida en el título propio garantice que se cubran y alcancen los contenidos y las competencias de las asignaturas de la titulación de destino.

Reconocimiento de la experiencia laboral o profesional

El número máximo de créditos reconocibles por esta vía sumado al posible reconocimiento de créditos por enseñanzas universitarias no oficiales, no podrá superar el 15% de los créditos de la titulación de destino.

Se podrán reconocer créditos por la experiencia laboral y profesional acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título y tengan un nivel adecuado al mismo.

Si el plan de destino incluye prácticas externas curriculares (optativas u obligatorias), los créditos de estas prácticas podrán ser objeto de reconocimiento a partir de la experiencia laboral o profesional del estudiante en los términos establecidos en la Memoria de Verificación del programa.

También podrá ser utilizada la experiencia profesional para reconocer créditos de formación correspondientes a asignaturas obligatorias u optativas, siempre que el estudiante acredite que ha adquirido, como consecuencia de su actividad profesional, las competencias de los módulos, materias o asignaturas cuyo reconocimiento quiere obtener, acreditando además una experiencia profesional mínima equivalente a 1 año a jornada laboral completa.

La Comisión Académica podrá exigir la realización al estudiante de una prueba de verificación de su nivel de competencias o una entrevista personal. La Comisión Académica remitirá la propuesta de reconocimiento de créditos al Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo para su resolución, teniendo en cuenta el tipo y duración temporal de la experiencia laboral y el tipo de instituciones públicas o privadas o empresas en las que se ha desarrollado.

Transferencia de créditos

El artículo 10.8 del Real Decreto 822/2021 establece que la transferencia de créditos implica que, en el expediente académico y en el Suplemento Europeo al Título (SET) de cada estudiante, se incluirán la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas previamente, indistintamente de la universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título universitario oficial.

Inicio del procedimiento

El estudiante deberá remitir el impreso de solicitud de reconocimiento de créditos debidamente cumplimentado, a través de la Secretaría de Estudiantes de la Universidad, a la Comisión Académica del Máster, que informará al Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo para su resolución. Este tomará la decisión de reconocimiento, favorable o no, en función del informe que el Director Académico del Máster Universitario habrá realizado a petición de la Comisión Académica.

La solicitud de reconocimiento de créditos, debidamente firmada y justificada, el informe del Director Académico sobre la misma y la resolución (favorable o no) del Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente deberá ser enviado a Secretaría de Estudiantes para que forme parte del expediente del estudiante.

Documentación requerida para todos los solicitantes:

- Impreso de solicitud de reconocimiento de créditos.
- Informe sobre la solicitud de reconocimiento elaborado por el Director Académico del programa.

Para solicitar el reconocimiento o transferencia de créditos de estudios universitarios oficiales o propios cursados en centros universitarios sujetos a la normativa española:

- Fotocopia compulsada del certificado académico personal de los estudios realizados.
- Fotocopia compulsada de la guía docente o programa de cada asignatura de la que se solicita el reconocimiento de créditos con indicación de las competencias y los conocimientos adquiridos, los contenidos desarrollados, las actividades realizadas y su extensión en créditos u horas, sellado por el Centro correspondiente.
- Fotocopia del Plan de Estudios.
- No será necesario presentar esta documentación si los estudios origen del reconocimiento se han cursado en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo.

Para solicitar el reconocimiento o transferencia de créditos de estudios universitarios oficiales cursados en centros extranjeros:



- Fotocopia compulsada del certificado académico personal de los estudios realizados, en la que consten las asignaturas cursadas, las calificaciones obtenidas, la carga lectiva en horas o en créditos, los años académicos en los que se realizaron y el sistema de calificación en que se ha expedido la certificación académica, con indicación expresa de la nota mínima y máxima de dicho sistema.
- Fotocopia compulsada del programa de las asignaturas cursadas y superadas de las que solicita el reconocimiento de créditos, con indicación de las competencias y los conocimientos adquiridos, los contenidos desarrollados, las actividades realizadas y su extensión en créditos u horas, sellado por el Centro correspondiente.
- Fotocopia compulsada del Plan de Estudios sellado por el Centro correspondiente.
- En caso de que la documentación sea expedida en un país extranjero deberá presentarse debidamente legalizada y traducida al español por traductor jurado, de acuerdo con la legislación del Ministerio.

Para solicitar el reconocimiento de créditos académicos por experiencia laboral o profesional:

- Currículum vitae.
- Vida laboral de la Seguridad Social.
- Informe o certificación de la empresa o institución pública o privada en las que ha prestado servicios, indicando las funciones y tareas desarrolladas y el tiempo de desempeño.
- Memoria del solicitante indicando las competencias que a su juicio han sido logradas a través de la labor profesional desarrollada.

Resolución de la solicitudes

Las solicitudes se resolverán en los plazos establecidos en el calendario aprobado por el Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo.

El estudiante deberá remitir el impreso de solicitud de reconocimiento de créditos debidamente cumplimentado a la Comisión Académica del Máster.

La Comisión analizará la solicitud y remitirá la propuesta al Vicerrectorado de Posgrado, Investigación y Formación Permanente para su resolución.

La resolución de reconocimiento de créditos por estudios oficiales contendrá:

- Relación de asignaturas reconocidas en el título de destino, con indicación de la calificación y convocatoria en que se efectúa el reconocimiento.
- Relación de asignaturas superadas en el plan de estudios de origen reconocidas y transferidas al expediente del estudiante. Las asignaturas figurarán con la universidad donde fueron cursadas, la denominación, tipo, número de créditos, curso académico, convocatoria y calificación.

En el caso de reconocimiento de créditos por estudios oficiales finalizados, estudios no oficiales o titulaciones universitarias oficiales extranjeras, la resolución de reconocimiento de créditos contendrá:

- Denominación de la titulación de origen aportada por el alumno y la relación de asignaturas que le son reconocidas en el título de destino.

Para el reconocimiento de créditos por experiencia laboral o profesional la resolución de reconocimiento de créditos contendrá:

- Descripción de la experiencia laboral o profesional acreditada y la relación de asignaturas que le son reconocidas en el título de destino.

Las resoluciones de reconocimiento de créditos serán comunicadas por Secretaría de Estudiantes a los interesados. Contra las mismas, que no ponen fin a la vida administrativa, se podrá interponer recurso de alzada ante el Rector, de acuerdo con lo establecido en los artículos 121 y 122 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas.

Los estudiantes que obtengan el reconocimiento de créditos tendrán derecho a la devolución del 75% de precio del crédito establecido, para el año en el que se realice el reconocimiento, en la Resolución del Boletín Oficial del Estado por la que se publican los precios públicos aplicables.

El artículo 10 del Real Decreto 822/2021 indica que todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales cursados en cualquier universidad, los transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

En el expediente académico se establecerá una separación tipográfica clara entre los créditos que puedan ser usados para la obtención del título de Máster Universitario correspondiente y aquellas otras asignaturas transferidas que no conduzcan a un título.

La incorporación al expediente académico se realizará de la siguiente forma:



Reconocimiento de créditos académicos

a) Formación obligatoria y optativa obtenida en estudios de Máster Universitario, Doctorado o primer y segundo ciclo en estudios oficiales españoles no finalizados:

- Relación de asignaturas reconocidas en el plan de estudios de destino, con indicación de la calificación y convocatoria en que se efectúa el reconocimiento.
- Las asignaturas de formación básica, obligatoria u optativa cursadas en otra titulación o universidad cuyos créditos sean reconocidos o transferidos, pasarán a consignarse en el expediente del estudiante con la denominación, la universidad, el número de créditos, la calificación, el curso académico y la convocatoria en que fueron superadas.

b) Formación en estudios oficiales extranjeros.

c) Reconocimiento de créditos por estudios propios.

d) Reconocimiento por la actividad laboral o profesional.

Transferencia de créditos

En los procesos de transferencia de créditos, estos se anotarán en el expediente académico del estudiante con la denominación, la tipología, el número de créditos y convocatorias y la calificación obtenida en el expediente de origen, y, en su caso, indicando la Universidad y los estudios en los que se cursó.

Calificación media final del expediente

En el expediente del estudiante figurarán:

- Las asignaturas reconocidas en el plan de estudios de destino, indicando la titulación oficial y la Universidad de la titulación de origen. Las asignaturas reconocidas conservarán la calificación obtenida en las asignaturas origen del reconocimiento. En caso necesario, se realizará la media ponderada cuando varias asignaturas conlleven el reconocimiento de una o varias asignaturas en la titulación de destino, asignándose la calificación resultante. Si el certificado que aporta el estudiante únicamente contempla la calificación cualitativa en alguna asignatura, se asignará a ésta la calificación numérica que corresponda, de acuerdo con el siguiente baremo: aprobado (5.5), notable (7.5), sobresaliente (9) y Matrícula de Honor (10).
- La denominación del título propio, así como las asignaturas que le son reconocidas en la titulación de destino.
- La actividad laboral o profesional realizada, así como las asignaturas que le son reconocidas en la titulación de destino.

Los créditos reconocidos por experiencia laboral o profesional acreditada y por títulos propios se reconocerán con la consideración de Apto, sin calificación, y no serán tenidos en cuenta a efectos de ponderación del expediente.

El cálculo de la nota media final del expediente se realizará de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.3 del Real Decreto 1125/2003 por el que se establece el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias oficiales.

Para el cálculo de la media se computarán las asignaturas reconocidas del plan de estudios de destino con la calificación obtenida y no se computarán los créditos reconocidos por estudios propios, experiencia laboral o profesional, actividades universitarias, los créditos transferidos ni los reconocimientos que no tengan calificación en el expediente.

Precios por servicios académicos

Los créditos reconocidos se incorporarán al expediente del estudiante una vez que se hayan abonado los precios públicos establecidos para el reconocimiento de créditos.

4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS



5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS		
Ver Apartado 5: Anexo 1.		
5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Lección magistral		
Clase práctica		
Tutorías individuales y/o colectivas		
Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante		
Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo		
Pruebas de evaluación		
Organización de congresos		
Presentación y defensa de trabajo de fin de máster		
5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales		
Resolución de casos prácticos		
Prácticas de programación o de laboratorio		
Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas		
Seminarios y conferencias		
Tutorías individuales y/o colectivas		
5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Valoración de la participación en tutorías		
Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo		
Valoración de exposiciones orales de trabajos		
Valoración del examen final oral o escrito		
Valoración de la memoria, presentación y defensa pública del TFM		
Valoración de la asistencia y participación en la organización del congreso-escuela		
5.5 SIN NIVEL 1		
NIVEL 2: Materia 1. Fundamentos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
15		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS



No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Fundamentos de ciencia y tecnología		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Teoría cuántica de la información		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Teoría cuántica avanzada		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		



CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>RFA1, RFA2, RFA6, RFA7, RFA15RFA3, RFA4, RFA9 @font-face {font-family:"Cambria Math"; panose-1:2 4 5 3 5 4 6 3 2 4; mso-font-charset:0; mso-generic-font-family:roman; mso-font-pitch:variable; mso-font-signature:-536870145 1107305727 0 0 415 0;}@font-face {font-family:Calibri; panose-1:2 15 5 2 2 4 3 2 4; mso-font-charset:0; mso-generic-font-family:swiss; mso-font-pitch:variable; mso-font-signature:-469750017 -1073732485 9 0 511 0;}p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal {mso-style-unhide:no; mso-style-qformat:yes; mso-style-parent:""; margin:0cm; mso-pagination:widow-orphan; font-size:12.0pt; font-family:"Times New Roman",serif; mso-fareast-font-family:"Times New Roman";.MsoChpDefault {mso-style-type:export-only; mso-default-props:yes; mso-font-kerning:0pt; mso-ligatures:none;}div.WordSection1 {page:WordSection1;}</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3 créditos)</p> <p>Esta asignatura establece los fundamentos matemáticos y la motivación física que sustentan el desarrollo de la teoría cuántica y sus aplicaciones tecnológicas. Se parte de la distinción entre teoría cuántica (la teoría abstracta de probabilidades que da lugar a la teoría cuántica de la información usando los espacios de Hilbert como herramienta matemática) y la mecánica cuántica (la teoría física que surge al aplicar la teoría cuántica a sistemas físicos como átomos y fotones).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción histórica y conceptual. 1ra y 2da revolución cuántica. • Postulados de la teoría cuántica y herramientas matemáticas. • Operador densidad. Estados puros y mezcla. • Entropía de von Neumann. • Transformaciones reversibles. • Descripción de sistemas compuestos. • Estados entrelazados. • Descomposición de Schmidt. • Purificación. <p>Referencias:</p>		



L. E. Ballentine, *Quantum Mechanics: A Modern Development* (World Scientific, 2014).
M. Fayngold y V. Fayngold, *Quantum Mechanics and Quantum Information* (Wiley-VCH, 2013).

C. J. Isham, *Lectures on Quantum Theory: Mathematical and Structural Foundations* (Imperial College Press, 1995).
M. A. Nielsen e I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information* (Cambridge University Press, 2000), Cap. 2.
J. Preskill, *Lectures Notes on Quantum Computation* (<http://theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/>), Caps. 2-4.
V. Scarani, C. Lynn y L. S. Yang, *Six Quantum Pieces: A First Course in Quantum Physics* (World Scientific, 2010).
A. Peres, *Quantum Theory: Concepts and Methods* (Kluwer, 1993).
C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloe#, *Quantum Mechanics. Volume 1: Basic Concepts, Tools, and Applications* (Wiley, 2020).

Teoría cuántica de la información (6 créditos)

Esta asignatura facilitará la adquisición de todos los conceptos fundamentales para entender el procesamiento de la información usando sistemas cuánticos. La asignatura aborda aspectos fundamentales de teoría de la información y su aplicación a sistemas cuánticos. Detalla los elementos fundamentales de todos los algoritmos y operaciones cuánticas, como medidas, puertas, limitaciones fundamentales. Ofrece una visión global de la complejidad de las tareas computacionales y cómo éstas cambian en un contexto cuántico. Aborda los fundamentos de la mecánica cuántica y conceptos como entrelazamiento y correlación.

- Nociones de teoría de la probabilidad
- Nociones de teoría clásica de la información.
- Qubits, medidas generalizadas y puertas cuánticas. Universalidad. Teletransporte y teoremas no-go.
- Introducción elemental a la criptografía cuántica.
- Entropías cuánticas y sus interpretaciones.
- Canales cuánticos.
- Entrelazamientos, desigualdades de Bell y no-localidad.
- Teoría cuántica de la detección.
- Protocolos de procesamiento de información cuántica.

Referencias:

M. A. Nielsen e I. L. Chuang, [Quantum Computation and Quantum Information](#), Cambridge Univ. Press (2000).
J. Preskill, [Lectures Notes on Quantum Computation](#), Cap 10.
J. M. Renner, R. Renner y M. Christandl, [Lecture Notes on Quantum Information Theory](#)

Teoría cuántica avanzada (6 créditos)

Esta asignatura ofrece un paquete de temas de carácter transversal de utilidad en el resto del máster.

- Principios básicos de sistemas de muchos cuerpos y materia cuántica avanzada. Segunda cuantización, teoría de perturbaciones, transiciones de fase, superconductividad y magnetismo.
- Principios básicos de óptica cuántica: cuantización del campo electromagnético, modelos de interacción luz-materia, transformaciones ópticas lineales, fotoemisión y fotodetección.
- Introducción a los sistemas cuánticos abiertos: evolución markoviana; ecuaciones de Lindblad; decoherencia, desfasaje y disipación; modelos microscópicos.
- Conceptos de topología: fases geométricas; fases topológicas y número de Chern; correspondencia ζ bulk-boundary ζ ; modelos elementales; aniones.

Referencias

A. Altland And B. Simons, [Condensed Matter Field Theory](#), Cambridge Univ. Press (2010).
P. Coleman, [Introduction to Many Body Physics](#), Cambridge Univ. Press (2015).
A. Auerbach, [Interacting Electrons and Quantum Magnetism](#), Springer (2012).
G. Giuliani and G. Vignale, [Quantum Theory of the Electron Liquid](#), Cambridge Univ. Press (2012).
H.P. Breuer and F. Petruccione, [The Theory of Open Quantum Systems](#), Oxford Univ. Press (2010).



- U. Weiss, [Quantum Dissipative Systems](#), World Scientific (2012).
- C.W. Gardiner and P. Zoller, [Quantum Noise](#), Springer (2004).
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, [Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics](#), Wiley-VCH Verlag (2004).
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, [Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications](#), Wiley-VCH Verlag (2004).
- C. Gerry and P. Knight, [Introductory Quantum Optics](#), Cambridge Univ. Press (2005).
- A. Rivas and S. F. Huelga, [Open Quantum Systems: An Introduction](#), Springer (2012).
- Arno Bohm et al., [The Geometric Phase in Quantum Systems](#), Springer (2003).
- D. Chruscinski and A. Jamiolkowski, [Geometric Phases in Classical and Quantum Mechanics](#), Birkhäuser (2004).
- B. A. Bernevig and T. L. Hughes, [Topological Insulators and Superconductors](#), Princeton University Press (2013).
- K. K. Asboth, L. Oroszlany and A. Palyi, [A short course on Topological Insulators](#), Springer (2016).
- J. K. Pachos, [Introduction to Topological Quantum Computation](#), Cambridge Univ. Press (2012).

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Teoría cuántica avanzada

Para cursar la asignatura cuántica avanzada es necesario que el estudiante cuente con conocimientos de física clásica (electromagnetismo, física estadística, etc.) y elementos de física cuántica.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

No existen datos

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

No existen datos

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

No existen datos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Lección magistral	125	0
Tutorías individuales y/o colectivas	20	0
Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante	200	0
Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	20	0
Pruebas de evaluación	10	0

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales

Resolución de casos prácticos

Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

Tutorías individuales y/o colectivas

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Valoración de la participación en tutorías	0.0	20.0
Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo	0.0	40.0
Valoración del examen final oral o escrito	40.0	100.0

NIVEL 2: Materia 2. Tecnologías cuánticas



5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	24	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
12	12	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Criptografía y comunicación cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		



CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Sistemas abiertos y termodinámica cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Machine learning y ordenadores cuánticos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL



Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Control cuántico		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Implementación de tecnologías cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral



DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Circuitos cuánticos superconductores		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Nanofotónica cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		



ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Tecnologías cuánticas con fotones y átomos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Qubits en semiconductores y sistemas híbridos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3



	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Sensores cuántivos (Quantum metrology and sensing)		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	6	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Micro/nano fabricación para tecnologías cuántivas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	



ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
Lenguas en las que se imparte		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Laboratorio de tecnologías cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	6	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
Lenguas en las que se imparte		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
RFA2, RFA4, RFA6, RFA8, RFA9, RFA10, RFA11, RFA12, RFA13, RFA15, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22, RFA23, RFA24, RFA26, RFA27, RFA28, RFA29, RFA30RFA3, RFA5, RFA6, RAF7, RFA9, RFA10, RFA11, RFA12, RFA13, RFA14, RFA15, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Criptografía y comunicación cuántica (6 créditos)</p> <p>Esta asignatura ofrece un programa completo sobre la capacidad de los sistemas cuánticos para transmitir información y distribuir claves para la comunicación segura de datos por medios clásicos. La asignatura cubre los aspectos teóricos más importantes, protocolos fundamentales, aplicaciones en sistemas físicos concretos y la integración de esta tecnología en las redes digitales ya existentes.</p>		



- Introducción a la criptografía clásica y cuántica.
- Protocolos de distribución cuántica de clave.
- Seguridad de la distribución cuántica de clave.
- Implementaciones tecnológicas.
- Limitaciones físicas y fundamentales.
- Redes de distribución cuántica de clave.
- Seguridad de las implementaciones y hackeo cuántico.
- Repetidores cuánticos.
- Otras aplicaciones de la criptografía cuántica.

Referencias

V. Scarani et al, Rev. Mod. Phys. 81, 1301 (2009).

H.-K. Lo, M. Curty, and K. Tamaki, Nat. Photonics 8, 595 (2014).

F. Xu, X. Ma, Q. Zhang, H.-K. Lo, and J.-W. Pan, Rev. Mod. Phys. 92, 025002 (2020).

M. Razavi, An Introduction to Quantum Communication Networks, IOP Concise Physics (2018).

M. Tomamichel, Quantum Information Processing with Finite Resources, Springer (2016).

Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas (6 créditos)

Introducción a la computación cuántica desde los fundamentos y algoritmos principales, formas de computación cuántica alternativas al modelo de circuito (paseos cuánticos, *measurement-based quantum computation*) y desarrollos más recientes para la solución de problemas de optimización. La asignatura pretende dar una visión muy completa que engloba fundamentos teóricos, hasta métodos prácticos que se encuentran ahora mismo en experimentación. La asignatura sería útil al alumnado con un perfil académico, pero también sería una formación útil para incorporarse al sector emergente de startups o empresas en el sector de la computación cuántica.

- Introducción a la computación cuántica
- Conceptos básicos: qubit, puertas cuánticas, universalidad
- Algoritmos fundamentales: Deutsch-Josza, Simon, Grover, QFT, quantum estimation, Shor, quantum counting.
- Introducción a Qiskit y programación de algoritmos
- Ruido y corrección de errores
- Otros modelos de computación cuántica
- Teoría de la complejidad computacional cuántica
- Computación cuántica práctica y aplicaciones de programación

Referencias

M. Nielsen and I. Chuang, [*Quantum Computation and Quantum Information*](#), Cambridge Univ. Press (2000).

A. M. Childs, *Lecture Notes on Quantum Algorithms*, University of Maryland, 30 May 2017, <https://www.cs.umd.edu/~amchilds/qa/qa.pdf>

R. de Wolf, *Quantum Computing: Lecture Notes*, University of Amsterdam

S. Gharibian, *Lecture Notes on Quantum Complexity Theory*, 2019, http://groups.uni-paderborn.de/fg-qi/courses/UPB_QCOMPLEXITY/2019/UPB_QCOMPLEXITY_syllabus.html

J. Watrous, *Quantum Computational Complexity*, 2008 <https://arxiv.org/abs/0804.3401>

¿Quantum Computing for Highschool Students?, <https://p.migdal.pl/2016/08/15/quantum-mechanics-for-high-school-students.html>

A. Montanaro, *Quantum algorithms: an overview*, npj Quantum Inf. 2, 15023 (2016), <https://doi.org/10.1038/npjqi.2015.23>.

S. Aaronson, *Read the fine print*, Nature Physics 11:291-293, 2015, <http://www.scottaaronson.com/papers/qml.pdf>

Sistemas abiertos y termodinámica cuántica (3 créditos)



La termodinámica cuántica, junto a los sistemas cuánticos abiertos, es uno de los campos de investigación más activos en la actualidad. El desarrollo de la nanotecnología y la capacidad para controlar sistemas en el régimen cuántico han hecho necesario el estudio de las propiedades termodinámicas de los sistemas microscópicos. Este estudio será muy relevante desde el punto de vista tecnológico, pero también desde el fundamental al replantear cuestiones como la definición de las propiedades macroscópicas en sistemas microscópicos.

- Teoría y modelos de disipación markoviana
- Disipación en sistemas extendidos
- Sistemas con acoplamiento fuerte al baño
- Modelos no markovianos
- Principios de la termodinámica cuántica
- Máquinas térmicas cuánticas
- Transporte y control cuántico
- Teoría de fluctuaciones
- Transiciones de fase térmicas vs. Cuánticas

Referencias

H.P. Breuer and F. Petruccione, [The Theory of Open Quantum Systems](#), Oxford Univ. Press (2002).

J. Gemmer, M. Michel and G. Mahler, [Quantum Thermodynamics: Emergence of Thermodynamic Behavior Within Composite Quantum Systems](#), Springer (2005).

F. Binder, L.A. Correa, C. Gogolin, J. Anders, and G. Adesso (Eds), [Thermodynamics in the Quantum Regime](#), Springer (2018).

Machine learning y ordenadores cuánticos (3 créditos)

Tanto la inteligencia artificial como la computación cuántica son dos de los temas de investigación más activos actualmente. Esto ha dado lugar al campo conocido como *Quantum Machine Learning*, en el que los ordenadores cuánticos son utilizados para el diseño de algoritmos con la capacidad de realizar una tarea mediante aprendizaje. Esta asignatura proporciona una visión unificada de las alternativas cuánticas y clásicas en el aprendizaje automático.

- Introducción al aprendizaje automático clásico: clasificación; aprendizaje supervisado / no supervisado; regresión; reducción de dimensionalidad y clustering.
- Introducción al aprendizaje automático cuántico: algoritmo HHL; sistemas de recomendación; reducción dimensional; clasificadores cuánticos supervisados y aprendizaje cuántico no-supervisado.
- Aprendizaje por refuerzo clásico y cuántico.
- Redes neuronales clásicas y sus alternativas cuánticas.
- Aplicaciones.

Referencias

S.J. Russell & P. Norvig, [Artificial Intelligence: A Modern Approach](#), Prentice Hall (2003).

S. Das Sarma, D.L. Deng & L.M. Duan, [Machine Learning meets Quantum Physics](#), Physics Today, 72, 48 (2019).

Control cuántico (3 créditos)

Esta asignatura introducirá los conceptos de la teoría de control de sistemas cuánticos. El control de sistemas es la herramienta que permite transformar el conocimiento básico en tecnología. El principal objetivo del control de sistemas es diseñar estrategias de manipulación que permitan dirigir a los sistemas desde una configuración inicial hasta una configuración final deseada en un proceso sujeto a restricciones tales como tiempo de ejecución o energía empleada. Hoy en día, el logro de poder manipular la naturaleza a escala cuántica tiene un potencial sobresaliente para el desarrollo de aplicaciones actuales y futuras. El objetivo general del control cuántico es manipular sistemas a escala microscópica, diseñando estrategias que exploten las propiedades cuánticas del sistema de la mejor manera posible. Es por esto que el control cuántico es parte del esfuerzo para desarrollar tecnologías cuánticas desde los fundamentos básicos hasta la aplicación final.

- Teoría de control.
- Control de sistemas cuánticos cerrados: adiabaticidad; control estado a estado; control óptimo realimentado; ligaduras experimentales; diseño de operaciones unitarias.
- Control de sistemas cuánticos abiertos: efectos de decoherencia; optimización de sistemas abiertos; ingeniería de baños.



Métodos avanzados: herramientas numéricas y aplicaciones.

Referencias

H.M. Wiseman and G.J. Milburn. Quantum Measurement and Control. Cambridge University Press, 2009.

M.A. Nielsen and I.L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2000.

C.W. Gardiner and P. Zoller Quantum Noise. Springer, 2010.

X. Mao, Stochastic Differential Equations and Applications, Elsevier, 2007.

Implementación de tecnologías cuánticas (3 créditos)

Esta asignatura ofrece una introducción a las diversas plataformas experimentales que se han desarrollado para aplicaciones en comunicación, sensado, simulación y computación cuánticos, que se complementará en la asignatura Laboratorio de Tecnologías Cuánticas y en las asignaturas específicas, de forma práctica y/o con teoría y fundamentos. La asignatura pretende dar una visión general de cómo se implementan dispositivos y/o técnicas que contribuyen a llevar a cabo cada una de estas tecnologías.

Implementaciones de comunicación cuántica y distribución de clave cuántica.

Plataformas para simulación y computación cuántica: qubits de espín; qubits superconductores; iones atrapados y átomos ultrafríos; sistemas híbridos.

Sensores cuánticos: sensores superconductores; sensores de centros de color; amplificadores paramétricos

Metrología cuántica: detectores de un solo fotón; relojes ópticos.

Referencias

N. Gisin et al, [Quantum cryptography](#), Reviews of Modern Physics, 74 (2002).

M. Sasaki, [Quantum networks: where should we be heading?](#), Quantum Sci. Technol. 2, 020501, (2017).

A. Sergienko, [Quantum communications and cryptography](#), Taylor & Francis Group (2006).

I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, [Many-body physics with ultracold gases](#), Review of Modern Physics 80, 885 (2008).

G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, [Introduction to Quantum Optics](#), Cambridge Univ. Press (2010).

F.G. Major, V.N. Gheorghie, G. Werth, [Charged Particle Traps](#), Springer (2009).

F.G. Major, V.N. Gheorghie, G. Werth, [Charged Particle Traps II](#), Springer (2009).

M. Brownnutt, M. Kumph, P. Rabl, and R. Blatt, [Ion-trap measurements of electric-field noise near surfaces](#), Review of Modern Physics 87, 1419 (2015).

A. Bautista-Salvador et al, [Multilayer ion trap technology for scalable quantum computing and quantum simulation](#), New Journal of Physics 21, 043011 (2019).

Circuitos cuánticos superconductores (3 créditos)

Esta asignatura introducirá al alumnado a los circuitos cuánticos construidos con superconductores tipo I y II, tal y como se emplean actualmente en diferentes ordenadores y simuladores cuánticos fabricados por IBM, Google, D-Wave y otras empresas y laboratorios.

Introducción a la superconductividad

Teoría cuántica de circuitos

Fotones y elementos lineales

Qubits superconductores

Interacción qubit-fotón y qubit-qubit, y medidas

Aplicación a ordenadores cuánticos y optimizadores cuánticos

Referencias

M. Tinkham, [Introduction to superconductivity](#), Courier Corporation (2004).

Lecture notes: [Quantum Information and Quantum Optics with Superconducting Circuits](#), Juan José García-Ripoll.



A. Blais, A. L. Grimsmo, S. M. Girvin, A. Wallraff, [Circuit Quantum Electrodynamics](#), Rev. Mod. Phys. 93, 025005 (2021)

Nanofotónica cuántica (3 créditos)

Esta asignatura proporcionará una introducción a la interacción entre emisores cuánticos y luz confinada en dimensiones menores que la longitud de onda, característicos de los sistemas nanofotónicos, e.g., cristales fotónicos, nanoguías de onda y nanopartículas dieléctricas y metálicas (sistemas plasmónicos). Se pondrá especial énfasis en las particularidades de la interacción luz-materia en sistemas con pérdidas con distinta dimensionalidad (0D, 1D y 2D), contrastándolo con los sistemas tradicionales de óptica cuántica en vacío y electrodinámica cuántica en macrocavidades. Se introducirán los sistemas experimentales de estado sólido más avanzados actuales y aplicaciones de tecnologías cuánticas actuales y futuras en el régimen óptico (emisores de un sólo fotón, óptica cuántica integrada en nanoguías y microscopía cuántica).

- Electrodinámica cuántica macroscópica
- Métodos teóricos: tensores de Green, ecuaciones maestras y modelos colectivos
- Interacción luz-materia en sistemas cero-dimensionales, 1D y 2D
- Interacción entre emisores y cavidades, guías de onda y materiales 2D
- Óptica cuántica en dieléctricos no-lineales
- Medida y espectroscopía cuántica y clásica
- Aplicaciones de la nanofotónica

Temas avanzados en microscopía cuántica, metamateriales, topología fotónica y optomecánica.

Referencias

- L. Novotny, [Principles of Nano-Optics](#), Cambridge Univ. Press (2006).
- S. Y. Buhmann, [Dispersion Forces II: Many-Body Effects, Excited Atoms, Finite Temperature and Quantum Friction](#), Springer (2012).
- S. Y. Buhmann and D.-G. Welsch, [Dispersion forces in macroscopic quantum electrodynamics](#), Prog. Quantum Electron. 31 (2), 51 (2007).

Tecnologías Cuánticas con Fotones y Átomos (3 créditos)

Esta asignatura proporcionará al alumnado una introducción a los principios básicos de interacción luz-materia, así como a los dos sistemas de física atómica más relevantes para tecnologías cuánticas: iones atrapados y átomos ultrafríos en redes ópticas. Además de introducir la física de estos sistemas atómicos se explicarán implementaciones concretas de puertas cuánticas y simulaciones cuánticas que están en la base de muchas tecnologías de computación cuántica. La asignatura contiene también lecciones sobre la implementación en el laboratorio de estas ideas y proporcionará una perspectiva privilegiada sobre los límites y oportunidades de este campo. La asignatura está orientada a estudiantes con un perfil teórico o experimental y es imprescindible para investigar en un área que comprendería más de la mitad del campo de tecnologías cuánticas, si atendemos al criterio, por ejemplo, del Quantum Flagship europeo.

- Interacción luz-átomo
- Atrapamiento de átomos con luz
- Átomos en cavidades y efectos colectivos
- Iones atrapados: enfriamiento y atrapamiento; implementación de ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos con iones.
- Átomos ultrafríos: enfriamiento y atrapamiento en redes ópticas; simulación cuántica con átomos ultrafríos; modelos de Bose-Hubbard, modelos de espín y campos gauge; átomos de Rydberg.

Referencias

- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, [Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics](#), Wiley-VCH (2004).
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, [Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications](#), Wiley-VCH (2004).
- J. Weiner, P.T. Ho, [Light-Matter Interaction: Fundamentals and applications \(Vol 1\)](#), Wiley-VCH (2003).
- D. F. Walls, G. J. Milburn, [Quantum Optics](#), Springer (2008).
- I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, [Many-body physics with ultracold gases](#), Review of Modern Physics 80, 885 (2008).
- H. Haefner, C.F. Roos, R. Blatt, [Quantum computing with trapped ions](#), Phys. Rep. 469, 155-203 (2008)

Qubits semiconductores y sistemas híbridos (3 créditos)



Esta asignatura ofrece una visión sobre bits cuánticos en distintas plataformas basadas en dispositivos semiconductores e híbridos. Se obtendrá una visión global sobre diferentes tipos de qubits en diversos materiales y dispositivos de estado sólido. Estos incluyen impurezas en silicio y diamante; espines de átomos y moléculas magnéticas y puntos cuánticos; así como propuestas y aplicaciones basadas en la combinación de estos sistemas con superconductores, incluyendo qubits topológicos basados en estados de Majorana e implementaciones híbridas en arquitecturas de tipo circuit QED. Aparte de discutir plataformas específicas, se ofrece una introducción sobre conceptos básicos de física de semiconductores; sobre nanoestructuras con aplicación en tecnologías cuánticas; y sobre conceptos fundamentales de la física de espines que ilustran de manera particularmente sencilla fenómenos como decoherencia, termalización y control coherente.

- Introducción a la física de semiconductores, impurezas y espines localizados
- Nanoestructuras: gas de electrones 2D, puntos e hilos cuánticos
- Interacción espín-órbita en semiconductores
- Átomos y moléculas artificiales en impurezas, puntos cuánticos y centros de color
- Bits cuánticos en circuitos electrónicos multicanal
- Estados de Majorana y qubits topológicos
- Sistemas híbridos basados en circuitos superconductores

Referencias

R. Winkler, *Spin-orbit Coupling Effects in Two-Dimensional Electron and Hole Systems* (Springer, 2003).

T. Ihn, *Semiconductor Nanostructures*, (Oxford University Press, 2010)

C.W.J. Beenakker, *Electron-hole entanglement in the Fermi sea*, Proc. Int. School Phys. E. Fermi, Vol. 162 (IOS Press, Amsterdam, 2006), <https://arxiv.org/abs/cond-mat/0508488>.

Yu. V. Nazarov & Ya. M. Blanter, *Quantum Transport* (Cambridge University Press, 2009).

G. Burkard et al., *Superconductor-semiconductor hybrid-circuit quantum electrodynamics*,

Nature Reviews Physics 2, 129 (2020).

R. Aguado, [A perspective on semiconductor-based superconducting qubits](#), Appl. Phys. Lett. 117, 240501 (2020).

Sensores cuánticos y metrología (3 créditos)

Esta asignatura introduce los principales conceptos de la metrología cuántica y del sensado cuántico, obteniendo una visión global de los fundamentos teóricos, implementaciones experimentales y aplicaciones tecnológicas de esos sensores.

- Introducción y fundamentos teóricos del sensado y la metrología cuántica
- Sensores basados en centros de color en diamantes: propiedades, dinámica y control cuántico, aplicaciones experimentales en NMR y magnetometría.
- Sensores basados en superconductores: SQUIDS, funcionamiento y aplicaciones a resonancia de espín; detectores superconductores de radiación.
- Metrología cuántica. Estándares cuánticos eléctricos. Relojes atómicos. Espectroscopía de precisión y espectroscopía de masas.
- Microscopios de fuerza AFM.

Referencias

C.L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, [Quantum Sensing](#), Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).

Waldemar Nawrocki, [Introduction to quantum metrology](#), Springer (2015).

J.M. Taylor et al., [High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution](#), Nat. Phys. 4 (10), 810 (2008).

L. Pezde, A. Smerzi, M. Oberthaler, R. Schmied and P. Treutlein, [Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles](#), Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).

Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3 créditos)

El objetivo de esta asignatura es presentar los fundamentos de los procesos de micro y nano fabricación de estructuras y dispositivos, y su aplicación en tecnologías cuántica. El alumnado obtendrá una visión global de los métodos de nanofabricación, lo que le permitirá evaluar las posibilidades y limitaciones actuales para la realización práctica de sistemas cuánticos para aplicaciones en computación, comunicación y sensado.



El temario teórico de la asignatura se complementa con prácticas en las cuales se diseñarán y simularán procesos de fabricación, y se asistirá a sesiones de demostración (que podrán ser presenciales o virtuales dependiendo de los recursos disponibles).

- Introducción a la micro/nano fabricación
- Procesos de litografía
- Integración de procesos para tecnologías cuánticas
- Técnicas esenciales de caracterización
- Sesiones prácticas: simulación, diseño y demostración del proceso

Referencias

Marc J. Madou *Fundamentals of Microfabrication. The Science of Miniaturization. Second Edition*. Taylor & Francis Group (2002).

J. M. De Teresa (editor) *Nanofabrication: Nanolithography techniques and their applications*. Institute of Physics (U.K.) (2020).

Laboratorio de tecnologías cuánticas (6 créditos)

Esta asignatura proporciona una formación básica en algunas de las técnicas experimentales que se aplican en los laboratorios en los que se llevan a cabo experimentos relacionados con comunicación, simulación, computación y sensores cuánticos. Asimismo, ofrece un contacto directo con la realización y análisis de estos experimentos, así como con sus entornos instrumentales.

La asignatura consta de dos partes. La parte primera (2 ECTS) proporciona una visión teórica de las técnicas experimentales, principalmente alrededor de los temas de

- Física de bajas temperatura
- Tecnología de microondas
- Fundamentos de láseres y detectores

En la segunda parte el alumnado debe realizar 4 de las siguientes prácticas

- Análisis de señales de fotones individuales mediante técnicas de correlado de tiempo para sistemas de comunicación cuántica (ITEFI-CSIC)
- Fuentes de un solo fotón semiconductoras (INM-CNM)
- Generación de un bit cuántico con un ion atrapado (Univ. Granada)
- Localización y caracterización de un centro NV-en diamante (Univ. Murcia)
- Control coherente de qubits de espín (INMA / Univ. Zaragoza)
- Uniones Josephson y SQUIDS (INMA / Univ. Zaragoza)
- Resonadores superconductores y sistemas híbridos (INMA / Univ. Zaragoza)
- Espectroscopía por efecto túnel en nanohilos híbridos (UAM)
- Bloqueo de Coulomb en nanohilos con superconductividad inducida (UAM)
- Uniones Josephson híbridas superconductoras-semiconductoras (UAM)
- Detección de un solo fotón con un detector cuántico superconductor (INMA)

Referencias

C.L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, *Quantum Sensing*. Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).

Waldemar Nawrocki, *Introduction to quantum metrology*. Springer (2015).

J.M. Taylor et al., *High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution*. Nat. Phys. 4 (10), 810 (2008).

L. Pezde, A. Smerzi, M. Oberthaler, R. Schmied and P. Treutlein, *Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles*, Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Nanofotónica cuántica: el estudiante que desee cursar esta asignatura deberá haber cursado asignaturas de electromagnetismo del grado.



Qubits semiconductores y sistemas híbridos: El estudiante que desee cursar esta asignatura alumnado deberá poseer conocimientos básicos de física del estado sólido.

Laboratorio de tecnologías cuánticas: las prácticas de laboratorio tienen un carácter presencial, en grupos reducidos, pero en algunas de ellas se habilitarán también medios telemáticos para facilitar el acceso remoto de estudiantes. También se coordinarán varias prácticas para que puedan llevarse a cabo en un mínimo de tiempo (por ejemplo, las prácticas 2 y 3 se pueden combinar en dos días consecutivos). Para superar la asignatura, cada alumno/a deberá participar en al menos cuatro de las prácticas, cada una de las cuales representa un crédito, llevar a cabo el análisis de resultados y completar un informe experimental que incluya respuestas a un cuestionario.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

No existen datos

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

No existen datos

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

No existen datos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Lección magistral	130	0
Clase práctica	90	10
Tutorías individuales y/o colectivas	40	5
Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante	290	0
Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	50	10

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales

Resolución de casos prácticos

Prácticas de programación o de laboratorio

Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

Seminarios y conferencias

Tutorías individuales y/o colectivas

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Valoración de la participación en tutorías	10.0	30.0
Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo	20.0	50.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	20.0	50.0
Valoración del examen final oral o escrito	40.0	80.0

NIVEL 2: Materia 3. Temas Avanzados en Tecnologías Cuánticas

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	Obligatoria
ECTS NIVEL 2	3

DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral

ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9



ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Congreso-escuela de tecnologías cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
RFA12, RFA13, RFA15, RFA16, RFA19, RFA21RFA6, RFA7, RFA9, RFA10, RFA13, RFA14		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> Seminarios de temática avanzada de tecnologías cuánticas impartidos por profesorado invitado. Presentación de seminarios o pósteres de estudiantes sobre su investigación. 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
<p>Las actividades formativas consisten, previamente a la realización del evento, en la elaboración de un programa científico adecuado (temática, duración, organización en sesiones de mañana y tarde), elección de oradores invitados, publicidad del evento, organización de un comité científico para la selección de solicitudes, etc. Durante la realización del evento, el alumnado participará en las actividades logísticas: organización de sesiones de posters, participación como chairperson en sesiones orales, asistencia al momento de recepción e inscripción de los asistentes, mantenimiento de la página web, comunicación con los inscritos, difusión en redes sociales, etc.</p> <p>En cuanto a la evaluación, se tendrá en cuenta la participación en cada una de las actividades necesarias para la organización del evento. Además, presentarán un póster y/o harán una breve exposición oral, ambos evaluados según la calidad de las exposiciones.</p> <p>De manera justificada (por ejemplo, alumnado con residencia fuera de España) se podrá asistir online. En este caso, existirá sincronía del estudiante durante las sesiones pero debido a que con el RD822/2021 la sincronía no se considera presencialidad la actividad formativa en cuanto a presencialidad será 0, es decir, AF1 Lecciones magistrales 150 horas # 0% de presencialidad. Esta situación no compromete las actividades previas de organización del evento y su evaluación. En cuanto a las exposiciones de trabajos, podrá realizarse por streaming. Por otra parte, a este alumnado se le asignarán tareas logísticas que puedan realizarse de manera remota (mantenimiento de la página web, comunicación con los inscritos, difusión en redes sociales, etc.).</p>		



5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
No existen datos		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
No existen datos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Organización de congresos	75	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales		
Seminarios y conferencias		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Valoración de la asistencia y participación en la organización del congreso-escuela	100.0	100.0
NIVEL 2: Materia 4. Trabajo de Fin de Máster		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Trabajo Fin de Grado / Máster	
ECTS NIVEL 2	18	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	18	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Trabajo de fin de máster		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Trabajo Fin de Grado / Máster	18	Semestral



DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	18	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>RFA14, RFA15, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22RFA8, RFA9, RFA11, RFA12, RFA13, RFA14, RFA15 @font-face {font-family:"Cambria Math"; panose-1:2 4 5 3 5 4 6 3 2 4; mso-font-charset:0; mso-generic-font-family:roman; mso-font-pitch:variable; mso-font-signature:-536870145 1107305727 0 0 415 0;}@font-face {font-family:Calibri; panose-1:2 15 5 2 2 4 3 2 4; mso-font-charset:0; mso-generic-font-family:swiss; mso-font-pitch:variable; mso-font-signature:-469750017 -1073732485 9 0 511 0;}p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal {mso-style-unhide:no; mso-style-qformat:yes; mso-style-parent:""; margin:0cm; mso-pagination:widow-orphan; font-size:12.0pt; font-family:"Times New Roman",serif; mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}.MsoChpDefault {mso-style-type:export-only; mso-default-props:yes; mso-font-kerning:0pt; mso-ligatures:none;}div.WordSection1 {page:WordSection1;}</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
Trabajo de investigación original elaborado bajo la dirección o co-dirección de profesorado del máster y defendido ante un tribunal.		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
No existen datos		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
No existen datos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Tutorías individuales y/o colectivas	60	5
Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	438	0
Presentación y defensa de trabajo de fin de máster	2	5
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Tutorías individuales y/o colectivas		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Valoración de la memoria, presentación y defensa pública del TFM	100.0	100.0



6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad Internacional Menéndez Pelayo	Profesor Visitante	100	95	100
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver Apartado 6: Anexo 1.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver Apartado 6: Anexo 2.				

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver Apartado 7: Anexo 1.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %	TASA DE EFICIENCIA %
0	0	0
CODIGO	TASA	VALOR %
No existen datos		
Justificación de los Indicadores Propuestos:		
Ver Apartado 8: Anexo 1.		
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS		
No procede según el RD822/2021		

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	http://www.uimp.es/images/postgrado/SGIC_UIMP_CSIC_yweb_2018_07_11.pdf
--------	---

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN	
CURSO DE INICIO	2024
Ver Apartado 10: Anexo 1.	
10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN	
no procede	
10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN	
CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO

11. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

11.1 RESPONSABLE DEL TÍTULO			
CARGO	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
Vicerrector de Posgrado, Investigación y Formación Permanente	JOSE CARLOS	GARCIA	CABRERO
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
C/ Isaac Peral, 23	28040	Madrid	Madrid
EMAIL	FAX		
vpi@uimp.es	915920608		
11.2 REPRESENTANTE LEGAL			
CARGO	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
Rector	CARLOS	ANDRADAS	HERRANZ
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO



C/ Isaac Peral, 23	28040	Madrid	Madrid
EMAIL	FAX		
candradas@uimp.es	915920601		
11.3 SOLICITANTE			
El responsable del título es también el solicitante			
CARGO	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
Vicerrector de Posgrado, Investigación y Formación Permanente	JOSE CARLOS	GARCIA	CABRERO
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
C/ Isaac Peral, 23	28040	Madrid	Madrid
EMAIL	FAX		
vpi@uimp.es	915920608		

RESOLUCIÓN AGENCIA DE CALIDAD / INFORME DEL SIGC

Resolución Agencia de calidad / Informe del SIGC: Ver Apartado Resolución Agencia de calidad/Informe del SIGC: Anexo 1.



Apartado 1: Anexo 1

Nombre : Certificado_CONVENIO_Adenda_M.U_TecnologiasCuanticas.pdf

HASH SHA1 : 7EDF13A18ECE49F845CEA6EA54C8B7B763E8EA29

Código CSV : 631730386274217953491977

Ver Fichero: Certificado_CONVENIO_Adenda_M.U_TecnologiasCuanticas.pdf



Apartado 2: Anexo 1

Nombre : 2_Justificacion_2_11072023.pdf

HASH SHA1 : 98D87CD7E66DE54034D8D670E1715FEA0A231EE2

Código CSV : 631733393617753663329286

Ver Fichero: 2_Justificacion_2_11072023.pdf



Apartado 4: Anexo 1

Nombre : 4.1_InformacionPrevia_1_02032023.pdf

HASH SHA1 : 05489AD9C405C89A9226B4FC15DA06A25FEACDC9

Código CSV : 596832614996129670771266

Ver Fichero: 4.1_InformacionPrevia_1_02032023.pdf



Apartado 4: Anexo 2

Nombre : UIMP_Memoria_Titulo Propio_SEDE_18112022.pdf

HASH SHA1 : A9D6DAA7CC9230D77FDE61F41FDD30D423BCCFAD

Código CSV : 595190439767955039784139

Ver Fichero: UIMP_Memoria_Titulo Propio_SEDE_18112022.pdf



Apartado 5: Anexo 1

Nombre : 5.1_PlanificacionEnse_2_11072023.pdf

HASH SHA1 : D55678591A421DB5541FF34A41F9EE20C8098FDE

Código CSV : 631731648973913739745051

Ver Fichero: 5.1_PlanificacionEnse_2_11072023.pdf



Apartado 6: Anexo 1

Nombre : 6.1_PersonalAcademico_2_11072023.pdf

HASH SHA1 : 6BB19CC7B1E924F63128DD43B458267802596BE1

Código CSV : 631732135815555502710678

Ver Fichero: 6.1_PersonalAcademico_2_11072023.pdf



Apartado 6: Anexo 2

Nombre : 6.2_PersonalApoyo_1_02032023.pdf

HASH SHA1 : 7A5AFD77FBE486417FFE0B4446E0F9668EE747B7

Código CSV : 595187883704018694584099

Ver Fichero: 6.2_PersonalApoyo_1_02032023.pdf



Apartado 7: Anexo 1

Nombre : 7_Infraestructuras_2_11072023.pdf

HASH SHA1 : 2DC3E4055B780FC4143637EB2B49AA28382CAF72

Código CSV : 631732284093160125185748

Ver Fichero: 7_Infraestructuras_2_11072023.pdf



Apartado 8: Anexo 1

Nombre : 0_NoProcede.pdf

HASH SHA1 : 74CCA90A2F4F89E9E1DB0F3289C504668109F208

Código CSV : 595187922873433805149306

Ver Fichero: 0_NoProcede.pdf



Apartado 10: Anexo 1

Nombre : 10.1. Cronograma de implantación.pdf

HASH SHA1 : 549BA55EF719C98A953564D678F42482632486B4

Código CSV : 689637804794675591906874

Ver Fichero: 10.1. Cronograma de implantación.pdf



Apartado Resolución Agencia de calidad/Informe del SIGC: Anexo 1

Nombre : Evaluación verificación MU Tecnologías Cuánticas.pdf

HASH SHA1 : C6DBF2FB0B663116B8012D50A9E508DFF1F8C598

Código CSV : 690980522950100799114265

Ver Fichero: Evaluación verificación MU Tecnologías Cuánticas.pdf





Justificante de modificación

Ministerio promotor del convenio: Ministerio de Universidades

CONVENIO ENTRE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO, O.A., M.P., LA UNIVERSIDAD DE MURCIA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA-ESTUDI GENERAL Y LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA PARA COLABORAR EN LA ORGANIZACIÓN E IMPARTICIÓN DEL TÍTULO CONJUNTO DE “MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS”

Número de expediente: RCN-UNI202300040 Fecha de inscripción: 29/05/2023

Ente promotor	Universidad Internacional Menendez Pelayo
Tipo de ente promotor	Organismo autónomo
Tipo de convenio	Convenio

Duración del convenio	Inicio de vigencia: 29/05/2023 El convenio tiene una duración predeterminada de: 4 años
-----------------------	--

Modificaciones	Se ha añadido en el convenio el siguiente ente: PARTICIPANTE NUEVO : ENTE - Universidad de la Laguna, TIPO ENTE - Universidad pública autonómica, ORGANO - vacío APORTACION - vacío FECHA ADHESION - 06-06-2023.
----------------	--



CONVENIO ENTRE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO, O.A., M.P., LA UNIVERSIDAD DE MURCIA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA-ESTUDI GENERAL Y LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA PARA COLABORAR EN LA ORGANIZACIÓN E IMPARTICIÓN DEL TÍTULO CONJUNTO DE “MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS”

REUNIDOS

D. Carlos Andradas Heranz, actuando en nombre y representación de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, O.A., M.P. -en lo sucesivo UIMP- (entidad con N.I.F. Q-2818022-B y domicilio social en c/ Isaac Peral, 23 28040 Madrid), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Real Decreto 872/2021, de 5 de octubre, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 12 del Estatuto de la Universidad, aprobado por Real Decreto 331/2002, de 5 de abril.

D. José Luján Alcaraz, actuando en nombre y representación de la Universidad de Murcia -en lo sucesivo UM- (entidad con N.I.F. Q-3018001-B y domicilio social en Avda. Teniente Flomesta, 5, 30003 Murcia), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Acuerdo de 10 de marzo de 2022 del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 42 de los Estatutos de la UM, aprobados por Decreto 85/2004, de 27 de agosto, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

D.ª Beatriz Miguel Hernández, actuando en nombre y representación de la Universidad Politécnica de Cartagena -en lo sucesivo UPCT- (entidad con N.I.F. Q-8050013-E y domicilio social en Plaza del Cronista Isidoro Valverde, Edificio La Milagrosa, 30202 Cartagena), en su calidad de Rectora Magnífica, según nombramiento realizado por Acuerdo del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia de 23 de julio de 2020, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 52 de los Estatutos de la UPCT, aprobados por Decreto 160/2021, de 5 de agosto, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

D. Guillermo Cisneros Pérez, actuando en nombre y representación de la Universidad Politécnica de Madrid -en lo sucesivo UPM- (entidad con N.I.F. Q-2818015-F y domicilio social en calle Ramiro de Maeztu, 7, 28040 Madrid), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Decreto 109/2020, de 25 de noviembre, del Gobierno de la Comunidad de Madrid, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 65 de los Estatutos de la UPM, aprobados por Decreto 74/2010, de 21 de octubre, del Gobierno de la Comunidad de Madrid.

D.ª María Vicenta Mestre Escrivà, actuando en nombre y representación de la Universitat de València-Estudi General -en lo sucesivo UV- (entidad con N.I.F. Q-4618001-D y domicilio social en Avenida de Blasco Ibáñez, 13, 46010 Valencia), en su calidad de Rectora Magnífica, según nombramiento realizado por Decreto 25/2022, de 11 de marzo, del Consell de la Generalitat Valenciana y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 94 de los Estatutos de la UV, aprobados por Decreto 128/2004, de 30 de julio, del Consell de la Generalitat Valenciana.

D. José Antonio Mayoral Murillo, actuando en nombre y representación de la Universidad de Zaragoza -en lo sucesivo UNIZAR- (entidad con N.I.F. Q-5018001-G y domicilio social en calle Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Decreto 1/2021, de 13 de enero, del Gobierno de Aragón, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el



artículo 66 de los Estatutos de la UNIZAR, aprobados por Decreto 1/2004, de 13 de enero, del Gobierno de Aragón por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad de Zaragoza.

Las partes se reconocen recíprocamente capacidad jurídica suficiente para suscribir el presente convenio y a tal efecto

MANIFIESTAN

I. Que la UIMP, adscrita al Ministerio de Universidades de acuerdo con el Real Decreto 431/2020, de 3 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica de dicho Ministerio, con personalidad jurídica y patrimonio propios, fue creada por Decreto de 10 de noviembre de 1945 y está regulada en la actualidad por la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario, por la normativa aplicable a las Administraciones Públicas y por su propio Estatuto. Se define como un centro universitario de alta cultura, investigación y especialización, en el que convergen actividades de distintos grados y especialidades universitarias, que tiene como misión difundir la cultura y la ciencia, fomentar las relaciones de intercambio e información científica y cultural de interés internacional e interregional y el desarrollo de actividades de alta investigación y especialización, cooperando cuando ello sea conveniente con otras universidades o instituciones españolas o extranjeras. A tal fin organiza y desarrolla enseñanzas de posgrado que acredita con los correspondientes títulos oficiales de Máster universitario y Doctor y otros títulos propios y diplomas de posgrado que la misma expida.

II. Que la UM, la UPCT, la UPM, la UV y la UNIZAR son instituciones de Derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propios, que actúan con plena autonomía de acuerdo con la Constitución y las Leyes. Se rigen por la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, sus normas de desarrollo, la normativa aplicable a las Administraciones Públicas y sus propios Estatutos. Entre sus funciones están la realización del servicio público de educación superior y la expedición de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

III. Que de acuerdo con el artículo 5.5 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, las Universidades podrán, mediante convenio con otras universidades nacionales o extranjeras, organizar planes de estudios conjuntos conducentes a títulos universitarios oficiales de Grado, Máster Universitario o Doctorado. A tal fin, el plan de estudios deberá acompañarse del correspondiente convenio en el que se acordará qué universidad ejercerá de coordinadora y, por tanto, será responsable de la presentación de la memoria en los diversos procedimientos de aseguramiento de la calidad establecidos en dicho real decreto, así como la participación de cada universidad en la docencia a través de su respectivo profesorado, las normativas académicas y de evaluación que se seguirán, la responsabilidad en la emisión del título y la gestión de los expedientes de los estudiantes matriculados.

IV. Que las universidades aquí representadas coinciden en su interés en impartir un título de Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas, que proporcione formación especializada de calidad en esta materia, siendo conscientes de los beneficios de aunar esfuerzos y recursos en un programa conjunto, por lo que manifiestan su voluntad de que dicho título tenga carácter interuniversitario.

Para ello cuentan con el personal y con los recursos materiales y servicios necesarios para organizar e impartir el plan de estudios de la titulación.

V. Que todas las partes coinciden en considerar oportuna la participación en la docencia y financiación del Máster de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), como organismo de investigación de referencia dentro del sector público español, gestionándose dicha participación a través del convenio que la UIMP tiene suscrito con el CSIC para la impartición de enseñanzas de posgrado.



Por todo lo expuesto, para determinar las condiciones de la colaboración, y para dar cumplimiento a los requerimientos establecidos por la normativa vigente, acuerdan suscribir el presente convenio, que se registrará por las siguientes

CLÁUSULAS

Objeto del Convenio.

Primera. Objeto.

El presente convenio tiene por objeto establecer las condiciones de la colaboración entre la UIMP, la UM, la UPCT, la UPM, la UV y la UNIZAR para la organización e impartición del “Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas” -en lo sucesivo el Máster-, que será impartido conjuntamente por las citadas universidades como titulación oficial.

De conformidad con lo establecido en el artículo 5.5 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, el presente convenio deberá ser incorporado a la memoria de verificación de la titulación.

Segunda. Adhesión de otras universidades.

A este convenio se podrán adherir otras universidades mediante la firma de un acto de adhesión según el modelo que se adjunta como Anexo I, siempre que exista unanimidad entre las universidades firmantes originarias o las posteriormente ya adheridas, y sin perjuicio del proceso de modificación de la verificación del título que deba realizarse con la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). La adhesión al convenio será eficaz desde la inscripción del acto de adhesión en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal.

Actuaciones a realizar por cada una de las partes. Aspectos académicos

Tercera. Plan de estudios.

Las Universidades firmantes participan en calidad de socios en el plan de estudios del Máster. El diseño del plan de estudios del Máster cumple con lo establecido en la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, y en el artículo 17 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre.

El plan de estudios será el que finalmente sea aprobado en la memoria de verificación del Máster, sin perjuicio de las variaciones que sea necesario realizar con posterioridad por exigencia de la ANECA o del Ministerio de Universidades en los futuros procesos de renovación de la acreditación o por iniciativa de las propias universidades participantes de común acuerdo.

El Máster tiene una carga lectiva de 60 créditos del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS, en sus siglas en inglés) y se impartirá en modalidad virtual.

Cuarta. Coordinación.

La coordinación del programa corresponderá a la UIMP, que es designada como responsable de la presentación de la memoria en los diversos procedimientos de aseguramiento de la calidad establecidos por la legislación vigente, tanto para la obtención de la autorización del Máster como titulación oficial (evaluación de la ANECA; verificación del Consejo de Universidades; autorización de implantación por el Ministerio de Universidades; aprobación por el Gobierno del carácter oficial del título e inscripción en el Registro de Universidades, centros y títulos –RUCT–), como para las futuras renovaciones de la acreditación.



Quinta. Profesorado.

La UM, la UPCT, la UPM, la UV y la UNIZAR participarán en la docencia del Máster a través de su propio profesorado.

Dadas las especiales características de la UIMP, que no cuenta con personal docente propio, esta universidad gestionará la participación del profesorado del CSIC en el Máster a través del convenio que tiene suscrito con dicha Agencia Estatal para la impartición de enseñanzas de posgrado, así como de otro profesorado externo.

Se adjunta como Anexo II un avance de la distribución de asignaturas a impartir por cada universidad, si bien la distribución definitiva será la que resulte de la memoria de verificación que sea aprobada por la ANECA.

La relación de profesorado será acordada por la comisión académica del Máster, cumpliendo siempre con los perfiles exigidos y aprobados por ANECA.

Las modificaciones en la relación de profesorado, una vez aprobada, serán resueltas en el seno de la propia comisión académica con el criterio de mantener la calidad docente e investigadora y el mismo perfil académico aprobado por ANECA.

El profesorado que pertenezca a la UM, a la UPCT, a la UPM, a la UV y a la UNIZAR impartirá la docencia conforme a la normativa para titulaciones oficiales de su universidad de pertenencia.

Los honorarios que, en su caso, puedan corresponder al profesorado del CSIC y a otro profesorado externo los fijará la UIMP conforme a su propia normativa en esta materia. El profesorado que pertenezca al sector público deberá cumplir en todo caso la normativa sobre incompatibilidades y límites en sus retribuciones que le sea de aplicación.

Sexta. Comisión académica.

Para garantizar el correcto desarrollo del Máster, se constituirá una comisión académica del Máster formada por las personas titulares del Vicerrectorado competente en materia de posgrado y de la Secretaría General de la UIMP (o personas en quienes deleguen) y por un representante del profesorado de cada una de las demás universidades firmantes del convenio o posteriormente adheridas al mismo. Formará también parte de esta comisión un representante del profesorado del CSIC, siempre que haya profesorado del CSIC impartiendo docencia en el Máster en virtud del acuerdo referido en el manifiesto V. Esta comisión será nombrada con el acuerdo de las universidades participantes y realizará las funciones de índole académica descritas en la memoria de verificación, relativas a admisión, asignación de complementos de formación, coordinación, reconocimiento de créditos y demás señaladas en dicha memoria. Las propuestas de la comisión académica del Máster serán ratificadas por la comisión académica de posgrado de la UIMP de acuerdo con la normativa propia de dicha universidad.

La comisión académica del Máster se responsabilizará de la planificación y el seguimiento del título, pudiendo funcionar esta comisión en subcomisiones por cada una de las universidades participantes. Esta comisión podrá proponer, a los órganos responsables del Máster de cada universidad participante, propuestas de mejora para futuras ediciones. Si ello implicara alguna modificación de lo recogido en el presente convenio, las partes deberán suscribir la correspondiente adenda de modificación, previa la tramitación administrativa exigida en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.



Séptima. Expediente académico del estudiante y normativa académica.

1. Todos los estudiantes se preinscribirán y matricularán en la UIMP y abonarán en esta universidad el precio público establecido, así como las tasas administrativas que la UIMP tenga vigentes.

Los estudiantes deberán cumplir, en cualquier caso, con los requisitos de acceso y admisión al máster de acuerdo con la legislación vigente que resulte de aplicación, así como con los requisitos específicos de acceso al Máster establecidos en la memoria de verificación.

2. La UIMP establece y responde de todos los procedimientos relacionados con la consecución del Máster, regulación de la normativa académica relativa a evaluación, permanencia, convocatorias regulares y extraordinarias de examen, apertura y seguimiento del expediente académico del estudiante, así como de su custodia y tramitación.

La UIMP se encargará de manera directa de las siguientes actuaciones de acuerdo con su propia normativa académica:

- Apertura del expediente académico de cada alumno y custodia del mismo.
- Control del cumplimiento de las condiciones de acceso.
- Control de la documentación compulsada del título de Grado que da acceso al Máster y otra documentación requerida para la matriculación.
- Tramitación de las preceptivas autorizaciones o informes que exige la comisión de estudios de posgrado de la UIMP relativas al acceso de estudiantes con titulaciones extranjeras y otros estudios declarados expresamente equivalentes a títulos de Grado.
- Establecimiento del procedimiento de actas y convocatorias de exámenes.
- Establecimiento del procedimiento de expedición de certificaciones y títulos.
- Expedición de los títulos, según se indica en el párrafo siguiente.

3. Como universidad responsable de la expedición y registro de los títulos, la UIMP se ajustará a lo recogido en el artículo 16.3 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, y en el Real Decreto 1002/2010, de 5 de agosto, sobre expedición de títulos universitarios oficiales (o a la normativa, en su caso, vigente en esta materia).

4. El número máximo de estudiantes que podrán cursar el Máster será el que se establezca en la memoria de verificación del Máster.

Actuaciones a realizar por cada una de las partes. Gestión y compromisos económicos

Octava. Régimen económico.

1. La gestión económica del Máster corresponde a la UIMP, que asumirá todos los gastos e ingresos asociados a la organización e impartición del Máster, de acuerdo con la normativa que le es de aplicación como organismo público: honorarios del profesorado del CSIC y del resto de profesorado externo, edición del programa, publicidad y difusión, materiales, gestión de la plataforma para la formación virtual, gastos de utilización de espacios o laboratorios u otros que se puedan derivar de las asignaturas que se imparten en modalidad presencial, gastos de gestión académica, matriculación y atención a los estudiantes y otros varios, todo ello dentro de los créditos de su presupuesto ordinario para el conjunto de sus cursos de posgrado.

La UM, la UPCT, la UPM, la UV y la UNIZAR no asumirán ningún gasto en relación con este convenio.



2. Los ingresos por matrícula de cada edición serán repartidos entre las Universidades participantes proporcionalmente al número de créditos impartidos por su propio profesorado y en el caso de la UIMP por el profesorado del CSIC o externo. La UIMP transferirá el importe correspondiente a cada universidad una vez que la comisión de seguimiento del convenio, recogida en la cláusula decimosexta, apruebe la liquidación económica y el reparto correspondiente a cada edición.

No se transferirán al resto de universidades los ingresos procedentes de tasas administrativas, que quedarán a cargo de la UIMP y se aplicarán a cubrir el coste de los servicios correspondientes a las citadas tasas.

3. Las universidades están de acuerdo en que la UIMP gestione la participación económica del CSIC, ya confirmada por dicha Agencia Estatal, que se formalizará a través del convenio que la UIMP y el CSIC tienen suscrito para los cursos de posgrado. La eventual no consecución de la participación económica del CSIC por parte de la UIMP no liberará a esta de los compromisos económicos asumidos en relación con el Máster, sin perjuicio de que dicha situación pueda ser motivo de resolución del convenio, según se recoge en la cláusula decimonovena.

4. La consecución y destino de cualquier otra aportación económica procedente de otras colaboraciones o patrocinios que las partes, en su caso, pudieran gestionar será decidido por la comisión de seguimiento del convenio, a quien la universidad que los vaya a gestionar deberá informar sobre su naturaleza, cuantía y propuesta de finalidad.

Novena. Matrícula.

Dado el carácter oficial del Máster y de conformidad con la Ley 8/1989, de 13 de abril, de Tasas y Precios Públicos, en su artículo 26.1.b), el importe de la matrícula para cada edición del Máster será establecido una vez que el Ministerio de Universidades autorice los precios públicos para los estudios oficiales de posgrado de la UIMP, dentro de los límites que sean fijados con este fin por los órganos correspondientes de política universitaria para dicho año académico.

Serán de aplicación las reducciones y beneficios en el régimen de precios que se recojan cada año en la Resolución de la UIMP por la que se establece la cuantía de los precios a satisfacer por la prestación de los servicios académicos universitarios conducentes a la obtención de los títulos universitarios oficiales de posgrado.

Se estará a lo establecido en la normativa propia vigente de la UIMP en cuanto al incremento del precio de las segundas y terceras matrículas.

El importe de la matrícula -precio correspondiente por crédito matriculado en primera, segunda o sucesivas matrículas- será abonado por los estudiantes a la UIMP.

Décima. Tasas administrativas.

El alumnado abonará a la UIMP, según los importes oficiales vigentes y dentro de los plazos establecidos a tal fin, los derechos económicos obligatorios por los servicios administrativos correspondientes a la apertura del expediente académico y gastos de secretaría, y en su caso el seguro escolar, así como los que correspondan por otros servicios que el alumno pueda solicitar (emisión de títulos y duplicados, certificaciones académicas, etc.).



Undécima. Becas.

Los estudiantes que soliciten beca oficial para sus estudios de posgrado al Ministerio que tenga la competencia para dicha convocatoria justificarán este hecho y no abonarán ningún importe en concepto de matrícula en el momento de su inscripción, debiendo abonar la matrícula exclusivamente en el caso de que no se les conceda la beca solicitada.

En el caso de que el alumno resulte beneficiario de una beca del citado Ministerio no deberá abonar ninguna cantidad en concepto de matrícula, salvo que la correspondiente convocatoria prevea otra circunstancia.

Los estudiantes del Máster podrán beneficiarse además de cualquier otra convocatoria de becas y ayudas tanto de la UIMP como de otras instituciones en virtud de lo establecido en la correspondiente convocatoria y normativa aplicable.

Duodécima. Seguro.

Los estudiantes quedarán cubiertos por el seguro escolar en el caso de que estén dentro del rango de edad de aplicación de dicho seguro. La gestión del referido seguro escolar será responsabilidad de la UIMP.

Aquellos estudiantes a los que por su edad no les sea de aplicación el seguro escolar deberán estar cubiertos por una póliza de accidentes con similares coberturas a las de dicho seguro, que contratará cada estudiante individualmente.

Otras cuestiones

Decimotercera. Visibilidad de la colaboración.

Las partes se comprometen a hacer constar la colaboración entre las mismas en toda la publicidad, difusión, material impreso, programas, carteles, publicaciones, etc. que genere el Máster, respetándose escrupulosamente los logotipos e instrucciones sobre identidad corporativa que cada entidad facilite y autorice con este fin.

Decimocuarta. Propiedad intelectual.

Las partes se comprometen a cumplir la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y titularidad de los resultados que se puedan conseguir en ejecución de las actividades objeto de este convenio.

Decimoquinta. Protección de datos de carácter personal.

Las obligaciones en materia de protección de datos de carácter personal establecidas en la presente cláusula tendrán validez durante la vigencia del presente convenio y una vez terminado este.

Los datos personales que se recogen en este convenio, o a los que las partes puedan tener acceso en desarrollo del mismo, serán incorporados a los ficheros de datos de responsabilidad de las partes firmantes, y serán tratados únicamente a los efectos de llevar a buen fin el presente convenio. Las partes se comprometen a tratar los mismos conforme a lo dispuesto en la legislación vigente sobre protección de los datos de carácter personal.



Asimismo, las partes se comprometen a tratar los datos de carácter personal que se recojan de los alumnos y profesores relacionados con el Máster objeto de este convenio conforme a lo dispuesto en la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal, y a facilitar a dichas personas toda la información sobre el tratamiento de sus datos que dicha legislación exija (responsabilidad del tratamiento, finalidad, legitimación, conservación, destinatarios, derechos, etc.).

Mecanismo de seguimiento, vigilancia y control

Decimosexta. Comisión de seguimiento del convenio.

Con independencia de la comisión académica del Máster que se constituya de acuerdo con lo establecido en la cláusula sexta, se constituye una comisión de seguimiento del convenio que estará integrada por un representante de cada una de las instituciones firmantes del convenio y de las que posteriormente se hayan adherido al mismo. Dicho representante será el titular del Vicerrectorado con competencia en materia de estudios de posgrado en cada Universidad, o la persona en quien dicho titular delegue.

La presidencia de la comisión corresponderá al representante de la UIMP, así como las funciones de secretaría, pudiendo delegar estas últimas en alguna otra persona de su Vicerrectorado, que asistirá a las reuniones sin voz ni voto.

La comisión de seguimiento, que se regirá por lo dispuesto en los artículos 15 y siguientes de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, se reunirá al menos una vez al año y siempre que se considere necesario a petición de cualquiera de las partes.

La comisión será el órgano responsable del control y seguimiento del convenio, y tendrá las siguientes funciones:

- Velar por el correcto desarrollo del convenio y por el cumplimiento de los objetivos del mismo.
- Proponer cuantas medidas complementarias se estimen necesarias para el mejor cumplimiento de los fines previstos, así como para garantizar la viabilidad y la calidad de las actuaciones formativas.
- Efectuar el seguimiento y evaluación de las acciones y del cumplimiento por las partes de los compromisos adquiridos.
- Resolver en primer término las posibles controversias sobre el contenido e interpretación del convenio.
- Cualquier otra función que le sea atribuida en el presente convenio.

Régimen de modificación del convenio.

Decimoséptima. Modificación.

La modificación del contenido del convenio requerirá acuerdo unánime de los firmantes y, en su caso, de las entidades que se hayan adherido posteriormente al mismo. Se recogerá expresamente mediante la firma de una adenda, que se tramitará de conformidad con lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre. Una vez firmada, la modificación será eficaz desde que se realice la inscripción de la adenda en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal. La adenda deberá ser publicada en el Boletín Oficial del Estado.



Vigencia y extinción

Decimoctava. Vigencia.

El presente convenio se perfecciona por la prestación del consentimiento de las partes y resultará eficaz una vez inscrito en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal. Asimismo, deberá ser publicado en el Boletín Oficial del Estado, según se establece en el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre. Su vigencia será de cuatro años.

Las partes acuerdan garantizar el derecho de los estudiantes a poder finalizar sus estudios conforme a la normativa vigente aplicable en materia de años de permanencia, de acuerdo con lo que se indica en el apartado 6 de la cláusula decimonovena.

El convenio podrá prorrogarse con anterioridad a su finalización por un periodo de hasta cuatro años adicionales mediante acuerdo expreso de las partes, que se formalizará mediante la firma de la correspondiente adenda de prórroga, tramitada conforme a los requisitos legalmente exigidos. La prórroga resultará eficaz una vez inscrita en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal. Deberá también ser publicada en el Boletín Oficial del Estado.

Decimonovena. Extinción.

1. El convenio se extingue por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto o por incurrir en causa de resolución.

2. Son causas de resolución:

- a) El transcurso del plazo de vigencia del convenio sin haberse acordado la prórroga del mismo.
- b) La no consecución de la acreditación del Máster como título oficial, así como la no renovación posterior de la misma.
- c) El acuerdo unánime de los firmantes y de las entidades que, en su caso, se hayan adherido al convenio posteriormente.
- d) El incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por parte de alguno de los firmantes o de las entidades adheridas.
- e) La falta de financiación suficiente para la viabilidad económica del Máster por la retirada de la financiación del CSIC sin que haya otra financiación alternativa.
- f) Por decisión judicial declaratoria de nulidad del convenio.
- g) Por cualquier otra causa distinta de las anteriores prevista en el convenio o en otras leyes.

3. Las partes vendrán obligadas a comunicarse por escrito la acreditación de la concurrencia de la causa invocada.

4. En el caso de incumplimiento recogido en el apartado d) la parte que lo haya detectado podrá notificar a la parte incumplidora un requerimiento para que en el plazo de 15 días naturales cumpla con las obligaciones o compromisos que se consideren incumplidos. Este requerimiento será comunicado a la comisión de seguimiento del convenio. Si transcurrido dicho plazo persistiera el incumplimiento la parte que lo detectó notificará a la incumplidora la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el convenio para la parte incumplidora con eficacia desde la inscripción de su resolución en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal. Las demás universidades firmantes o posteriormente adheridas, en el seno de la comisión de seguimiento del convenio, podrán acordar continuar con el convenio o proceder a su resolución total por mutuo acuerdo.



5. Cualquiera de las universidades firmantes del convenio o las posteriormente adheridas podrá resolver su participación en el convenio en cualquier momento mediante notificación al resto de las partes de su intención con un preaviso mínimo de seis meses. La notificación se remitirá asimismo a la comisión de seguimiento del convenio, en el seno de la cual el resto de las partes podrá acordar continuar con el convenio o proceder a su resolución total por mutuo acuerdo.

La resolución del convenio con alguno de los participantes requiere del consentimiento de todos los firmantes originarios y todos los adheridos, deberá tramitarse conforme a lo exigido en la legislación vigente y tendrá efectos desde su comunicación al Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal, sin perjuicio de la tramitación que deba realizarse con la ANECA para la modificación de la verificación del título.

6. Las partes acuerdan que una vez extinguido o resuelto el convenio, o una vez que alguna de las partes haya resuelto su participación en el mismo, continuarán las actuaciones en curso de manera que se garantice a los estudiantes que ya estuvieran cursando el Máster la posibilidad de finalizar sus estudios de acuerdo con la normativa vigente aplicable en materia de años de permanencia. Para ello, las partes, a través de la comisión de seguimiento, determinarán la fecha improrrogable de finalización de las actividades, teniendo en cuenta los alumnos existentes y la citada normativa aplicable vigente en materia de años de permanencia.

Régimen jurídico y resolución de conflictos

Vigésima. Régimen jurídico.

El presente convenio tiene naturaleza administrativa y se regula por lo dispuesto en el Capítulo VI del Título Preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, por la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, por el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, y por la normativa propia de la UIMP en materia de títulos oficiales de posgrado.

Vigesimoprimera. Régimen de resolución de conflictos.

Las partes se comprometen a intentar resolver de manera amistosa cualquier desacuerdo que pudiera surgir en el desarrollo, interpretación o cumplimiento del presente convenio, en el seno de la comisión de seguimiento prevista en la cláusula decimosexta. En caso de no ser posible una solución amigable, y resultar procedente litigio judicial, las partes se someten expresamente a la jurisdicción contencioso-administrativa, de conformidad con la Ley 29/1998, de 13 de julio, reguladora de la Jurisdicción Contencioso-administrativa.

Y en prueba de conformidad, firman el presente convenio en las fechas que se indican en cada una de las firmas, tomándose como fecha de perfeccionamiento del mismo la del último firmante.

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO,
O.A, M.P.

ANDRADAS
HERANZ CARLOS
- DNI 02503058Z
D. Carlos Andradas Heranz

Firmado digitalmente por
ANDRADAS HERANZ
CARLOS - DNI 02503058Z
Fecha: 2023.03.31
23:06:45 +02'00'

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE
MURCIA

27452639T
JOSÉ LUJAN (R:
Q3018001B)
D. José Luján Alcaraz

Firmado digitalmente
por 27452639T JOSÉ
LUJAN (R: Q3018001B)
Fecha: 2023.05.18
09:51:01 +02'00'



LA RECTORA DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA DE CARTAGENA

BEATRIZ|
MIGUEL|
HERNANDEZ

Firmado digitalmente
por BEATRIZ|MIGUEL|
HERNANDEZ
Fecha: 2023.04.18
07:53:15 +02'00'

D.^a Beatriz Miguel Hernández

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

Firmado digitalmente por
00793920Y GUILLERMO
CISNEROS (R: Q2818015F)
Fecha: 2023.05.16 12:06:06
+02'00'

D. Guillermo Cisneros Pérez.

LA RECTORA DE LA UNIVERSITAT DE
VALÈNCIA-ESTUDI GENERAL

MARIA VICENTA|
MESTRE|ESCRIVA

Firmado digitalmente por
MARIA VICENTA|MESTRE|
ESCRIVA
Fecha: 2023.05.24 15:06:09
+02'00'

D.^a María Vicenta Mestre Escrivà

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE
ZARAGOZA

17857684R JOSÉ
ANTONIO
MAYORAL (R:
Q5018001G)

Firmado digitalmente por
17857684R JOSÉ ANTONIO
MAYORAL (R: Q5018001G)
Fecha: 2023.05.26 08:58:16
+02'00'

D. José Antonio Mayoral Murillo



ANEXO I
MODELO DE ACTO DE ADHESIÓN DE OTRAS UNIVERSIDADES

Acto de adhesión de La Universidad de La Laguna.

CONVENIO ENTRE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO, O.A., M.P., LA UNIVERSIDAD DE MURCIA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA-ESTUDI GENERAL Y LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA PARA COLABORAR EN LA ORGANIZACIÓN E IMPARTICIÓN DEL TÍTULO CONJUNTO DE “MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS”

D/D.^a Francisco Javier García Rodríguez, actuando en nombre y representación de la Universidad de La Laguna (entidad con C.I.D. Q-3818001-D y domicilio social en C/ Pedro Herrera, s/n. 38207, La Laguna), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Decreto 30/2023, de 20 de abril, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo 23 de los Estatutos de dicha universidad, aprobados por Decreto 66/2022, de 24 de marzo, del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Que con fecha de de 2023, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, O.A., M.P., la Universidad de Murcia, la Universidad Politécnica de Cartagena, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universitat de València-Estudi General y la Universidad de Zaragoza suscribieron un convenio para colaborar en la organización e impartición del título conjunto de “Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas”.

Que, mediante la suscripción del presente acto de adhesión, la Universidad de La Laguna expresa su voluntad de adherirse a dicho Convenio, y acepta de forma incondicionada la totalidad de sus cláusulas encuaneto le sea de aplicación.

La adhesión tiene efectos desde la fecha de inscripción de la presente acta en el Registro Electrónico estatalde Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal, previa firma, y perdurará durante el periodo de vigencia del citado convenio, salvo resolución según lo recogido en el mismo.

EL/LA RECTOR/A DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

D/D.^a Francisco Javier García Rodríguez



ANEXO I
MODELO DE ACTO DE ADHESIÓN DE OTRAS UNIVERSIDADES

Acto de adhesión de **[NOMBRE DE UNIVERSIDAD]**.

CONVENIO ENTRE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO, O.A., M.P., LA UNIVERSIDAD DE MURCIA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA-ESTUDI GENERAL Y LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA PARA COLABORAR EN LA ORGANIZACIÓN E IMPARTICIÓN DEL TÍTULO CONJUNTO DE “MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS”

D/D.^a, actuando en nombre y representación de **[NOMBRE DE UNIVERSIDAD]** (entidad con N.I.F. y domicilio social en), en su calidad de Rector Magnífico, según nombramiento realizado por Decreto .../..., de, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de, y haciendo uso de las atribuciones que tiene conferidas en el artículo de los Estatutos de dicha universidad, aprobados por Decreto ../..., de, del Gobierno de la Comunidad Autónoma de

MANIFIESTA

Que con fecha de de, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, O.A., M.P., la Universidad de Murcia, la Universidad Politécnica de Cartagena, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universitat de València-Estudi General y la Universidad de Zaragoza suscribieron un convenio para colaborar en la organización e impartición del título conjunto de “Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas”.

Que, mediante la suscripción del presente acto de adhesión, la **[NOMBRE DE UNIVERSIDAD]** expresa su voluntad de adherirse a dicho Convenio, y acepta de forma incondicionada la totalidad de sus cláusulas en cuanto le sea de aplicación.

La adhesión tiene efectos desde la fecha de inscripción de la presente acta en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal, previa firma, y perdurará durante el periodo de vigencia del citado convenio, salvo resolución según lo recogido en el mismo.

EL/LA RECTOR/A DE LA **[NOMBRE DE UNIVERSIDAD]**

D/D.^a



ANEXO II
DISTRIBUCIÓN DE ASIGNATURAS POR UNIVERSIDADES

Asignaturas	ECTS		Universidades
MÓDULO I (15 ECTS)			
Fundamentos de las tecnologías cuánticas	3	Obl	Murcia (4 h); Valencia (4 h); UIMP (CSIC / Externo) (7 h)
Teoría cuántica de la información	6	Obl	UIMP (CSIC / Externo) (30 h)
Teoría cuántica avanzada	6	Obl	UIMP (CSIC / Externo) (30 h)
MÓDULO II (24 ECTS)			
Criptografía y comunicación cuánticas	6	Opt	Politécnica de Madrid (8 h); UIMP (CSIC / Externo) (22 h)
Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas	6	Opt	Valencia (5 h); UIMP (CSIC / Externo) (25 h)
Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	6	Opt	Murcia (2 h 30 m); Politécnica de Cartagena (7 h); UIMP (CSIC / Externo) (20 h 30 m)
Machine learning y ordenadores cuánticos	3	Opt	UIMP (CSIC / Externo) (16 h)
Control cuántico	3	Opt	Politécnica de Cartagena (8 h); UIMP (CSIC / Externo) (7 h)
Implementación de tecnologías cuánticas	3	Opt	Murcia (40 m); UIMP (CSIC / Externo) (12 h)
Circuitos cuánticos superconductores	3	Opt	UIMP (CSIC / Externo) (15 h)
Nanofotónica cuántica	3	Opt	UIMP (CSIC / Externo) (13 h)
Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	3	Opt	Politécnica de Cartagena (3 h); UIMP (CSIC / Externo) (12 h)
Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	3	Opt	UIMP (CSIC / Externo) (15 h 30 m)
Sensores cuánticos	6	Opt	Murcia (12 h 30 m); Politécnica de Cartagena (2 h 30 m); UIMP (CSIC / Externo) (15 h)
Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	3	Opt	Zaragoza (6 h); UIMP (CSIC / Externo) (25 h)
Laboratorio de tecnologías cuánticas	6	Opt	Zaragoza (8 h 20 m); Murcia (8 h); UIMP (CSIC / Externo) (66 h)
MÓDULO III (3 ECTS)			
Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	3	Obl	Todas
MÓDULO IV (18 ECTS)			
Trabajo de fin de Máster	18	Obl	Todas



Alegaciones al Informe Provisional de Evaluación de ANECA de fecha 6 de julio de 2023 relativo a la solicitud de verificación del Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas/ Master in Quantum Technologies (ID TÍTULO: 4318565)

ASPECTOS A SUBSANAR

CRITERIO 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

En la documentación presentada, se señala que participan las Universidades de Granada, La Laguna y Sevilla, de las que no consta que se hayan adherido al convenio ni se incluyen en la denominación del título. Se debe resolver dicha incoherencia y, en su caso, se debe aportar documentación justificativa de la conformidad en la participación de todas las entidades que lo hagan.

Alegación

Se aporta la documentación justificativa de la participación de la Universidad de La Laguna como participante en el título, para ello se procede a incluir añadido al convenio ya existente la adenda de adhesión como participante en el programa a la Universidad de La Laguna, así como la evidencia de la adscripción del convenio en el REOICO. Se eliminan la Universidad de Granada y la Universidad de Sevilla.

En la descripción del título (información de los centros en que se imparte) se indica que los idiomas de impartición son castellano e inglés. Sin embargo, en el perfil de ingreso recomendado se señala que “el máster se impartirá en su totalidad en inglés” (lo que justifica la exigencia de un nivel mínimo de B2 de dicho idioma) y en la planificación de las enseñanzas, el único idioma de impartición que se incluye en todas las materias es inglés. Se debe resolver dicha incoherencia.

Alegación

Se ha procedido a resolver la incoherencia indicada dejando solo como idioma de impartición el inglés.

CRITERIO 3. COMPETENCIAS

Los resultados del proceso de formación y aprendizaje a incorporar en la memoria serán los que se adquirirán por todos los estudiantes del título, independientemente de la optatividad que seleccionen, si bien deben ser suficientes para definir adecuadamente la capacitación alcanzada. En



la propuesta presentada no se pone de manifiesto que todos los relacionados (30) vayan a ser adquiridos por todos los estudiantes. Se debe resolver este aspecto.

Alegación

Atendiendo a lo indicado en el informe de evaluación se ha procedido a redefinir por completo los resultados de formación y aprendizaje, de tal manera que los que ahora figuran aquí serán los que alcancen todos los estudiantes independientemente de las asignaturas que elijan. Estos nuevos RFA y su asignación han sido incorporados tanto en la tabla 2 de la sección 4.1.3. como en las fichas de materias.

Se debe corregir el solapamiento entre las competencias RFA4 “Relacionar las principales implementaciones de tecnologías cuánticas, así como las aplicaciones de estos sistemas a la computación cuántica, sensado cuántico o simulación cuántica” y RFA8 “Conocer las principales implementaciones experimentales para el procesado de la información, el sensado y la comunicación cuántica”.

Alegación

El solapamiento indicado en el informe ha desaparecido al realizar la nueva descripción de los resultados de formación y aprendizaje.

Se debe corregir el solapamiento entre las competencias RFA17 “Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma” y RFA20 “Planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto de investigación”. Además, se debe eliminar en la competencia RFA20 la referencia correspondiente a la puesta en marcha de un proyecto de investigación ya que excede el nivel de MECES propio del título (Máster).

Alegación

Se ha eliminado el mencionado RFA.

CRITERIO 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Para mayor claridad, la exigencia de un nivel B2 de inglés, que se indica dentro del perfil de ingreso recomendado, debe incluirse dentro de los criterios de admisión al título.

Alegación



Atendiendo a lo indicado en el informe de evaluación se ha procedido a incluir en los criterios de admisión el nivel B2 de inglés con una baremación de 0.5 puntos sobre el total, y se ha reducido a 3.5 la puntuación del criterio de admisión “Expediente académico”. Ello ha quedado recogido en el apartado 3.2 Requisitos de acceso y criterios de admisión.

En el sistema de transferencia y reconocimiento de créditos se indica, previsiblemente por error, que por títulos propios se reconocerá un mínimo de 42 créditos y un máximo de 9. Se debe resolver esta incoherencia.

Alegación

Se ha procedido a corregir el error realizado al introducir la información en la aplicación.

CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Se deben clarificar las actividades formativas y el procedimiento de evaluación de la materia “Congreso Escuela de tecnologías cuánticas” en particular en lo que respecta a su realización en modo no presencial para los estudiantes que la realicen en dicha modalidad.

Alegación

Se ha incorporado una descripción de las actividades formativas y el procedimiento de evaluación del congreso/escuela en las Observaciones de la ficha de la Materia 3. En particular, se describen estos aspectos aplicados al estudiantado no presencial.

Dada la modalidad de impartición del título (a distancia) se debe aportar información acerca de los procedimientos disponibles para garantizar la identidad, la autoría y la falta de ayuda en los diferentes sistemas de evaluación que se empleen.

Alegación

Atendiendo a lo indicado en el informe se ha procedido a incluir información más detallada en el apartado 4.1.5 de la memoria para garantizar la autoría, identidad y falta de ayuda en los sistemas de evaluación.



CRITERIO 6. PERSONAL ACADÉMICO

Se debe aportar información acerca de la experiencia investigadora y docente del profesorado propuesto para la impartición del título, dado que únicamente se indica que “todo el profesorado actúa dentro del ámbito de conocimiento de Física y Astronomía”.

Alegación

Se ha procedido a incluir información completa de la experiencia docente e investigadora del profesorado implicado en el máster que deja constancia de la idoneidad del personal docente para impartir un programa de máster de alta calidad.



1. DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Denominación: Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas/ Master's degree in Quantum Technologies

Ámbito de conocimiento: Física y Astronomía

Universidad solicitante y responsable de los procedimientos de verificación, renovación de la acreditación, modificación o extinción: Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Universidades participantes:

- ~~Universidad de Granada~~
- Universidad de La Laguna
- Universidad de Murcia
- ~~Universidad de Sevilla~~
- Universidad de Valencia
- Universidad de Zaragoza
- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Politécnica de Cartagena

Centros de impartición: Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (28051751)

Modalidad de enseñanza: Virtual

Número total de créditos: 60

Créditos obligatorios	18
Créditos optativos	24
Créditos de prácticas externas	0
Créditos trabajo de fin de máster	18
Créditos totales	60

Idioma de impartición: inglés

Número de plazas ofertadas: 60

Código ISCED:

ISCED 1: 440 Ciencias Físicas, químicas y geológicas

ISCED 2: 441 Física

Normativa de progreso y permanencia:



<http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html>

	Tiempo completo		Tiempo parcial	
	Créditos matrícula mín.	Créditos matrícula máx.	Créditos matrícula mín.	Créditos matrícula máx.
Primer curso	60	60	30	45
Resto de cursos	60	60	30	45



1.1. Justificación del interés académico, científico profesional y social del título

Las tecnologías cuánticas son aquellas que se construyen con dispositivos de naturaleza cuántica, aprovechando fenómenos como la superposición y el entrelazamiento para obtener ventajas en tareas de sensado, metrología, comunicación, encriptado, simulación y computación, entre otras.

El campo de las tecnologías cuánticas es un área de investigación prioritaria en Europa, E.E.U.U., China, Canadá, Australia y Japón, entre otras regiones desarrolladas. En Europa, esta área se articuló alrededor del Flagship de Tecnologías Cuánticas, iniciado por la Comisión Europea en 2019, y que ahora se reemplaza por el Cluster 4 de Horizon Europe en colaboración con iniciativas similares en Digital Europe, ESA, EIC y otros departamentos de investigación e innovación. En España, las tecnologías cuánticas también están recogidas en la [Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027](#), así como en diferentes acciones estratégicas con cargo a fondos de recuperación y fondos FEDER de las Comunidades Autónomas.

Este reconocimiento oficial tiene lugar porque las tecnologías cuánticas han saltado del mundo académico al entorno empresarial, con un impacto económico creciente. Este impacto se materializa a través de un número exponencialmente creciente de *startups*, que suman o complementan las iniciativas organizadas por empresas consolidadas, como Airbus, Telefónica, Vodafone, y Thales Athenea entre otras.

La coexistencia de grandes proyectos de investigación públicos y público-privados, con una creciente demanda empresarial de personal con un perfil técnico y científico, ejerce una enorme presión en el mercado laboral¹. Esto es así porque los perfiles demandados con mayor urgencia sólo se encuentran por el mercado postdoctoral: personal investigador que han adquirido la experiencia interdisciplinar requerida a través de un doctorado y una o más etapas de investigación independiente.

Como solución a este problema, dentro de una estrategia holística, la Unión Europea considera que no sólo es importante invertir en investigación, sino que, para una transferencia óptima a la industria y la sociedad, se deben crear **programas educativos especializados, encaminados a formar personal trabajador, innovador e inversor en este campo**—la futura *quantum workforce*. Para abordar esta tarea se ha creado una Coordination and Support Action (CSA) de nombre *Quantum Education*² que tendrá continuidad en el nuevo plan Horizon Europe con un presupuesto estimado de 10M€. Esta

¹ *The Quantum Ecosystem and Its Future Workforce*, A. Venegas-Gómez, PhotonicsViews 17, p 34-38 (2020). [doi:10.1002/phvs.202000044](https://doi.org/10.1002/phvs.202000044); Informe AMETIC “España Cuántica: Una aproximación empresarial”, <https://ametic.es>

² [Quantum Technology - Education Coordination and Support actions \(qt.eu\)](https://qt.eu); [CSA "QFlag" - Quantum Technology \(qt.eu\)](https://qt.eu)



acción reúne a actores europeos en el ámbito de la educación y la pedagogía, con la finalidad de diseñar programas educativos a todos los niveles, y coordinar su lanzamiento e integración en la estrategia europea. Uno de los primeros resultados de esta movilización ha sido el diseño y lanzamiento de un número moderado de programas de máster en tecnologías cuánticas, enumerados en el apartado de referentes.

El proyecto que se presenta es un programa de formación integrado, orientado a graduados/as de carreras técnicas y científicas y a profesionales de empresas tecnológicas, de comunicación y de servicios. El máster propone una educación completa en el campo de las tecnologías cuánticas, a nivel de desarrollo y usuario/a avanzado/a. A diferencia de otras propuestas, este programa se diseña con un modelo *top-down*, en el que se extractan las competencias más relevantes para todas las áreas de las tecnologías cuánticas, y se buscan profesionales de la investigación y docencia con la adecuación requerida para impartir esa formación a lo largo de las universidades y centros de investigación españoles. El resultado de esta selección es un equipo de **50 60 docentes investigadores con una sólida trayectoria internacional en el ámbito de las tecnologías cuánticas**, como se detalla en el apartado correspondiente de este documento.

Los principios que estructuran el máster son los siguientes

- **Completitud.** Perseguimos un máster que cubra todas las áreas de investigación e innovación en tecnologías cuánticas.
- **Excelencia.** Para cubrir todos los aspectos y temas, reclutamos personal investigador con una larga trayectoria y proyección internacional en esas especialidades, que diseñan, crean y tutorizan las asignaturas de su campo. También reclutaremos investigadores e investigadoras excelentes en el ámbito internacional para cursos y seminarios especializados.
- **Accesibilidad.** La dispersión geográfica es una barrera para estudiantes que trabajan en grupos del CSIC y universidades y les impide el acceso a la formación requerida. Para solventar esta barrera el máster es interuniversitario y se imparte con un formato mayoritariamente online (con la excepción de algunas prácticas de laboratorio).
- **Sostenibilidad.** El formato interuniversitario y electrónico permite crear un máster con una alta participación a un coste moderado para las universidades, como se explica a continuación. Es importante, no obstante, considerar adecuadamente la carga docente y el esfuerzo creativo del personal docente, que debe ser considerado y bien presupuestado, tanto en las fases de generación de contenido como en la implantación del máster.



- **Proyección internacional.** El máster se impartirá en inglés y se facilitará el acceso a estudiantes de cualquier nacionalidad y residencia. Así se busca reclutar estudiantes también de países hermanos, como Latinoamérica, o colaboradores, como Italia, Francia o Reino Unido, con un programa atractivo y con una interesante proyección laboral.

La orientación del máster es doble: **investigadora y profesional (no regulada)**. Por un lado, el máster es una respuesta a las necesidades formativas de los múltiples y geográficamente dispersos equipos de investigación, públicos y privados, en el ámbito nacional. Se crea como un proyecto interuniversitario, precisamente para solventar esa dispersión y la falta de masa crítica para arrancar una labor educativa competitiva y completa en las universidades españolas. Por otro lado, a través de un diseño top-down y una selección adecuada de competencias, se proporciona una formación exhaustiva que permitirá al estudiantado desarrollar proyectos independientes de innovación y desarrollo en el seno de las empresas de tecnologías cuánticas y empresas que se introducen en el campo desde otros ámbitos. En la actualidad, existe alta demanda de profesionales con esta formación a la vez que escasea este perfil.

El máster adopta un modelo de formación virtual en un programa de 1 año de duración en su diseño e implementación. Este modelo, apoyado en la innovación docente del periodo de pandemia, es el único que permite aprovechar el talento investigador geográficamente disperso: ~~desde información cuántica en Sevilla o Granada, hasta fabricación cuántica en Zaragoza y Barcelona, pasando por grandes grupos de comunicación cuántica en Vigo y Madrid.~~ Esta aproximación permite ofrecer un programa completo, impartido por personal experto. El modelo virtual también permite minimizar los gastos y ofrecer un máster asequible a estudiantes nacionales e internacionales.

La docencia se dividirá en clases magistrales (apoyadas por contenido audiovisual y tutorías a distancia), trabajos de máster supervisados presencialmente o a distancia (según las necesidades del estudiantado), prácticas de laboratorio presenciales optativas y una actividad conjunta de una semana en formato congreso-escuela organizada por el alumnado. Esta composición encuentra un equilibrio entre la formación puramente online y la completamente presencial, ofreciendo al estudiantado oportunidades de supervisión continua y *networking*.

El proceso de diseño de esta propuesta de máster

El diseño de este programa de máster arranca en 2019, con la creación de la CSA Quantum Education. A esta acción europea se sumaron investigadores/as y docentes miembros de la Red Española de Información y Tecnologías Cuánticas (RITCE) ³ participada entre otros por el Prof. Juan José García

³ RITCE <https://www.ritce2020.hbar.es>



Ripoll (IFF-CSIC) y el Prof. David Zueco (INMA-CSIC). A través de varios canales de difusión y coordinación de la citada red, se inició un diseño top-down de las asignaturas necesarias para conformar una titulación de máster en tecnologías cuánticas, a la vez que en paralelo se determinaron las universidades dispuestas a colaborar en este programa.

Partiendo de esta encuesta inicial, a comienzos de 2020 RITCE creó un grupo de trabajo y discusión formado por personal investigador y docente del CSIC y de las universidades que ahora forman este programa. El equipo coordinador de este estudio lo formaron, bajo la coordinación de los Prof. Juan José García-Ripoll y David Zueco, unas ~~50~~ 60 personas del CSIC y las universidades participantes, que contribuyeron al diseño específico de las asignaturas y la integración de éstas. La lista de participantes en este estudio coincide con la lista de docentes participantes en el título, e incluye tanto a universidades adscritas al convenio interuniversitario, como al personal investigador y docente que será invitado al programa de máster por la UIMP.

En paralelo a este trabajo, el CSIC creó la Plataforma Temática Interdisciplinar de Tecnologías Cuánticas⁴, una estructura interna para coordinar a los grupos de investigación del área, y promover la transferencia de tecnología y conocimiento, tanto a través de interacción con la industria, como con el desarrollo de programas formativos de utilidad para el colectivo investigador.

Con una primera versión del informe completo, el personal investigador universitario sometió el programa a evaluación en sus respectivos departamentos y universidades, explorando la compatibilidad y complementariedad del título con las ofertas de diversos centros universitarios. Ante el visto bueno de las universidades, en septiembre de 2020 la PTI QTEP adoptó el diseño organizado por la comunidad investigadora y la red RITCE, y presentó este diseño a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), para explorar su organización como un máster interuniversitario. En sucesivas interacciones con la UIMP y las universidades colaboradoras, se definió el programa docente, con las competencias y contenidos formativos, así como el equipo docente, con una clara participación de las universidades y el CSIC, así como una mejor organización del proyecto.

1.1.1. Referentes nacionales e internacionales que avalan la propuesta

A fecha de hoy, existen *muy pocos programas* de máster en tecnologías cuánticas a nivel internacional y *ninguno* con un enfoque transversal y tan amplio como la propuesta ofertada. Los principales referentes nacionales, programas en funcionamiento o a punto de arrancar, son:

⁴ PTI QTEP <https://qtep.csic.es>



- **Máster Universitario en Ciencia y Tecnologías Cuánticas** de la **Universidad del País Vasco** (<https://www.ehu.eus/es/web/master/master-ciencia-tecnologia-cuanticas/>). Se trata de un programa orientado a la investigación básica en Física Teórica, Información Cuántica y Tecnología Cuántica, aunque su contenido no cubre más que un 20% del ofertado por el diseño de asignaturas de este máster interuniversitario.
- **Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Cuánticas/ Master in Quantum Science and Technology** (<https://quantummasterbarcelona.eu/>), ofertado por la Universidad de Barcelona (UB) en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPCT), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Colaboran en su impartición el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), el Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), el Instituto Catalán de Nanociencia (ICN2) y el Barcelona Supercomputing Center (BSC). Se trata de un programa de nueva creación, dirigido a graduados/as en física e ingeniería, y con una orientación clara a la investigación. El máster da un peso mayor al trabajo de fin de máster (24 créditos), incluye una formación complementaria en emprendimiento, y se divide en orientaciones de teoría cuántica, software cuántico, hardware cuántico y óptica cuántica. Este programa ha arrancado en el curso 2021/2022.
- **Máster en Computación Cuántica** (<https://quantum-explore.com/>) título propio de la **Universidad Politécnica de Madrid (UPM)** en colaboración con **Accenture**. Se trata de un máster de 60 créditos con una marcada orientación a computación cuántica teórica y una pequeña componente de teoría de criptografía cuántica. El máster cubre también un espectro más amplio de estudiantes, con un curso de adaptación de 3.75 ECTS, con un peso muy importante de matemáticas e informática. Este programa ha arrancado en el curso 2021/2022.

En el ámbito internacional se encuentra una oferta más variada y de mayor impacto, aunque también alrededor de programas de reciente creación, que surgen alrededor de programas de excelencia, como las ofertas de la LMU/TU en Múnich (Alemania), o la ETH en Zúrich (Suiza), y que forman parte de un ecosistema que incluye tanto el programa de máster, como actividades de difusión, congresos, seminarios, programas de intercambio con universidades de prestigio y otras colaboraciones notables. Dicho esto, las reducidas cuotas de estos programas, sumadas a que nuestra oferta docente es comparable en amplitud y calidad, nos permite aventurar que el máster ofertado podrá captar estudiantes internacionales que hayan considerado esos programas como primera opción.



- **Master in Quantum Science and Technology** (<https://www.mcqst.de/support/master-in-gst/>). Se trata de un programa de máster ofrecido de forma conjunta por la **Universidad Técnica de Munich** (TU) y la **Universidad Ludwig-Maximillien** (LMU), como parte de las actividades del **Munich Center for Quantum Science and Technology**. El programa ofrece dos especializaciones, teórica y experimental, en ciencia y tecnología cuántica, para estudiantes con una formación de diplomatura o superior en física, química, ingeniería eléctrica, matemáticas, ciencias de la computación y mecánica cuántica. Como otros programas alemanes, cubre un total de 120 créditos ECTS en dos años. Se ofertó por primera vez en el curso 2020/2021.
- **Master in Quantum Engineering** (<https://master-qe.ethz.ch/>) ofertado por la **ETH Zürich**, consiste en un programa de dos años con 120 créditos ECTS, ofertados por los departamentos de física y de tecnologías de la información e ingeniería eléctrica. El máster cubre un amplio espectro de física cuántica, ingeniería electrónica e ingeniería de la información. Está orientado a estudiantes con una formación de diplomatura o superior en física o ingeniería eléctrica (o similar). Se ofertó por primera vez en el curso 2019/2020.
- **Master in Quantum Technology** (<https://programsandcourses.anu.edu.au/2019/program/nscqt>) de la Australian National University (ANU). Se imparte desde el curso 2019/2020, con una duración de dos años (120 ECTS) para todo el máster. Está orientado a estudiantes con una diplomatura (bachelor) en física, ingeniería o matemáticas. Ofrece un programa heterogéneo, que abarca desde elementos de tecnologías cuánticas, hasta áreas de una mayor proyección industrial, como prototipado, sistemas de control o emprendimiento.
- **Master in Quantum Technology** (<https://www.sussex.ac.uk/study/masters/courses/quantum-technology-msc>), impartido por la Univ. Sussex en colaboración con el Sussex Center for Quantum Technologies con un contenido docente de un año académico. Está dirigido a estudiantes de “bachelor” en física, y cubre principalmente las plataformas experimentales de iones atrapados, circuitos superconductores y fotónica, orientadas a computación, simulación y sensorica cuántica.

1.2. Objetivos formativos del título

La propuesta de Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas que se presenta ofrece una formación integral en los conceptos de la física cuántica mucho más allá de los contenidos impartidos en los



grados en Física. El Máster proporcionará al estudiante una sólida formación cubriendo diversos aspectos teóricos y experimentales requeridos para el desarrollo de las tecnologías cuánticas, desde los algoritmos (software) hasta las distintas implementaciones físicas (hardware) que involucran el control y la manipulación de estados cuánticos. Además, en función de las asignaturas optativas que cursen los estudiantes se alcanzará una especialización más teórica y/o experimental.

1.3. Perfiles fundamentales de egreso

Los estudiantes de este Máster obtendrán una formación que les permitirá ser expertos en algoritmos cuánticos, teoría cuántica avanzada y aspectos técnicos y experimentales del desarrollo de hardware cuántico. La amplia formación ofertada habilitará tanto para la realización de un doctorado en tecnologías cuánticas como para la incorporación en empresas de tecnologías cuánticas.



2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE (RFA)

RFA a nivel de contenidos

RFA1 Dominar los fundamentos matemáticos y las bases físicas de la ciencia y tecnologías cuánticas.

RFA2 Entender el procesado de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.

~~RFA3 Reconocer los fundamentos de la comunicación cuántica y distribución cuántica de claves, incluyendo protocolos fundamentales, aplicaciones en sistemas físicos concretos e integración de esta tecnología con redes de comunicación existentes.~~

~~RFA4 Relacionar las principales implementaciones de tecnologías cuánticas, así como las aplicaciones de estos sistemas a la computación cuántica, sensado cuántico o simulación cuántica.~~

~~RFA5 Categorizar problemas con aplicaciones en finanzas, logística e ingeniería cuya solución pueda beneficiarse de las tecnologías cuánticas.~~

RFA3 RFA6 Identificar conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.

RFA4 RFA7 Reconocer los conceptos avanzados del procesado de la información usando sistemas cuánticos así como su aplicación a problemas de relevancia.

RFA5 Conocer las principales implementaciones físicas de las tecnologías cuánticas y comprender sus principios de funcionamiento.

~~RFA8 Conocer las principales implementaciones experimentales para el procesado de la información, el sensado y la comunicación cuántica.~~

~~RFA9 Conocer en profundidad la teoría de la interacción luz materia y cómo ésta se modifica a escalas nano y micro métricas para crear nuevas aplicaciones cuánticas.~~

~~RFA10 Comprender a un nivel teórico cómo funcionan los sistemas cuánticos basados en átomos ultrafríos e iones atrapados, y cómo estos sistemas se controlan con luz y microondas para implementar ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos.~~

~~RFA11 Comprender las implementaciones de bits cuánticos de espín, topológicos e híbridos.~~

RFA a nivel de competencias



~~RFA6 RFA12~~ Diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.

~~RFA7 RFA13~~ Atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.

~~RFA8 RFA14~~ Elaborar un ejercicio original a presentar ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto de investigación original en el ámbito de las tecnologías cuánticas, donde se integren las enseñanzas desarrolladas.

~~RFA9 RFA15~~ Desarrollar capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.

~~RFA10 RFA16~~ Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.

~~RFA11 RFA17~~ Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.

~~RFA12 RFA18~~ Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.

~~RFA13 RFA19~~ Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados.

~~RFA20~~ Planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto de investigación.

~~RFA14 RFA21~~ Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.

~~RFA15 RFA22~~ Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

RFA a nivel de habilidades o destrezas

RFA16 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA17 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

RFA18 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA19 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.



~~RFA23 Aplicar conocimiento teórico y práctico de computación cuántica, incluyendo los principales algoritmos y nociones de corrección de errores, en tecnologías existentes y futuras.~~

~~RFA24 Utilizar los fundamentos de la teoría de control de sistemas cuánticos, tanto teórica como numéricamente, en modelos canónicos para las tecnologías cuánticas.~~

~~RFA25 Aplicar las técnicas de sistemas abiertos y física estadística aplicada a tecnologías cuánticas y sistemas cuánticos complejos.~~

~~RFA26 Operar con las técnicas fundamentales de aprendizaje automático clásico, como aprendizaje supervisado, aprendizaje por refuerzo o redes neuronales, así como las alternativas desarrolladas para sistemas cuántico~~

~~RFA27 Manejar la teoría de circuitos cuánticos superconductores para su aplicación en el diseño y la operación de ordenadores, optimizadores y simuladores cuánticos.~~

~~RFA28 Manejar los principales conceptos teóricos de la metrología y el sensado cuántico, así como las plataformas ópticas y superconductoras sobre las que estos conceptos se aplican.~~

~~RFA29 Manejar los principales métodos de nanofabricación para tecnologías cuánticas, y ser capaz de evaluar sus posibilidades y limitaciones en aplicaciones de computación, comunicación y sensado.~~

~~RFA30 Desarrollar habilidades experimentales en la implementación, operación y caracterización de sistemas experimentales de tecnologías cuánticas, en plataformas semiconductoras, superconductoras, fotónicas, o moleculares.~~





INFORME PREVIO AL INICIO DEL PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO OFICIAL DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS POR LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

El artículo 26 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, establece que “las Comunidades Autónomas en el ejercicio de sus competencias sobre la programación universitaria y la ordenación del mapa de titulaciones oficiales de su ámbito territorial, realizarán un informe preceptivo sobre la necesidad y viabilidad académica y social de la implantación del título universitario oficial previo al inicio del procedimiento de verificación. En caso de informe favorable, la universidad podrá iniciar el procedimiento de verificación del título”.

En relación con lo anterior y por lo que respecta a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), de acuerdo con la disposición adicional primera de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, el Gobierno asume las competencias atribuidas al Consejo de Gobierno de las Comunidades Autónomas.

Con fecha de 21/10/2022 se ha recibido en la Secretaría General de Universidades la solicitud de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo del mencionado informe previo al inicio del procedimiento de verificación del plan de estudios conducente a la obtención del título universitario oficial de Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo estimándose que queda justificada la necesidad y viabilidad académica y social de la implantación de este título universitario oficial.

Por todo lo expuesto y con objeto de que la Universidad Internacional Menéndez Pelayo pueda iniciar, como universidad solicitante, el procedimiento de verificación establecido en el artículo 26 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, se INFORMA FAVORABLEMENTE la citada propuesta.

EL SECRETARIO GENERAL DE UNIVERSIDADES
Firmado electrónicamente

José Manuel Pingarrón Carrazón

sgeu@universidades.gob.es

PASEO DE LA CASTELLANA, 162
PLANTA 18 par
28071 MADRID

CSV : GEN-07bf-c5dd-c585-3671-a982-b88e-4685-cd1d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MARIA DEL VALLE PEREZ BARBACHANO | FECHA : 25/10/2022 14:29 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : JOSE MANUEL PINGARRON CARRAZON | FECHA : 25/10/2022 17:21 | Sin acción específica



3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

El RD 822/2021 indica que en este criterio se debe incluir información sobre:

3.1 Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes. En su caso, pruebas particulares de acceso o criterios particulares de admisión. Se ha incluido en el apartado 4.2 de la SEDE.

3.2 Criterios para el reconocimiento y transferencias de créditos. En el caso de enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto, reflejar los reconocimientos en el título a implantar. Se ha incluido en el apartado 4.4 de la SEDE

3.3 Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida. Dado que no hay un lugar específico para este apartado en la SEDE se incluye en el apartado 4.1 de la misma.

3.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación

Perfil de ingreso recomendado

Podrán acceder a este título graduados/as en física, química, matemáticas, ingeniería o similar. Es decir, haber cursado titulaciones de carácter técnico-científico con asignaturas de física y matemáticas.

Las personas graduadas que no hayan cursado en sus estudios de procedencia 3 créditos como mínimo de mecánica cuántica deberán cursar la asignatura descrita como complemento formativo, siendo la Comisión Académica del Máster quien lo determine.

Dado que el máster se impartirá en su totalidad en inglés, las personas solicitantes deberán contar con un nivel mínimo de inglés B2 en términos del Marco Común Europeo o equivalente que deberán acreditar con un certificado oficial o a través de la realización de una prueba de inglés por alguna de las universidades participantes en el título.

Información previa para el estudiantado

El título se impartirá en modalidad híbrida donde se combinarán actividades virtuales (síncronas y/o asíncronas) con presenciales optativas que requerirán un desplazamiento del estudiantado a algunos de los campus o sedes que las universidades participantes en el máster poseen en diferentes ciudades españolas.



En todos los casos en los que el estudiantado tenga que desplazarse para cursar las asignaturas físicamente los gastos correrán a su cargo. La organización del máster contará con fondos para apoyar económicamente total o parcialmente al alumnado que así lo necesite y bajo el criterio de la comisión académica.

Además, para el correcto seguimiento del estudio se requiere que el estudiantado disponga de un ordenador personal con auriculares, micrófono y cámara web con conexión a internet.

Canales de difusión

Para informar a potenciales estudiantes sobre la titulación, la modalidad de impartición y sobre el proceso de matriculación se emplean los siguientes canales de difusión:

- Página web oficial de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (www.uimp.es).
- Página web de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC (<https://qtep.csic.es>).
- Páginas web de las universidades participantes del máster.
- Página web de la Red Española de Información y Tecnologías Cuánticas (www.ritce2020.hbar.es).
- Página web del Flagship de tecnologías cuánticas (<https://qt.eu>)
- Canales dedicados al máster en Twitter, Facebook y LinkedIn.
- Se creará una dirección de correo electrónico exclusiva para la recogida de preguntas y resolución de dudas relativas al máster, gestionada por la Comisión Académica del Máster.

3.2. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

En el momento de la compleción de este documento no existen acuerdos de movilidad para el máster entre la UIMP y las universidades colaboradoras y otras entidades docentes nacionales e internacionales. Sin perjuicio de que estos acuerdos se firmen en el futuro, contemplamos no obstante acciones de movilidad y acogida para estudiantes del máster.



PROPUESTA TÍTULO PROPIO

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Denominación	Máster en tecnologías cuánticas	
Especialidades	Ciencias	
Institución colaboradora	CSIC	
Entidad patrocinadora	CSIC	
Tipo de estudio	Máster (mín. 60 créditos) <input checked="" type="checkbox"/> Experto Universitarios (entre 20 y 60 créditos) <input type="checkbox"/>	
Dedicación	Tiempo completo <input checked="" type="checkbox"/> parcial	Tiempo <input type="checkbox"/>
Carga lectiva en ECTS (*)	60	
Rama de conocimiento	Arte y Humanidades <input type="checkbox"/>	Ciencias <input checked="" type="checkbox"/>
	Ciencias de la Salud <input type="checkbox"/> Jurídicas	Ciencias Sociales y <input type="checkbox"/>
	Ingeniería y Arquitectura <input type="checkbox"/>	
Modalidad de enseñanza	Presencial <input type="checkbox"/> distancia	Semipresencial <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/>
Lengua/s de impartición	Inglés	
Número de alumnos	Mínimo 10	Máximo 20
Calendario	Inicio (mes /año) Enero 2023	Finalización (mes /año) Julio 2023

2. JUSTIFICACIÓN

Las tecnologías cuánticas son aquellas que se construyen con dispositivos de naturaleza cuántica, aprovechando fenómenos como la superposición y el entrelazamiento para obtener ventajas en tareas de sensado, metrología, comunicación, encriptado, simulación y computación, entre otras.

El campo de las tecnologías cuánticas es un área de investigación prioritaria en Europa, E.E.U.U., China, Canadá, Australia y Japón, entre otras regiones desarrolladas. En Europa, este área se articuló alrededor del Flagship de Tecnologías Cuánticas, iniciado por la Comisión Europea en 2019, y que ahora se reemplaza por el Cluster 4 de Horizon Europe en colaboración con iniciativas similares en Digital Europe, ESA, EIC y otros departamentos de investigación e innovación. En España, las tecnologías cuánticas también están recogidas en la [Estrategia Española de Ciencia,](#)



[Tecnología e Innovación 2021-2027](#), así como en diferentes acciones estratégicas con cargo a fondos de recuperación y fondos FEDER de las Comunidades Autónomas.

Este reconocimiento oficial tiene lugar porque las tecnologías cuánticas han saltado del mundo académico al entorno empresarial, con un impacto económico creciente. Este impacto se materializa a través de un número exponencialmente creciente de *startups*, que suman o complementan las iniciativas organizadas por empresas consolidadas, como Airbus, Telefónica, Vodafone y Thales Athenea, entre otras.

La coexistencia de grandes proyectos de investigación públicos y público-privados, con una creciente demanda empresarial de personal con un perfil técnico y científico, ejerce una enorme presión en el mercado laboral. Esto es así porque los perfiles demandados con mayor urgencia sólo se encuentran en el mercado postdoctoral: personal investigador que ha adquirido la experiencia interdisciplinar requerida a través de un doctorado y una o más etapas de investigación independiente.

Como solución a este problema, dentro de una estrategia holística, la Unión Europea considera que no sólo es importante invertir en investigación, sino que, para una transferencia óptima a la industria y la sociedad, se deben crear **programas educativos especializados, encaminados a formar personal trabajador, innovador e inversor en este campo**—la futura *quantum workforce*. Para abordar esta tarea se ha creado una Coordination and Support Action (CSA) de nombre *Quantum Education* que tendrá continuidad en el nuevo plan Horizon Europe con un presupuesto estimado de 10M€. Esta acción reúne a actores europeos en el ámbito de la educación y la pedagogía, con la finalidad de diseñar programas educativos a todos los niveles y coordinar su lanzamiento e integración en la estrategia europea. Uno de los primeros resultados de esta movilización ha sido el diseño y lanzamiento de un número moderado de programas de máster en tecnologías cuánticas, que enumeramos a continuación.

El proyecto que presentamos es un programa de formación integrado, orientado a graduados/as de carreras técnicas y científicas y a profesionales de empresas tecnológicas, de comunicación y de servicios. El máster propone una educación completa en el campo de las tecnologías cuánticas, a nivel de desarrollo y usuario/a avanzado/a. A diferencia de otras propuestas, este programa se diseña con un modelo *top-down*, en el que se extractan las competencias más relevantes para todas las áreas de las tecnologías cuánticas y se buscan profesionales de la investigación y docencia con la adecuación requerida para impartir esa formación a lo largo de las universidades y centros de investigación españoles. El resultado de esta selección es un equipo de 50 docentes investigadores de distintos centros del CSIC y varias universidades españolas (Universidad de Granada, Universidad de la Laguna, Universidad de Murcia, Universidad de Sevilla, Universidad de Vigo, Universidad de Zaragoza, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad Politécnica de Madrid) con una sólida trayectoria internacional en el ámbito de las tecnologías cuánticas, como se detalla en la tabla 2.

Los principios que estructuran el máster son los siguientes:

- **Complejidad.** Perseguimos un máster que cubra todas las áreas de investigación e innovación en tecnologías cuánticas.
- **Excelencia.** Para cubrir todos los aspectos y temas, reclutamos personal investigador con una larga trayectoria y proyección internacional en esas especialidades, que diseñan, crean y tutorizan las asignaturas de su campo.
- **Accesibilidad.** La dispersión geográfica es una barrera para estudiantes que trabajan en grupos del CSIC y universidades, y les impide el acceso a la formación requerida. Para



solventar esta barrera el máster se imparte con un formato mayoritariamente online (con la excepción de algunas prácticas de laboratorio de las asignaturas M13 y M14).

- **Sostenibilidad.** El formato online permite crear un máster con una alta participación tanto de profesorado como de alumnado de diferentes orígenes a un coste moderado para las personas e instituciones participantes.
- **Proyección internacional.** El máster se impartirá en inglés y se facilitará el acceso a estudiantes de cualquier nacionalidad y residencia. Así, buscamos reclutar estudiantes también de países hermanos, como Latinoamérica, o colaboradores, como Italia, Francia o Reino Unido, con un programa atractivo y con una interesante proyección laboral.

La orientación del máster es doble: **investigadora y profesional (no regulada)**. Por un lado, el máster es una respuesta a las necesidades formativas de los múltiples y geográficamente dispersos equipos de investigación, públicos y privados, en el ámbito nacional. Se crea como un proyecto donde participan profesores/as provenientes de distintas instituciones académicas y científicas, precisamente para solventar esa dispersión y la falta de masa crítica para arrancar una labor educativa competitiva y completa en las universidades españolas. Por otro lado, a través de un diseño top-down y una selección adecuada de competencias, se proporciona una formación exhaustiva que permitirá al estudiantado desarrollar proyectos independientes de innovación y desarrollo en el seno de las empresas de tecnologías cuánticas y empresas que se introducen en el campo desde otros ámbitos. En la actualidad, existe alta demanda de profesionales con esta formación a la vez que escasea este perfil.

3. COMPETENCIAS

Competencias básicas:

- *CB6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.*
- *CB7 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio;*
- *CB8 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios;*
- *CB9 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades;*
- *CB10 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.*

Competencias generales:

- *CG1 Capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.*
- *CG2 Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.*
- *CG3 Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.*
- *CG4 Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.*



- *CG5 Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados*
- *CG6 Planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto de investigación.*
- *CG7 Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.*
- *CG8 Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.*

Competencias específicas:

- *CE1 Conocer los fundamentos matemáticos y las bases físicas de la ciencia y tecnologías cuánticas.*
- *CE2 Conocer los conceptos fundamentales para entender el procesado de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.*
- *CE3 Comprender los fundamentos de la comunicación cuántica y distribución cuántica de claves, incluyendo protocolos fundamentales, aplicaciones en sistemas físicos concretos e integración de esta tecnología con redes de comunicación existentes.*
- *CE4 Aplicar conocimiento teórico y práctico de los fundamentos de la computación cuántica, incluyendo los principales algoritmos y nociones de corrección de errores, en tecnologías existentes y futuras.*
- *CE5 Conocer las principales implementaciones de tecnologías cuánticas, así como las aplicaciones de estos sistemas a la computación cuántica, sensado cuántico o simulación cuántica.*
- *CE6 Analizar e identificar problemas con aplicaciones en finanzas, logística e ingeniería cuya solución pueda beneficiarse de las tecnologías cuánticas.*
- *CE7 Conocer conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.*
- *CE8 Conocer los conceptos avanzados del procesado de la información usando sistemas cuánticos así como su aplicación a problemas de relevancia.*
- *CE9 Conocer los conceptos avanzados de la comunicación cuántica y distribución cuántica de claves, incluyendo protocolos y la integración de esta tecnología con redes de comunicación existentes.*
- *CE10 Conocer y aplicar las técnicas de sistemas abiertos y física estadística aplicada a tecnologías cuánticas y sistemas cuánticos complejos.*
- *CE11 Comprender y utilizar las técnicas fundamentales de aprendizaje automático clásico, como aprendizaje supervisado, aprendizaje por refuerzo o redes neuronales, así como las alternativas desarrolladas para sistemas cuántico*
- *CE12 Conocer las principales implementaciones experimentales para el procesado de la información, el sensado y la comunicación cuántica.*
- *CE13 Conocer y manejar la teoría de circuitos cuánticos superconductores y cómo ésta se aplica para diseñar y operar ordenadores, optimizadores y simuladores cuánticos.*
- *CE14 Conocer en profundidad la teoría de la interacción luz materia y cómo ésta se modifica a escalas nano- y micro-métricas para crear nuevas aplicaciones cuánticas.*
- *CE15 Conocer y comprender a un nivel teórico como funcionan los sistemas cuánticos basados en átomos ultrafríos e iones atrapados, y cómo estos sistemas se controlan con luz y microondas para implementar ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos.*
- *CE16 Conocer y comprender las implementaciones de bits cuánticos de espín, topológicos e híbridos.*



- *CE17 Conocer y manejar los principales conceptos teóricos de la metrología y el sentido cuántico, así como las plataformas ópticas y superconductoras sobre las que estos conceptos se aplican.*
- *CE18 Conocer y manejar los principales métodos de nanofabricación para tecnologías cuánticas, y ser capaz de evaluar sus posibilidades y limitaciones en aplicaciones de computación, comunicación y sentido.*
- *CE19 Desarrollar habilidades experimentales en la implementación, operación y caracterización de sistemas experimentales de tecnologías cuánticas, en plataformas semiconductoras, superconductoras, fotónicas, o moleculares.*
- *CE20 Capacidad para diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.*
- *CE21 Capacidad para atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.*
- *CE22 Elaborar un ejercicio original (Trabajo de fin de máster) a presentar ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto de investigación original en el ámbito de las tecnologías cuánticas, donde se integren las enseñanzas desarrolladas.*

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES ()**

Perfil de ingreso recomendado

Se aceptarán estudiantes que hayan cursado carreras (grado o licenciatura) de carácter técnico-científico con asignaturas de física y matemáticas (como son los grados o licenciaturas de física, química, matemáticas, ingenierías o similares).

El criterio de acceso recae en la comisión de garantía del máster que, por ejemplo, en el caso de que exista mayor demanda que oferta, seleccionará a las personas cuyos conocimientos más se ajusten al máster.

Canales de difusión

Para informar a potenciales estudiantes sobre la titulación, la modalidad de impartición y sobre el proceso de matriculación se emplean los siguientes canales de difusión:

- Página web oficial de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (www.uimp.es)
- Página web de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC (<https://qtep.csic.es>)
- Páginas web de las universidades participantes del máster.
- Página web de la Red Española de Información y Tecnologías Cuánticas (www.ritce2020.hbar.es)
- Página web del Flagship de tecnologías cuánticas (<https://qt.eu>)
- Canales dedicados al máster en Twitter, Facebook y LinkedIn.
- Se creará una dirección de correo electrónico dedicada para la recogida de preguntas y resolución de dudas relativas al máster, gestionada por la Comisión Académica del Máster.

Requisitos de acceso y admisión



Requisitos de acceso

Con carácter general, se aplicará el Artículo 14 de las [normativa de posgrado de la UIMP](#).

Criterios de admisión

La solicitud de admisión deberá presentarse en el plazo señalado al efecto, en modelo normalizado acompañada de todos los documentos acreditativos del cumplimiento de los requisitos de admisión establecidos.

La admisión se realizará por un protocolo de matrícula única, gestionado enteramente a través de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. El proceso de admisión comenzará con el envío de la solicitud de admisión por parte del alumnado en las fechas y plazos indicados por la universidad. Recibida la solicitud, el personal de la UIMP revisará la misma, validando la candidatura o solicitando la subsanación de documentos. La solicitud validada será procesada por la Comisión Académica del Máster, que valorará y priorizará las solicitudes en función de los siguientes criterios de admisión:

Criterio	Ponderación
Expediente académico	4
Calificaciones en asignaturas de interés para el máster Adecuación de conocimientos previos al máster	3
Experiencia investigadora (trabajos de grado, estancias y colaboraciones con grupos de investigación, o similar)	2
Motivación, interés y cartas de recomendación	1

La comisión reservará una cuota de un 5% de plazas para estudiantes con discapacidad o necesidades especiales, entre los cuales se aplicará una ponderación similar. Si esa cuota no fuera cubierta por estudiantes con necesidades especiales, se incorporará a la cuota principal.

Las enseñanzas se impartirán mayormente en la modalidad “a distancia”, siendo la modalidad “presencial” obligatoria solo en algunas asignaturas. En ningún caso el estudiantado puede cambiar de modalidad.

Se garantizará la accesibilidad universal y se supervisará que las personas con movilidad reducida dispondrán de los recursos y apoyos necesarios para el correcto desarrollo del Máster. Se les solicitará sus necesidades específicas durante el proceso de matriculación. Para ello la UIMP tiene articulado el siguiente protocolo que se puede consultar en la página web o a través de este enlace: [Protocolo UIMP para la atención de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad](#).

Sistema de apoyo y orientación del estudiantado matriculado



La Comisión Académica del Máster resolverá las dudas respecto a los contenidos académicos, y la selección y compatibilidad de asignaturas y trabajos de investigación, con los intereses y orientaciones que cada estudiante manifieste. Una vez seleccionado el estudiantado y formalizada la matrícula, a cada estudiante se le asignará un tutor o tutora académico, que proporcionará acompañamiento y asesoramiento a lo largo del curso académico, estudiando las necesidades del mismo, las dificultades encontradas al enfrentarse a las diversas asignaturas, los materiales docentes, o la interacción con el profesorado. El alumnado también tendrá acceso al portal virtual de la UIMP, donde podrá acceder a los contenidos docentes, materiales adicionales, medios de contacto con el profesorado y la planificación del curso, incluidos los servicios de tutoría.

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

El objetivo principal del programa de máster es ofrecer un abanico de asignaturas que cubra de forma exhaustiva el mayor número de sectores y aplicaciones de las tecnologías cuánticas, sin descuidar aspectos teóricos y experimentales fundamentales y transversales a varias de esas áreas. Para estructurar esta formación, el programa docente consta de **60 créditos ECTS** repartidos en 1 año de docencia semipresencial, divididos en cuatro módulos, con las asignaturas detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1

MÓDULOS	ASIGNATURAS	ECTS	Carácter (Obligatoria/Optativa) (Prácticas externas)
Módulo I:	M1: Fundamentos de las tecnologías cuánticas	3	Obligatoria
	M2: Teoría cuántica avanzada	6	Obligatoria
	M3: Teoría cuántica de la información	6	Obligatoria
Módulo II:	M4: Criptografía y comunicación cuánticas	3	Optativa
	M5: Sistemas cuánticos abiertos y termodinámica cuántica	6	Optativa
	M6: Machine learning y ordenadores cuánticos	3	Optativa
	M7: Introducción a la implementación de tecnologías cuánticas	3	Optativa
	M8: Circuitos cuánticos superconductores	3	Optativa
	M9: Nanofotónica cuántica	3	Optativa
	M10: Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	3	Optativa
	M11: Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	3	Optativa
	M12: Sensores cuánticos	6	Optativa



	M13: Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	3	Optativa
	M14: Laboratorio de tecnologías cuánticas	6	Optativa
Módulo III:	M15: Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	3	Obligatoria
Módulo IV---	M16: Trabajo de fin de Máster	18	TFM
TOTAL:		60	

Módulo 1: Fundamentos (15 ECTS). Este módulo agrupa 3 asignaturas teóricas obligatorias (M1, M2, M3) con contenido esencial para comprender el resto de la oferta docente.

Módulo 2: Tecnologías cuánticas (24 ECTS). Este módulo agrupa una colección de 11 asignaturas optativas que permiten profundizar en una o más áreas de las tecnologías cuánticas, como comunicación, computación, sensores y plataformas experimentales, así como en competencias y descripciones alternativas de estos sistemas, como termodinámica cuántica.

Se escogerán las asignaturas para alcanzar los 24 créditos necesarios (incluida M1 en su caso) que se suman a los 30 de las asignaturas obligatorias (12) y el Trabajo Fin de Máster (18) y a los 6 créditos obligatorios del módulo 3. Debido a que existen numerosas y muy diferentes combinaciones de estas asignaturas, no se consideran especializaciones, pero el estudiantado será asesorado en la elección y configuración de las asignaturas. Para facilitar el proceso, el primer paso en la matrícula será la elección de un tutor o tutora, o su asignación por la coordinación del máster. La tutorización tendrá como objetivo ayudar al alumnado a elegir las asignaturas, supervisar su trabajo de fin de máster y hacer un seguimiento de su trabajo a lo largo del programa, con reuniones periódicas.

Módulo 3: (M15) Temas avanzados de tecnologías cuánticas (3 ECTS). El contenido del máster, aunque aborda un área de investigación e innovación emergente, se centra en temas bien establecidos y centrales al campo. Para complementar esta formación, el estudiantado organizará y participará de un evento de una semana, el *Congreso-escuela de tecnologías cuánticas*, donde asistirán a charlas en temas de investigación de frontera, y donde el propio estudiantado ofrecerá seminarios o pósteres sobre su investigación.

Módulo 4: (M16) Trabajo de Fin de Máster (18 ECTS). Se realizará un trabajo de investigación original en colaboración con docentes del CSIC, las universidades colaboradoras u otros OPIs, el cual será defendido ante un tribunal evaluador.

5.1. Secuenciación temporal.

Secuenciación temporal del máster de noviembre de 2022 a julio de 2023:

- Módulo 1 (15 ECTS): Fundamentos. Se impartirá de enero a febrero de 2023
- Módulo 2 (24 ECTS): Tecnologías cuánticas. Se impartirá de marzo a junio de 2023
- Módulo 3 (3 ECTS): Temas avanzados de tecnologías cuánticas. Se impartirá durante una semana de julio de 2023.
- Trabajo fin de Máster (18 ECTS). Defensa ante tribunal en julio de 2023 (septiembre en convocatoria extraordinaria)

5.2. Trabajo de Fin de Máster.



Se realizará un trabajo de investigación original en colaboración con docentes del CSIC, las universidades colaboradoras u otros OPIs, el cual será defendido ante un tribunal evaluador.

5.3. Actividades formativas, metodologías docentes y sistemas de evaluación.

La mayoría de las asignaturas se imparte con un formato mixto:

- Las clases se ofrecerán en formato remoto en síncrono y algunos contenidos grabados.
- Además, de forma semanal se ofrecerán tutorías destinadas a resolver dudas sobre el material ofrecido y los problemas (5 horas para las asignaturas de 3 créditos y 10 para las de 6 créditos).

La excepción a este formato la constituyen dos tipos de asignatura:

- **Asignaturas experimentales** con un contenido práctico en el laboratorio. Éstas son las asignaturas de “Micro/Nano fabricación para tecnologías cuánticas” (M13) y el “Laboratorio de tecnologías cuánticas” (M14). Ambas involucran actividades de creación o manipulación presencial, supervisadas por docentes.
- Un **congreso-escuela organizado por el alumnado**, con una duración de una semana. En este congreso se convivirá en la misma ubicación, se asistirá a charlas especializadas y clases magistrales de líderes en el campo y se presentarán los trabajos de investigación de fin de máster.

El congreso-escuela es una actividad singular, que permitirá al alumnado convivir y conocerse, en algunos casos por primera vez en persona. El estudiantado tomará parte activa en su organización, bajo la supervisión de los y las docentes, escogiendo ponentes, diseñando el programa de charlas y actividades, coordinando la distribución de invitaciones, viajes y alojamiento, así como la presentación de sus propios trabajos. Creemos que esta asignatura constituirá una experiencia única que no sólo creará un mayor espíritu de comunidad, sino que les facilitará habilidades complementarias de organización, comunicación y gestión científica.

Actividades formativas

- Asistencia a lecciones magistrales
- Realización de prácticas de computación o prácticas de laboratorio
- Desarrollo de proyectos guiados
- Tutorías
- Estudio individual de contenidos de la asignatura
- Elaboración de informes de laboratorio y trabajos
- Trabajo en grupo
- Pruebas de evaluación

Metodologías docentes formativas

- Clases magistrales en formato online asíncrono
- Resolución de casos prácticos
- Prácticas de programación o de laboratorio
- Exposiciones orales de trabajos
- Trabajos o entregables de problemas escritos
- Seminarios y conferencias
- Tutorías colectivas



Sistemas de evaluación

- Participación en clase
- Valoración de informes y trabajos individuales o en grupo
- Valoración de exposiciones orales de trabajos
- Informe de prácticas realizadas
- Examen final oral o escrito
- Memoria y defensa pública del TFM

5.4. Mecanismos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios.

La Dirección académica del Máster y los coordinadores de las áreas de conocimiento serán los encargados de velar por la articulación horizontal y vertical del plan de estudios. Para ello, se realizarán encuestas al profesorado, lo que permitirá hacer un análisis global de los puntos fuertes y débiles de todo aquello que engloba cada materia (carga lectiva, contenido, etc.). La dirección y coordinación del máster podrá recibir también la opinión y propuestas del alumnado, con el fin de incorporar mejoras en futuras ediciones.

El objetivo es recopilar información que permita hacer el seguimiento del grado de cumplimiento de los objetivos y aprendizajes del plan de estudios, así como detectar las propuestas de mejora.

5.5. Relación de competencias y materias (tabla donde se crucen las competencia y materias del programa)

Asignatura	Competencia
M1 Fundamentos de las Tecnologías Cuánticas	CB6, CB7, CB10, CG1, CE1.
M2 Teoría cuántica avanzada	CB6, CB7, CB10, CG1, CE7.
M3 Teoría cuántica de la información	CB6, CB7, CB8, CG1, CE2, CE8.
M4 Criptografía y comunicación cuánticas	CB6, CB7, CB10, CG1, CE3, CE9.
M5 Sistemas cuánticos abiertos y termodinámica cuántica	CB6, CB7, CB10, CG1, CE10.
M6 <i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos	CB6, CB7, CB8, CB10, CG1, CE4, CE6, CE11.
M7 Introducción a la implementación de tecnologías cuánticas	CB6, CB7, CB8, CB10, CG1, CE5, CE6, CE12.
M8 Circuitos cuánticos superconductores	CB6, CB7, CB10, CG1, CE2, CE13.
M9 Nanofotónica cuántica	CB6, CB7, CB10, CG1, CE14.
M10 Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	CB6, CB7, CB10, CG1, CE15.
M11 Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	CB6, CB7, CB10, CG1, CE16.
M12 Sensores cuánticos (Quantum metrology and sensing)	CB6, CB2, CB10, CG1, CE5, CE17.



M13 Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	CB6, CB7, CB10, CG1, CG2, CG4, CE4, CE5, CE18.
M14 Laboratorio de tecnologías cuánticas	CB6, CB7, CB10, CG1, CG2, CG4, CE4, CE5, CE19.
M15 Temas avanzados de tecnologías cuánticas	CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG5, CG7, CE20, CE21.
M16 Trabajo de fin de máster	CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CE22.

5.7. Movilidad (en el caso que proceda)

El plan de estudios no contempla la opción de movilidad del estudiantado.

6. PERSONAL ACADÉMICO Y OTROS RECURSOS HUMANOS

DIRECCIÓN ACADÉMICA

Cargo	Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Universidad / Centro de trabajo:
Director/a	María José Calderón Prieto	Científico Titular	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC
Coordinador/a	David Zueco	Científico Titular	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (CSIC-Unizar)
Secretario/a	Diego Frustaglia	Profesor Titular	Universidad de Sevilla

PROFESORADO (Tabla 2)

Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Institución	Horas Docencia	Laboratorio	Tutorías
Adán Cabello	Catedrático	Universidad de Sevilla	8.00		
Agustín Camón	Científico titular	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	7.00	8	5
Alejandro Bermúdez	Investigador científico	Instituto de Física Teórica (CSIC-UAM)	7.00		



Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Institución	Horas Docencia	Laboratorio	Tutorías
Alejandro González-Tudela	Investigador científico	Instituto de Física Fundamental CSIC	8.00		5
Alejandro Manjavacas	Científico titular	Instituto de Óptica CSIC	3.00		5
Anabel García Lostao	ARAID Senior Researcher	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	0.00	1	
Armando Pérez	Catedrático	Universidad de Valencia (UVa) e Instituto de Física Corpuscular (IFIC), CSIC	9.50		5
Benito Alén	Científico titular	Instituto de Micro y Nanoelectrónica del CSIC	0.67	8	
Carlos Sánchez-Azqueta	Ayudante doctor	Universidad de Zaragoza	4.33		
Daniel Alonso	Catedrático	Universidad de la Laguna	7.50		4
Daniel Manzano	Ayudante doctor	Universidad de Granada	8.00		
Daniel Rodríguez	Catedrático	Universidad de Granada	9.17	10	5
David Zueco	Científico titular	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	8.00		5
Diego Frustaglia	Profesor titular	Universidad de Sevilla	5.50		
Diego Porras	Investigador científico	Instituto de Física Fundamental CSIC	11.00		5
Eduardo Lee	Investigador Ramón y Cajal	Universidad Autónoma de Madrid	0.00	16	
Esperanza López	Investigadora Científica	Instituto de Física Teórica (CSIC-UAM)	4.50		
Externos (seminarios)			3.00		
Fernando Luis	Profesor de investigación	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón	3.50	8	



Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Institución	Horas Docencia	Laboratorio	Tutorías
		(UNIZAR-CSIC)			
Francesc Pérez-Murano	Profesor de investigación	Instituto de Microelectrónica de Barcelona	5.67	4	5
Germán Sierra	Profesor de investigación	Instituto de Física Teórica (CSIC-UAM)	3.00		
Gian Luca Giorgi	Investigador distinguido	Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-UIB)	2.50		3
Gloria Platero	Profesora de investigación	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM-CSIC	1.50		
Gonzalo Manzano	Ayudante Doctor	Universidad de Granada	1.00		
Jaime Colchero	Profesor titular	Universidad de Murcia	1.50		
Javier Cerrillo	Investigador distinguido Beatriz Galindo	Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)	13.50		3
Javier Prior	Profesor Titular	Universidad de Murcia	15.83	8	5
Jesús Martínez	Catedrático	Universidad de Zaragoza (Unizar)	0.00	8	
Joan Bausells	Profesor de investigación	Instituto de Micro y Nanotecnología-Centro Nacional de Microelectrónica (IMB-CNM, CSIC)	2.00	4	
José Llorens	Científico Titular	Instituto de Microelectrónica de Madrid (CSIC)	1.67		
José María de Teresa	Profesor de investigación	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	3.00		
Juan José García Ripoll	Investigador científico	Instituto de Física Fundamental CSIC	12.00		5
Juani Bermejo	Posdoc Marie Curie	Universidad de Granada	9.00		5



Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Institución	Horas Docencia	Laboratorio	Tutorías
Lucas Lamata	Profesor titular	Universidad de Sevilla	4.00		
Luis Martín Moreno	Profesor de investigación	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	3.00		
Marcos Curty	Profesor titular	Universidad de Vigo	7.00		5
María José Calderón	Científica titular	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM-CSIC	9.67		5
María José Martínez Pérez	Investigadora distinguida	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	7.00	8	5
Marta Fernández Regulez	Postdoc	Instituto de Micro y Nanotecnología-Centro Nacional de Microelectrónica (IMB-CNM, CSIC)	1.33		
Miguel Ortuño	Catedrático	Universidad de Murcia	4.00		5
Ramón Aguado	Investigador científico	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM-CSIC	13.17		5
Roberta Zambrini	Científica titular	Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-UIB)	5.00		
Rosa López	Catedrática	Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-UIB)	5.00		
Sigmund Kohler	Científico titular	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM-CSIC	3.00		
Soraya Sangiao	Profesora Ayudante	Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC)	0.67	4	
Tobias Stauber	Científico titular	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM-CSIC	6.00		



Nombre y apellidos	Crédito académico o profesional	Institución	Horas Docencia	Laboratorio	Tutorías
Tomás Ramos	Postdoc	Instituto de Física Fundamental CSIC	6.50		
Verónica Fernández Marmol	Científica titular	Instituto de Tecnologías Físicas (ITEFI CSIC)	8.67	8	5
Vicente Martin	Catedrático de Universidad	Universidad Politécnica de Madrid	4.00		
Vincenzo Gianini	Científico titular	Instituto de Estructura de la Materia	3.00		

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

La docencia online se llevará a cabo mediante el Campus Virtual de la UIMP, así como de su servicio técnico. La UIMP facilitará el acceso a bases científicas bibliográficas como WoS y Scopus. Se contempla la contratación de personal de apoyo técnico extra para la gestión de los recursos online.

8. RESULTADOS PREVISTOS

Tasa de graduación	Tasa de abandono	Tasa de eficiencia
90	10	90%

Justificación de los indicadores detallados con anterioridad.

El contenido del máster tiene una gran relevancia social y económica debido al actual desarrollo de las tecnologías cuánticas a nivel mundial y el florecimiento de una nueva industria basada en estas tecnologías. Ello hace que el perfil del alumnado (profesionales, personal investigador, graduado o licenciado) esté motivado por la adquisición de nuevas competencias y aprendizajes relevantes en este campo. De ahí, la estimación de que un alto porcentaje de alumnos finalice el estudio con éxito.

Por otro lado, la modalidad semipresencial favorece la flexibilidad del estudio. En este sentido, se espera que se minimice el riesgo de abandono ocasionado por falta de tiempo o incompatibilidad con la vida profesional y/o personal.

En relación con la tasa de eficiencia se prevé que, debido al interés de los temas que conforman los diferentes módulos y a la calidad del profesorado, y del material docente y los recursos que se pondrán a disposición del alumnado, el valor para esta tasa sea del 90%.



9. SISTEMA INTERNO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

La UIMP cuenta con un Sistema Interno de Garantía de la Calidad <http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios-propios/titulos-propios/sistema-de-garantia-interno-de-calidad-sgic-de-los-titulos-propios.html>.

Todos los procesos necesarios para asegurar la calidad de la formación, del profesorado, de los recursos y servicios destinados al alumnado, del proceso de admisión, del seguimiento y evaluación de los resultados de la formación y de la atención de las sugerencias y reclamaciones estarán revisados por los responsables que se detallan a continuación:

- La Dirección y Coordinación del máster.
- El Departamento de Postgrado y Especialización del CSIC
- El Vicerrectorado de Posgrado, investigación, y formación permanente de la UIMP.
- La Comisión académica del máster, integrada por representantes de todas las universidades implicadas en el máster, el CSIC y la UIMP

Además, la UIMP iniciará el proceso de acreditación institucional por ANECA, lo cual da idea de la importancia que otorga a la calidad.

Los mecanismos dirigidos a proporcionar información a los estudiantes están garantizados por el empleo del campus virtual UIMP. Así mismo la información dirigida a la sociedad contará con todos los medios de divulgación de las instituciones implicadas en este máster, haciendo hincapié en los medios disponibles por parte del CSIC y de la UIMP.

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

(con carácter orientativo se adjunta calendario de preinscripción y matrícula de la UIMP)

Plazo de preinscripción:	2 al 15 de noviembre 2022
Plazo de admisión:	Hasta el 25 de noviembre de 2022 (Resolución de admisión definitiva)
Plazo de matrícula:	A partir del 26 de noviembre de 2022, en los 10 días naturales a contar desde la recepción de la notificación de admisión
Lugar de formalización de la matrícula:	Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP)

* **ECTS:** Crédito Europeo (ECTS – European Credit Transfer System) ha quedado establecido como la unidad de medida del haber académico en las enseñanzas universitarias.

Representa la cantidad de trabajo que ha de realizar el estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de títulos.

1 crédito ECTS equivale a 25-30 horas, cantidad que incluye 8-10 horas lectivas (teóricas y prácticas); horas de estudio; horas dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas o proyectos; y horas exigidas para la preparación y realización de exámenes y pruebas de evaluación.

** **Perfil de ingreso y expediente académico:**

Isaac Peral, 23
28040 Madrid
Teléfono: 915920600



Como norma general, para el acceso a los estudios de postgrado será necesario estar en posesión del título de Grado (Licenciado, Arquitecto o Ingeniero, Ingeniero Técnico o Arquitecto Técnico) u otro expresamente declarado equivalente, con especial preferencia por los titulados que cumplan los requisitos específicos definidos en cada Máster.

Podrán ser admitidos titulados por universidades extranjeras sin necesidad de homologar su título, previa acreditación de un nivel de formación equivalente al del correspondiente título español y de que su título faculte para el acceso a estudios de postgrado en el país expedidor.

La UIMP establece y responde de todos los procedimientos relacionados con la apertura y seguimiento del expediente académico del alumno, así como de su custodia y tramitación. La gestión del expediente del alumno se rige por la normativa universitaria vigente. La UIMP gestiona de manera directa:

- Documentación compulsada del Título de Grado que da acceso al estudio y otra documentación requerida para la matriculación.
- Controla el cumplimiento de las condiciones de acceso y requisitos específicos de admisión.
- Tramita las preceptivas autorizaciones o informes que exige la Comisión de Estudios de Postgrado de la UIMP relativas al acceso de estudiantes con titulaciones extranjeras y otros estudios declarados expresamente equivalentes a Títulos de Grado.
- Establece el procedimiento de actas y convocatorias de examen.
- Establece el procedimiento de expedición de certificaciones y títulos.



4.1. Descripción general del plan de estudios

El objetivo principal del programa de máster es ofrecer un abanico de asignaturas que cubra de forma exhaustiva el mayor número de sectores y aplicaciones de las tecnologías cuánticas, sin descuidar aspectos teóricos y experimentales fundamentales y transversales a varias de esas áreas. Para estructurar esta formación, el programa docente consta de 60 créditos ECTS repartidos en dos semestres, divididos en cuatro materias, con las asignaturas detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1 Estructura de las enseñanzas

#	Asignatura	Tipo	Créditos (ECTS)	Presencial	*
Materia 1: Fundamentos					
A1	Fundamentos de las tecnologías cuánticas	OB	3	No	S1
A2	Teoría cuántica de la información	OB	6	No	S1
A3	Teoría cuántica avanzada	OB	6	No	S1
Materia 2: Tecnologías cuánticas					
A4	Criptografía y comunicación cuánticas	OPT	6	No	S1
A5	Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas	OPT	6	No	S1
A6	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	OPT	6	No	S1
A7	<i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos	OPT	3	No	S1
A8	Control cuántico	OPT	3	No	S2
A9	Implementación de tecnologías cuánticas	OPT	3	No	S1
A10	Circuitos cuánticos superconductores	OPT	3	No	S2
A11	Nanofotónica cuántica	OPT	3	No	S2
A12	Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	OPT	3	No	S2
A13	Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	OPT	3	No	S2
A14	Sensores cuánticos (Quantum metrology and sensing)	OPT	6	No	S2
A15	Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	OPT	3	Sí	S2
A16	Laboratorio de tecnologías cuánticas	OPT	6	Sí	S2
Materia 3: Temas avanzados de tecnologías cuánticas					
A17	Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	OB	3	Sí	S2
Materia 4: Trabajo de fin de máster					
A18	Trabajo de fin de máster	TFM	18	Sí	S2

*Semestre

Materia 1: Fundamentos (15 ECTS). Esta materia agrupa 3 asignaturas teóricas obligatorias (A1, A2, A3) con contenido esencial para comprender el resto de la oferta docente.



Materia 2: Tecnologías cuánticas (24 ECTS). Esta materia agrupa una colección de 13 asignaturas optativas que permiten profundizar en una o más áreas de las tecnologías cuánticas, como comunicación, computación, sensores y plataformas experimentales, así como en competencias y descripciones alternativas de estos sistemas, como termodinámica cuántica. Los estudiantes deberán cursar 24 créditos para que sumados a los créditos obligatorios (18) y los 18 de TFM logren los 60 créditos que constituyen el máster universitario.

Debido a que existen numerosas y muy diferentes combinaciones de estas asignaturas, no se consideran especializaciones, pero el estudiantado será asesorado en la elección y configuración de las asignaturas. Los estudiantes podrán elegir las asignaturas optativas más adecuadas en función de su perfil y sus intereses contando para ello con el apoyo del tutor/a.

Materia 3: (M3) Temas avanzados de tecnologías cuánticas (3 ECTS). El contenido del máster, aunque aborda un área de investigación e innovación emergente, se centra en temas bien establecidos y centrales al campo. Para complementar esta formación, el estudiantado organizará y participará de un evento de una semana, el *Congreso-escuela de tecnologías cuánticas*, donde asistirán a charlas en temas de investigación de frontera y donde el propio estudiantado ofrecerá seminarios o pósteres sobre su investigación.

Materia 4: (M4) Trabajo de Fin de Máster (18 ECTS). Se realizará un trabajo de investigación original dirigido por docentes del CSIC o las universidades colaboradoras, el cual será defendido ante un tribunal evaluador.

Metodología de la modalidad de impartición

Cada estudiante desde el momento de su matrícula, contará con un/a tutor/a que seguirá su trabajo a lo largo del programa con reuniones periódicas, aconsejando en la elección de las asignaturas optativas a cursar en función de sus intereses y motivación.

La metodología de enseñanza-aprendizaje del estudio se basa en la combinación de actividades online asíncronas y síncronas y actividades presenciales. Así pues se ofrecerá de manera general:

- Contenidos grabados, estructurados en unidades temáticas que pueden ser estudiadas de forma independiente.
- Actividades presenciales o virtuales síncronas y/o asíncronas, destinadas a resolver dudas sobre los contenidos y los problemas.
- Las asignaturas experimentales optativas con un contenido práctico en el laboratorio. Éstas son las asignaturas “Micro/Nano fabricación para tecnologías cuánticas” y “Laboratorio de



tecnologías cuánticas”. Ambas involucran actividades de creación o manipulación presencial en laboratorios en diferentes ciudades españolas, supervisadas por docentes.

El congreso-escuela es una actividad distintiva que permitirá al alumnado convivir y conocerse, en algunos casos por primera vez en persona. Tendrá una duración de una semana donde el estudiantado asistirá a charlas especializadas y clases magistrales de líderes en el campo y presentarán sus trabajos de investigación de fin de máster. El estudiantado tomará parte activa en su organización, bajo la supervisión del personal docente, escogiendo ponentes, diseñando el programa de charlas y actividades, coordinando la distribución de invitaciones, viajes y alojamiento, así como la presentación de sus propios trabajos. Esta asignatura constituirá una experiencia singular que no sólo creará un mayor espíritu de comunidad, sino que les facilitará habilidades complementarias de organización, comunicación y gestión científica. Se realizará en el campus de alguna de las universidades implicadas en formato híbrido para permitir la participación en remoto de estudiantes internacionales que no puedan desplazarse.

El máster contempla un itinerario de docencia enteramente no presencial. Para ello se cursarán las asignaturas optativas no presenciales, se supervisará a distancia el trabajo de fin de máster y se participará en el congreso escuela de forma remota. Esta opción se solicitará formalmente a la Comisión Académica y se concederá de forma excepcional a estudiantes que, por su ubicación remota (p.ej. estudiantes en Latinoamérica, Europa, etc), falta de recursos o circunstancias personales, no puedan acudir a las asignaturas presenciales.

4.1.1. Trabajo de fin de máster (TFM)

El Máster Universitario concluirá con la elaboración de un TFM de 18 créditos y su posterior defensa ante un Tribunal.

Los estudiantes dispondrán de un listado de temas de investigación desde el inicio del curso para su elección.

Cada trabajo será dirigido por personal investigador con grado de Doctor que participe como docente en el Máster Universitario. Además, bajo petición justificado por parte del estudiante a la Dirección del Máster, el TFM podrá ser co-dirigido por personal investigador o profesional externo.

El TFM se puede realizar en formato presencial, semipresencial u online dependiendo de la naturaleza teórica o experimental del trabajo a desarrollar, de acuerdo con la persona que dirija dicho trabajo.

La Normativa del Trabajos de Fin de Máster (TFM) será acorde con las pautas de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, la cual establece las directrices relativas a la definición, realización,



defensa, calificación y tramitación administrativa de los TFM que se establezcan en los planes de estudios de las distintas titulaciones oficiales de Máster Universitario de la UIMP.

El TFM consistirá en la realización de un trabajo original, autónomo y personal, bajo la orientación de un/a profesor/a, en el que se apliquen y desarrollen los conocimientos y capacidades adquiridos a lo largo de la titulación, demostrando que ha alcanzado las competencias previstas en el plan de estudios. El término original queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por la misma persona en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

El TFM será desarrollado, defendido y calificado individualmente. Se podrá aprobar, previa petición formal y motivada del/a estudiante a la Comisión Académica del título, y siempre que existan condiciones técnicas, administrativas y económicas que lo permitan, que la defensa se produzca a distancia de forma virtual o por otro medio siempre que se garantice la defensa pública del TFM y el control de la identidad del/a estudiante evitando su suplantación. El TFM será defendido en acto público ante un tribunal compuesto por un mínimo de tres doctores y un máximo de cinco. Al menos el 60% del tribunal ha de estar formado por personal del claustro docente, excluyendo a la persona directora del TFM.

El tribunal evaluará la memoria (60%) y la defensa pública (40%) teniendo en cuenta el informe y la evaluación de la memoria presentados por el director o la directora del trabajo.

4.1.2. Secuenciación temporal

La planificación temporal inicial es la descrita en la Tabla 1. Las asignaturas obligatorias tienen lugar al comienzo del primer semestre. Las asignaturas optativas se reparten entre el primer y segundo semestre, de acuerdo con la orientación ofrecida en la tabla 1 (última columna), aunque esta distribución podrá ser revisada a lo largo de la ejecución del máster.

El congreso-escuela es la última actividad antes o coincidente con la defensa del TFM. Esta planificación podrá variar en función de la demanda de asignaturas que experimente el máster, para equilibrar la carga y hacerla compatible con las restricciones de las propias universidades.



4.1.3. Relación de asignaturas y resultados de formación y aprendizaje (RFA) del título

Tabla 2 Relación de RFA por materia/ asignatura

Materias	Asignaturas	Resultados de formación y aprendizaje
Materia 1: Fundamentos	A1 Fundamentos de las tecnologías cuánticas	RFA1, RFA15 RFA9
	A2 Teoría cuántica de la información	RFA2, RFA7, RFA15 RFA4, RFA9
	A3 Teoría cuántica avanzada	RFA6, RFA15 RFA3, RFA9
Materia 2: Tecnologías Cuánticas	A4 Criptografía y comunicación cuánticas	RFA3, RFA15 RFA5, RFA9, RFA16, RFA17
	A5 Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas	RFA15, RFA23 RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A6 Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	RFA15, RFA25 RFA9, RFA16, RFA17
	A7 <i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos	RFA5, RFA15, RFA23, RFA26 RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A8 Control cuántico	RFA15, RFA24 RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A9 Implementación de tecnologías cuánticas	RFA4, RFA5, RFA8, RFA15 RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A10 Circuitos cuánticos superconductores	RFA2, RFA15, RFA27 RFA9, RFA16, RFA17
	A11 Nanofotónica cuántica	RFA15 RFA5, RFA9, RFA16, RFA17
	A12 Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	RFA15, RFA10 RFA5, RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A13 Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	RFA15, RFA11 RFA5, RFA9, RFA16, RFA17
	A14 Sensores cuánticos (Quantum metrology and sensing)	RFA15, RFA4, RFA28 RFA5, RFA9, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19
	A15 Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA18, RFA23, RFA4, RFA29 RFA5, RFA9, RFA10, RFA12, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19.
	A16 Laboratorio de tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA18, RFA23, RFA4, RFA30 RFA5, RFA9, RFA10, RFA12, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19.



Materia 3: Temas avanzados de tecnologías cuánticas	A17 Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA19, RFA21, RFA12, RFA13, RFA9, RFA10, RFA13, RFA14, RFA6, RFA7
Materia 4: Trabajo de Fin de Máster	A18 Trabajo de fin de máster	RFA15, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22, RFA14, RFA8, RFA9, RFA11, RFA12, RFA13, RFA14, RFA15.

4.1.4. Actividades formativas, metodologías docentes y sistemas de evaluación

A) Actividades formativas

AF1	Lección magistral: exposición (síncrona, asíncrona o presencial) sobre el contenido de la asignatura que incluyen seminarios y/o conferencias.
AF2	Clase práctica: realización de prácticas de computación o prácticas de laboratorio de manera tutelada.
AF3	Tutorías individuales y/o colectivas
AF4	Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante
AF5	Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo: informes de laboratorio, de trabajos y de proyectos guiados
AF6	Pruebas de evaluación: exámenes orales y/o escritos
AF7	Organización de congresos
AF8	Presentación y defensa de trabajo de fin de máster

B) Metodologías docentes formativas

MD1	Clases magistrales
MD2	Resolución de casos prácticos
MD3	Prácticas de programación o de laboratorio
MD4	Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas
MD5	Seminarios y conferencias
MD6	Tutorías individuales y/o colectivas

C) Sistemas de evaluación

SE1	Valoración de la participación en tutorías
SE2	Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo
SE3	Valoración de exposiciones orales de trabajos



SE4	Valoración del examen final oral o escrito
SE5	Valoración de la memoria, presentación y defensa pública del TFM
SE6	Valoración de asistencia y participación en la organización del congreso-escuela

4.1.5. Procedimiento de control de la identidad del alumnado

~~El usuario se identifica en la plataforma con un código de usuario y una contraseña proporcionados por UIMP al crear al usuario en la plataforma. El usuario puede cambiar dicha contraseña y en ese caso la contraseña se guarda encriptada en la plataforma, de forma que nadie puede conocer la contraseña del usuario cuando éste la modifica.~~

En las pruebas de evaluación, igual que en las clases, se usará el campus virtual de la UIMP (herramienta de eLearning para la docencia en línea). Este usa el sistema de videoconferencia “google meet” que permite compartir pantalla y activar la webcam de los estudiantes, lo que es necesario para comprobar la autoría, identidad y falta de ayuda usando los protocolos que abajo se exponen. El acceso a las videoconferencias se hace previo registro en el campus virtual con el usuario y claves que la UIMP proporciona a cada estudiante, que son personales e intransferibles

En el caso de sistemas de evaluación (exámenes y exposiciones orales), los estudiantes deberán tener activa su webcam mientras dure la prueba de evaluación, facilitar su identificación al inicio de la misma con un documento acreditativo (DNI, pasaporte o similar) y permitir la visualización de su entorno. Adicionalmente, se les recordará que pueden ser requeridos a compartir su pantalla en cualquier momento, para evitar que puedan consultar temario a través del ordenador.

La evaluación de la participación en clase se realiza de manera activa por parte del profesorado, que tiene el control de lo que está sucediendo en las sesiones síncronas, al ser obligatorio tener activos la cámara y el micrófono durante estas sesiones.

El acto de defensa del TFM será público y síncrono y la interacción directa del tribunal con el estudiante será durante la exposición y la ronda de preguntas. El uso de diapositivas durante la presentación es idéntico a una defensa presencial salvo que se hará a través de compartir pantalla. Al inicio de la presentación se solicitará al estudiante que acredite su identidad a través de un documento oficial (DNI, pasaporte o similar).



4.1.6. Mecanismos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

El órgano responsable de la gestión académica del máster es la Comisión Académica del Máster Interuniversitario. Esta Comisión será nombrada y estará supeditada a la Comisión de Seguimiento, que estará regulada por el Convenio Interuniversitario suscrito por las universidades. La Comisión de Seguimiento será la responsable de velar que el desarrollo del máster se ajuste a dicho Convenio y vendrá nombrada por los órganos responsables en cada una de las Instituciones.

La Comisión Académica está formada por un/a Director/a, que preside las reuniones, dos coordinadores/as, uno/a del CSIC y otro/a de Universidades, más una representación proporcional del profesorado del CSIC y universidades fijada en el convenio.

Es responsabilidad de la dirección del máster:

- Presidir la Comisión Académica del Máster Interuniversitario.
- Vigilar la calidad docente de la titulación.
- Supervisar la actualización del plan docente para garantizar su adecuación a los estándares investigadores y las necesidades sociales y profesionales.
- Promover la orientación profesional de los estudiantes.
- Coordinar la elaboración de la Memoria Académica de Titulación.

Las responsabilidades de la coordinación se distribuyen de la siguiente forma:

- Coordinador/a de asignaturas: gestiona y organiza la actividad docente de las asignaturas, asegurando la aplicación adecuada de lo dispuesto en el Proyecto de la Titulación.
- Coordinador/a de trabajo de fin de máster: gestiona y organiza la oferta de trabajos de fin de máster por parte del equipo docente, la selección por el alumnado y el seguimiento de su desarrollo hasta la defensa pública.

La Comisión Académica del Máster se ocupará de

- Supervisar los criterios de selección del alumnado admitido en el máster.
- Gestionar la transferencia y reconocimiento de créditos, de acuerdo con la normativa antes explicada.
- Asignar las tutorías académicas.
- Supervisar el correcto cumplimiento de los objetivos académicos.



- Gestionar, supervisar y resolver todos los aspectos del funcionamiento del máster.
- Recoger y estudiar las necesidades y propuestas del alumnado y del personal administrativo y docente.
- Decidir qué estudiantes deben cursar la asignatura Introducción a la Mecánica Cuántica

4.1.7. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

En el momento de la compleción de este documento no existen acuerdos de movilidad para el máster entre la UIMP y las universidades colaboradoras y otras entidades docentes nacionales e internacionales. Sin perjuicio de que estos acuerdos se firmen en el futuro, contemplamos no obstante acciones de movilidad y acogida para estudiantes del máster.



5.1. Perfil básico del profesorado

El número de profesores destinados a impartir docencia en el título es de ~~60~~ 50 docentes pertenecientes a diferentes centros universitarios o al CSIC. Una parte del profesorado pertenece a universidades ajenas al convenio. Todo el profesorado actúa dentro del ámbito de conocimiento de Física y Astronomía. El profesorado que impartirá docencia en este título posee la cualificación necesaria en cuanto a:

- Nivel C1 de inglés para impartir la docencia en dicho idioma.
- Experiencia en impartir docencia a través de plataformas virtuales que permitan un proceso de enseñanza y aprendizaje a distancia.

La distribución de profesorado por categorías y asignaturas se puede visualizar en la tabla que se muestra a continuación:

PROFESORADO DEDICADO AL TÍTULO					
CATEGORIAS	Total (#)	Total (%)	Doctores (%)	Créditos ECTS	Asignaturas
Catedrático de Universidad	7	11	100	11	A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9, A12, A14, A16, A17, A18
Titular de Universidad	9	15	100	14	A3, A4, A6, A7, A8, A9, A13, A14, A16, A17, A18
Profesor de Investigación (CSIC)	9	15	100	14	A3, A5, A9, A10, A11, A13, A14, A15, A17, A18
Investigador Científico (CSIC)	5	9	100	9	A2, A3, A5, A6, A9, A10, A13, A17, A18
Científico Titular (CSIC)	9	15	100	15	A3, A4, A5, A7, A9, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18
No permanente (doctor)	9	15	100	14	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A14, A16, A17, A18
No permanente (predoctoral)	3	5	0	2	A15, A16
Externos	9	15	100	14	A3, A6, A11, A13, A15, A17, A18



DEDICACIÓN DEL PROFESORADO POR ASIGNATURA								
ASIGNATURA	CU(%)	TU (%)	PI (CSIC) (%)	IC (CSIC) (%)	CT (CSIC) (%)	NP (D) (%)	NP (PD) (%)	E (%)
A1	100	0	0	0	0	0	0	0
A2	31	0	0	26	0	43	0	0
A3	0	18	18	10	18	18	0	18
A4	28	36	0	0	36	0	0	0
A5	17	0	23	14	23	23	0	0
A6	17	23	0	14	0	23	0	23
A7	0	34	0	0	33	33	0	0
A8	42	58	0	0	0	0	0	0
A9	17	23	23	14	23	0	0	0
A10	0	0	38	24	0	38	0	0
A11	0	0	25	0	25	25	0	25
A12	26	0	0	0	37	37	0	0
A13	0	22	22	12	22	0	0	22
A14	16	21	21	0	21	21	0	0
A15	0	0	43	0	0	0	14	43
A16	18	25	0	0	25	25	7	0
A17	11	16	16	9	16	16	0	16
A18	11	16	16	9	16	16	0	16





TITULACIÓN ACADÉMICA	CATEGORÍA ACADÉMICA	ACREDITACIÓN*	EXPERIENCIA DOCENTE**	EXPERIENCIA INVESTIGADORA***
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docente del máster de Física Avanzada y Matemática Aplicada de la Universidad de las Islas Baleares y en el máster de Sistemas Complejos del IFISC. Docencia de grado. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado. 20 años de docencia.	4 sexenios. Experta en transporte cuántico en nanosistemas, en ruido cuántico, sistemas fuertemente correlacionados. Así mismo tengo contribuciones importantes en termodinámica cuántica, termoelectricidad y en sistemas topológicos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Es profesor de la asignatura de Física Cuántica de Grado y de máster en la Universidad de Granada. 20 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	3 sexenios. Experto en trampas de iones (Paul y Penning) y enfriamiento láser (Doppler y sideband cooling) con aplicaciones en tecnologías cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia en el máster de Astrofísica y el de estructura de la Materia en la Universidad de La Laguna. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado. 30 años de docencia.	5 sexenios. Experto en sistemas cuánticos abiertos, termodinámica cuántica y medida en Física Cuántica. Responsable del grupo de Física Cuántica en la ULL
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Ha impartido la asignatura Física Cuántica del grado en Física durante 15 años. 35 años de docencia.	6 sexenios. Experto en sistemas cuánticos desordenados e interactuantes, con énfasis en propiedades de transporte y en transiciones cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado. 30 años de docencia de grado y máster.	Como experto en la técnica de EPR, tanto en modo continuo como pulsado, he impartido distintos cursos de máster y postgrado de aplicación del EPR a la caracterización avanzada de materiales aplicación de técnicas avanzadas de EPR para la caracterización de la estructura electrónica de materiales y sistemas biológicos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia a nivel de Doctorado y grado en Ingeniería informática y en grado de Matemáticas + informática en UPM. 30 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	5 sexenios. Experto en comunicaciones cuánticas, con especial énfasis en la teoría de la criptografía cuántica y de la distribución cuántica de clave.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Profesor del Programa de Doctorado en Ciencias y Tecnologías Físicas de la Universidad de Sevilla. Profesor visitante en universidades extranjeras. 30 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	5 sexenios. Experto en comunicaciones cuánticas, con especial énfasis en aplicaciones de la criptografía cuántica y de la distribución cuántica de clave en redes de telecomunicaciones.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia de grado en la Universidad de Valencia y	6 sexenios. Experto en recorridos cuánticos y sistemas cuánticos abiertos. Responsable del Grupo de ordenadores



Doctor/a en Ciencias Físicas	Catedrático/a Universidad	Catedrático/a ANECA	<p>cursos de posgrado y de doctorado relacionados con las tecnologías cuánticas. Ha dirigido o codirigido varios trabajos fin de grado, de fin de máster y tesis doctorales. 30 años de docencia.</p> <p>Ha impartido docencia en el máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Vigo, que incluye contenidos sobre criptografía cuántica con tecnología fotónica. 20 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.</p>	cuánticos y simulaciones cuánticas de la Universitat de València.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científica titular CSIC	N/A	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. 10 años de docencia y coordinación en el Máster en Física de Sistemas Complejos del IFISC-CSIC. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.</p>	3 sexenios. Experto en comunicaciones cuánticas, con especial énfasis en la teoría de la criptografía cuántica y de la distribución cuántica de clave.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científica titular CSIC	N/A	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Ha colaborado en el máster de Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas de la UCM, el de Ingeniería de Sistemas Electrónicos y Aplicaciones de la UC3M, así como el de Quantum Computing Technology de la UPM impartiendo varios seminarios. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.</p>	4 sexenios. Experta en sistemas cuánticos abiertos, redes cuánticas, óptica cuántica, termodinámica cuántica y aprendizaje automático cuántico.
Doctor en Física	Científico titular CSIC	Acreditación ACU (recerca, professor titular), probated lecturer 2016 (UK), professore associato fisica teórica (IT) MCF and Prof. section 29 (FR)	<p>Ha impartido 9 años docencia a nivel de grado y posgrado en la Universidad de Strathclyde y en el máster interuniversitario de Quantum technologies del area de Barcelona. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.</p>	2 sexenios. Experta en sistemas experimentales de distribución cuántica de claves, tanto en fibra óptica como en espacio libre, a altas velocidades, así como en técnicas de estabilización de haces láser en presencia de turbulencias atmosféricas para comunicaciones ópticas/cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico Titular CSIC	Profesor/a Titular/ANECA	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Ha impartido más de 600 horas de clases universitarias y fue profesor contratado de la Universidad de Augsburg impartiendo un curso de máster (8 créditos). Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.</p>	3 sexenios. Experto en problemas cuánticos de muchos cuerpos, dinámica fuera del equilibrio y redes tensoriales.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico titular CSIC	N/A	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Ha impartido clases de láseres y dispositivos electrónicos en el máster de Física Avanzada de la Universidad de Valencia.</p>	4 sexenios. Experto en teoría de estado sólido y nanofotónica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico titular CSIC	N/A	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas.</p>	2 sexenios. Experto en propiedades cuánticas ópticas y electrónicas de nanoestructuras basadas en semiconductores III-V y cristales fotónicos (puntos cuánticos, células solares, fuentes "single-photon")
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico titular CSIC	N/A	<p>Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas.</p>	3 sexenios. Experto en propiedades optoelectrónicas y fotónicas de nanoestructuras basadas en semiconductores III-



Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico Titular CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia en el máster de Física y Tecnologías Físicas de la Universidad de Zaragoza. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	V (puntos cuánticos y nanohilos).
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico Titular CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Es profesor del máster de tecnologías físicas de la Universidad de Zaragoza en la asignatura de Low Temperature Physics. 22 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experto en implementaciones de estado sólido para procesadores cuánticos (qubits de spin y circuit QED); óptica cuántica. 4 sexenios. Experto en metrología cuántica, muy bajas temperaturas y en el desarrollo de sensores cuánticos de radiación.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico Titular CSIC	N/A	Es profesor del máster de tecnologías físicas de la Universidad de Zaragoza.	Experto en desarrollo de detectores de radiación, bajas temperaturas y en instrumentación científica
Doctor/a en Ciencias Físicas	Científico Titular CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas y en la University of New Mexico (más de 600 horas de docencia). Fue codirector del Programa de Doctorado "Optical Science and Engineering" de la University of New Mexico en el curso académico 2018-2019. Premio a la excelencia en docencia de la University of New México en 2016. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experto en nanofónica teórica y simulación de las propiedades ópticas de nanoestructuras
Doctor/a en Ciencias Físicas	Contratado Dr	Profesor/a contratado/a doctor/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas y docencia de grado y máster. 6 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	12 años de experiencia investigadora. Experto en transporte cuántico y nanoestructuras híbridas de superconductores y semiconductores con aplicaciones en tecnologías cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Científico CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte docencia en un curso de posgrado del CSIC (7 ediciones). Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experto en propiedades de sistemas mesoscópicos, correlacionados y topológicos en nanoestructuras con aplicaciones en tecnologías cuánticas basadas en estado sólido.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Científico CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte docencia en un curso de posgrado del CSIC (7 ediciones). Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experta en propiedades electrónicas de materiales cuánticos (superconductividad, magnetismo, electrones fuertemente correlacionados) y nanoestructuras basadas en semiconductores para tecnologías cuánticas (quantum dots y dopantes).
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Científico CSIC	N/A	Ha impartido 9 cursos en programas de grado y máster. Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experto en transporte cuántico, disipación e interacción entre luz y materia en heteroestructuras de semiconductores con aplicaciones para tecnologías cuánticas.



Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Científico CSIC	Profesor Contratado Doctor ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia en el máster in Physical Sciences de la Universidad de Murcia. Coordinador CSIC del máster de Tecnologías Cuánticas de la Universidad Carlos III de Madrid. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experto en nanofotónica y óptica cuántica con vistas a aplicaciones en tecnologías cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Científico CSIC	Profesor Contratado Doctor ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. También ha impartido cursos en la Universidad de Sussex y la Universidad Complutense de Madrid. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	3 sexenios. Experto en tecnologías cuánticas y su implementación en sistemas atómicos y de óptica cuántica; simuladores basados en iones atrapados; sensores cuánticos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador científico CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. 10 años de docencia en el máster de física teórica de la Universidad Complutense de Madrid en computación y simulación cuánticas. Cursos monográficos invitados internacionales. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experto en computación y simulación cuántica con circuitos superconductores, iones atrapados y átomos ultrafríos; también en algoritmos cuánticos y de inspiración cuántica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Distinguido Beatriz Galindo	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Ha impartido clases de cuántica a nivel de máster en la Technische Universität Berlin a nivel de máster y a nivel de grado en la UPCT. 8 años de docencia.	12 años de experiencia investigadora. Experto en sistemas cuánticos abiertos, óptica cuántica y sensores cuánticos. Responsable del grupo de investigación Quantum Technologies de la UPCT.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Distinguido Beatriz Galindo	Profesor Contratado Doctor AQUIB	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte la asignatura de Complex Quantum Systems dentro del máster de Física de Sistemas Complejos de la UIB. 5 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	20 años de experiencia investigadora. Experto en sistemas complejos cuánticos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Distinguido CSIC	Contratado/a doctor/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte superconductividad y uniones Josephson en el máster en Física y Tecnologías Físicas de la Universidad de Zaragoza. 4 años de experiencia docente. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experta en nanodispositivos superconductores de alta y baja temperatura crítica basados en uniones Josephson y nanoestructuras magnéticas para tecnologías cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Ramón y Cajal	N/A	Director del máster Quantum Technologies and Engineering de la Universidad Carlos III de Madrid. Imparte y coordina docencia en el grado de ingeniería física de las asignaturas Computación Cuántica y Tecnologías cuánticas. Dirección de TFM en tecnología cuánticas.	2 sexenios. Experto en el desarrollo de controles óptimos y técnicas para la manipulación de sistemas cuánticos con aplicaciones en computación y sensado. Además es experto en termodinámica y redes neuronales cuánticas.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigador Ramón y Cajal	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Clases prácticas de Mecánica Cuántica en la Universidad de la Concepción, Chile.	Experto en óptica cuántica, descripción de sistemas cuánticos abiertos e implementación de tecnologías cuánticas con sistemas atómicos, nanofotónicos y circuitos superconductores.

Doctor/a en Ciencias Físicas	Investigadora Científica CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte introducción a la información y computación cuánticas y teoría cuántica de campos avanzada en el máster de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid. 2 años de docencia en estudios de grado. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experta en dinámica de sistemas cuánticos fuera del equilibrio, redes tensoriales y desarrollo de protocolos de corrección y mitigación de errores para la computación cuántica.
Doctor/a en Ingeniería Electrónica	Investigadora postdoctoral	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas, en el grado y en el máster oficial de Nanociencia y Nanotecnología de la Univ. Autónoma de Barcelona.	Experta en tecnologías de micro y nano fabricación, incluyendo la integración de nanohilos semiconductores en dispositivos electrónicos
Doctor/a en Ciencias Químicas	Investigadora senior ARAID	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Además imparte docencia en varios másters de la Universidad de Zaragoza. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experta en AFM, nanofabricación ambiental y en integración de qubits y proteínas en sensores superconductores.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Postdoc	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Dirección de trabajos de introducción a la investigación.	12 años de experiencia investigadora. Experta en computación cuántica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Postdoc	Profesor/a contratado doctor ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte clases tanto en el grado de Física como en el Máster de Física y Matemáticas de la Universidad de Salamanca. Docencia de grado en la Universidad de Murcia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación.	10 años de experiencia investigadora. Experto en simulaciones cuánticas para estudiar las propiedades de sistemas en estado sólido.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor contratado doctor	Profesor/a contratado/a doctor/a	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia en la Universidad de Zaragoza. 10 años.	2 sexenios. Experto en diseño de circuitos CMOS para aplicaciones de computación cuántica y seguridad cuántica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de Investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Coordina la asignatura de nanofabricación avanzada del máster oficial en Nanociencia y Nanotecnología avanzada de la Univ. Autónoma de Barcelona. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	5 sexenios. Experto en el desarrollo y aplicación de métodos de nanofabricación, especialmente para micro /nano electrónica y sistemas micro/nano electromecánicos. Actualmente lidera varios proyectos de desarrollo de métodos de nanofabricación para tecnologías cuánticas
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de Investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia en micro y nanofabricación en el grado y máster de Nanociencia y Nanotecnología Avanzadas de la Univ. Autónoma de Barcelona. 31 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	6 sexenios. Experto en tecnología de micro y nano fabricación para dispositivos micro/hanoelectrónicos y micro/nanomecánicos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de Investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Coordina e imparte clases en el máster en física y tecnologías cuánticas. Coordina e imparte clases en el máster en física y	4 sexenios. Experto en física experimental de nanomateriales a muy bajas temperaturas, con especial interés en el





Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de Investigación CSIC	N/A	tecnologías físicas de la universidad de Zaragoza, donde es colaborador docente. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	desarrollo de qubits y qubits de espín en moléculas magnéticas y de circuitos cuánticos superconductores.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de investigación del CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas de la UIMP. Durante 23 años ha impartido clase a nivel de grado y de máster en la Universidad de Zaragoza en asignaturas relacionadas con las tecnologías cuánticas. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	5 sexenios. Experto en nanofotónica: plasmónica, nanofotónica cuántica, topología en nanofotónica y materiales de anchura atómica; Inteligencia Artificial.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Imparte un curso de introducción a la información y computación cuánticas en el máster de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid. Ha impartido cursos de doctorado en la UAM a lo largo de varios años. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	5 sexenios. Experto en física de la materia condensada, modelos integrables, teorías de campos conformes, materia cuántica topológica e información y computación cuántica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor de investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas, en el Máster de Físicas y Tecnologías Físicas de la Universidad de Zaragoza y en el Máster de Materiales Nanoestructurados para aplicaciones nanotecnológicas. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experto en nanolitografía con haces de electrones e iones, propiedades de magnetotransporte de nanoestructuras, nanoestructuras magnéticas, nanoestructuras superconductoras, nuevos materiales.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor Titular Universidad	Profesor/a titular ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Profesor de electromagnetismo, física computacional y física de los sistemas complejos en la Universidad de Granada. Anteriormente, profesor en la Singapore University of Technology and Design. Titulado en enseñanza universitaria por el Massachusetts Institute of Technology. 10 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experto en aprendizaje automático cuántico y sistemas cuánticos abiertos.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor Titular Universidad	Profesor/a titular ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Docencia de la asignatura física cuántica del grado en Física (3 años). Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado. 20 años de docencia.	3 sexenios. Experto en metrología cuántica, técnicas cuánticas numéricas, biología cuántica y dinámica de sistemas cuánticos; centros nitrógeno vacante; puesta en marcha del primer laboratorio con esta tecnología de España aplicada a NMR.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor Titular Universidad	Profesor/a titular ANECA	Ha impartido docencia en la materia a nivel de grado en la UPCT. 19 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	3 sexenios. Experto en Información Cuántica en teorías de cuanticas de campos
Doctor en Ciencias Naturales	Profesor Titular Universidad	NA	Ha impartido docencia en la Universidad de Konstanz, la Universidad Autónoma de Madrid y en la Universidad de Murcia en asignaturas relacionadas con las tecnologías cuánticas. 25 años de docencia. Dirección	30 años de experiencia investigadora. Experto en nanociencia, en particular en la técnica de microscopía de fuerzas atómicas.



Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor/a Titular Universidad	Profesor/a titular ANECA	de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	4 sexenios. Experto en física mesoscópica y responsable del grupo de investigación en Teoría Cuántica de Nanoestructuras de la Universidad de Sevilla.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesor/a Titular Universidad	Profesor/a titular ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Profesor del Programa de Doctorado en Ciencias y Tecnologías Físicas de la Universidad de Sevilla. Dirección de TFGs, TFM's, y tesis doctorales. Profesor visitante en universidades extranjeras. 15 años de docencia.	3 sexenios. Experto en teoría cuántica e inteligencia artificial.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesora contratada Dra	Profesor/a contratado/a doctor/a ANECA	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Profesor del Programa de Doctorado en Ciencias y Tecnologías Físicas de la Universidad de Sevilla. Docencia en el Máster de Ciencia y Tecnologías Cuánticas de la Universidad del País Vasco (asignaturas de Quantum optics and Information y de Quantum technologies). 9 años de docencia. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	2 sexenios. Experta en fabricación de nanoestructuras con Electron Beam Lithography, Focused Ion Beam and Focused Beam Induced Deposition; estudio de propiedades magnéticas, transporte electrónico y espintrónica.
Doctor/a en Ciencias Físicas	Profesora de Investigación CSIC	N/A	Ha impartido docencia en la misma materia dentro del máster propio de tecnologías cuánticas. Participa en el máster de Física Teórica de la UCM. Dirección de trabajos de introducción a la investigación y doctorado.	6 sexenios. Experta en sistemas mesoscópicos y en nanoestructuras (puntos cuánticos y sistemas híbridos) para tecnologías cuánticas.

*Tipo de acreditación/figura y agencia evaluadora

**Experiencia docente: años de experiencia docente y ámbitos en lo que se ha ejercido la misma relacionado con el título propuesto.

***Experiencia investigadora: años de experiencia investigadora o número de sexenios y principales líneas de investigación asociadas.

Méritos docentes de personal no acreditado:

Las categorías profesionales del CSIC tienen su equivalente en el ámbito universitario. Así, los Científicos Titulares e Investigadores Científicos se identifican con los Profesores Titulares de Universidad y los Profesores de Investigación se identifican con los Catedráticos de Universidad. Todos ellos tienen méritos docentes en la formación de estudiantes de postgrado (especialmente a nivel de máster y doctorado). El personal no permanente doctor (investigadores postdoctorales contratados; Investigadores Ramón y Cajal, Juan de la Cierva, o similares; Profesores Ayudantes Doctores) tiene experiencia en la formación de estudiantes de grado (Trabajo Fin de Grado) y posgrado (máster y doctorado).

En cuanto al personal no permanente predoctoral, se trata de estudiantes de doctorado senior (a partir de 2do año) que realizarán tareas docentes de laboratorio vinculadas a asignaturas específicas (A15 y A16) que típicamente contará con experiencia en la supervisión de estudiantes de grado (Trabajo Fin de Grado).



5.2. Personal de apoyo a la docencia

El Vicerrectorado de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo cuenta con un equipo que trabaja en las labores de coordinación y administración del título. Entre sus funciones está la puesta en marcha de medidas de mejora y calidad del título, gestión y aplicación de la normativa académica, gestión de los expedientes del alumnado y la expedición de los títulos y certificados académicos que corresponda.

La tabla que se muestra a continuación indica la denominación, las responsabilidades y la categoría administrativa de cada puesto. Así pues, tal y como puede observarse, la UIMP pone a disposición de este título 8 personas y el CSIC pone a disposición del título 2 técnicos de laboratorio.

A su vez, las Universidades participantes incorporarán, en el momento que sea necesario, una persona de apoyo para la gestión de los recursos que sea necesario utilizar de la Universidad de referencia.

Por lo tanto, el total de personal de apoyo docente puesto a disposición para el título es de 12 más 1 persona por universidad participante.

Este personal no requiere ninguna cualificación específica para esta enseñanza pues la tutorización y seguimiento al estudiante para resolver incidencias, evitar el abandono, etc. recae en la figura del tutor académico asignado en el momento de la matrícula, y que pertenece al claustro docente.

Las incidencias informáticas ocurridas en la plataforma al usuario (docentes y estudiantado) son atendidas por el personal específico de la UIMP.



Denominación del puesto	Responsabilidades	Categoría administrativa
Técnico de gestión académica	Gestión del programa de posgrado	Técnico de programación Laboral Grupo 2
Técnico de Calidad	Gestión de calidad del título	Funcionario A2
Auxiliar administrativo Vicerrectorado de Posgrado e Investigación	Tareas administrativas	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de la Secretaría de Alumnos de Posgrado	Matriculación y gestión del expediente académico. Expedición de certificaciones y títulos.	Jefe de Servicio Funcionario A2
Auxiliar administrativo de Secretaría de Alumnos	Auxiliar en los procesos de matriculación de alumnos	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de servicio de relaciones institucionales y convenios	Coordinación y seguimiento del convenio	Gestión del Estado Funcionario A2
Jefe de servicio de coordinación informática	Gestión del área informática de la UIMP	Gestión del Estado Funcionario A2
Técnico de gestión informática	Administrador del Campus Virtual. Centro de atención al usuario.	Técnico de programación informática Laboral Grupo 2
Personal técnico de laboratorio	Gestión y mantenimiento de equipos e instalaciones.	Auxiliar

5.3. Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

La Universidad Internacional Menéndez Pelayo considera que la consecución de la igualdad efectiva entre mujeres y hombres es fundamental, así como la igualdad de oportunidades sin distinción por raza, condición social, etc., Los mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación en la Universidad comienzan asegurando que el objetivo de los procesos de selección de personal sea la incorporación de los candidatos y candidatas idóneos para el perfil ofertado.

Igualmente, de conformidad con la legislación vigente, se han establecido medios que garantizan el derecho de igualdad de oportunidades de personas con discapacidad, entendiéndose por igualdad la ausencia de toda discriminación directa o indirecta que tenga su causa en una discapacidad, así como



la adopción de medidas de acción positiva orientadas a evitar o compensar las desventajas de una persona con discapacidad para participar plenamente en la vida política económica, social, o como en el caso que nos ocupa, el ámbito cultural. Merece especial mención la aplicación del apartado segundo letra a) del artículo 24 de la Ley 3/2007, donde expresamente se señala para las Administraciones educativas ésta especial atención a los currículos.

Siguiendo el espíritu de esta misma Ley, en su disposición adicional primera se comprueba la presencia o composición equilibrada de mujeres y hombres de forma que, en el conjunto a que se refiere, las personas de cada sexo no superan el sesenta por ciento ni son menos del cuarenta por cien.

La Unidad de Atención de Estudiantes con Discapacidad de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (DISUIMP) es la encargada de garantizar la accesibilidad universal y de proponer medidas que favorezcan la igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad y/o necesidades específicas.

En cada estudio o programa de posgrado habrá una persona responsable (RAED) de la atención del estudiantado matriculado en él que hayan comunicado necesidades específicas derivadas de la discapacidad.

El nombre de la persona designada será comunicado a principio de curso por el responsable de cada programa a la Unidad de Atención de Estudiantes con Discapacidad de la UIMP.

En el caso de que se imparta más de un programa en un mismo centro colaborador la persona responsable (RAED) podrá ser la misma para todos los programas.



6. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURAS, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

Los medios materiales y servicios ofrecidos por la UIMP y el resto de universidades y centros de investigación colaboradores se adaptan a los diferentes tipos de actividades formativas contempladas en la memoria:

- aprendizaje no presencial online síncrono y asíncrono,
- actividades de laboratorio presenciales,
- congreso-escuela en formato híbrido.

De forma transversal a todas las asignaturas, se emplea la plataforma online de la UIMP, que consta de las siguientes herramientas:

- Una plataforma de correo electrónico y mensajería para la comunicación entre el estudiantado y el profesorado del máster. Esta plataforma de comunicación se utilizará para el envío también de las actividades a evaluar, como trabajos y problemas resueltos.
- Una plataforma documental para ofertar materiales de forma ordenada por asignatura, tales como presentaciones, notas de clase, artículos, libros de texto y otros contenidos necesarios para el autoestudio y la confección de trabajos.
- Esta misma plataforma documental se emplea, en combinación con YouTube, para ofertar los vídeos que constituyen el material formativo online asíncrono.
- Como el formato del máster no es el autoaprendizaje, sino que el progreso del estudiantado se evalúa a través de tutorías, trabajos y/o exámenes, no se considera necesario un control de descargas o visualizaciones de los materiales.
- La plataforma de videoconferencia de la UIMP, basada en Google Meet, será precisamente el medio preferente para las clases online síncronas. Dicha plataforma ofrece la posibilidad de grabar las clases. Esta posibilidad se utilizará por un lado para documentar la identidad de los alumnos en las actividades evaluadas, y por otro para ofertar, opcionalmente, la posibilidad de visualizar esas tutorías en caso de que un alumno no pueda acudir a alguna clase de forma puntual.

Las asignaturas con una componente de laboratorio presencial usarán las instalaciones facilitadas por universidades y entidades colaboradoras, que enumeramos a continuación:

- Laboratorio de comunicaciones cuánticas del CSIC (ITEFI; Madrid). Novedosa instalación ampliada y potenciada por la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC, pionera en el



diseño y caracterización de tecnologías para la distribución de clave cuántica (QKD) en fibra y espacio abierto. En sus instalaciones los estudiantes podrán familiarizarse y experimentar con elementos fundamentales de las tecnologías fotónicas, como emisores de luz, divisores de haz, fibras ópticas, fotodetectores y polarizadores, y experimentar con protocolos de QKD fundamentales, como el BB84 (*Prepare and measure*).

~~Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres de la Universidad de Granada. Este laboratorio es el único laboratorio en España de esta naturaleza, y el único de Europa que cuenta tanto con trampas de Paul como con trampas de Penning para el estudio de tecnologías cuánticas. Debido al apoyo institucional y su interés estratégico, recibió la denominación de Laboratorio Singular en Tecnologías Avanzadas de la UGR. La instalación permite el control de iones atrapados y sus aplicaciones en “enfriado” de átomos, diseño de protocolos de sensado, control de la dinámica y estados internos de los iones, y testado de pequeños algoritmos de computación cuántica.~~

- Laboratorio de sensado cuántico de la Universidad de Murcia. El laboratorio de sensores cuánticos basados en centros nitrógeno-vacante es un laboratorio único en España. Cuenta con una tecnología que nos permite manipular el estado cuántico de nuestros sensores y medir su estado con una resolución tal que permite numerosas aplicaciones en biomedicina. Las instalaciones nos permiten realizar protocolos de control sobre el estado cuántico de nuestro sensor y mejorando la resolución de las resonancias magnéticas nucleares actuales a escala nanométrica.
- Laboratorio de computación cuántica del CSIC (INMA, Zaragoza). Se trata de otra instalación singular, estratégica en el contexto de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC, donde se albergan experimentos de computación cuántica híbrida, que combinan circuitos superconductores y moléculas magnéticas. Esta instalación permite el estudio y control de qubits moleculares, prácticas de espectroscopía de alta precisión, diseño de controles de microondas y estudio del hardware de control de ordenadores cuánticos, estudio de circuitos superconductores, etc.
- Sala blanca del Instituto de Microelectrónica de Barcelona IMB-CNM. La sala blanca integrada de micro y nano fabricación del IMB-CNM es el modo principal de MICRONANOFABS, Infraestructura Científico-Tecnológica Singular (ICTS). Es una instalación de 1500 m² que dispone de más de 150 equipos cubriendo todo el espectro de procesos para la realización de micro y nano dispositivos y circuitos (Micro y nanolitografía, procesos térmicos, procesos de ataque y limpieza, deposición de capas, implantación y encapsulado). El régimen de operación de la sala blanca es mixto: los procesos pueden ser realizados por el personal técnico propio



de la instalación o bien por los propios usuarios después de llevar a cabo una capacitación.

- Sala blanca del Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (LMA-INMA, CSIC). Cuenta con i) 25 m² de clase 100 para realizar procesos de fotolitografía en obleas de 4 pulgadas, con alineamiento en ambas caras, y ii) 100 m² de clase 10.000 con equipos para realizar ataques húmedos o por plasma (RIE, ion milling), y depósito de láminas delgadas por evaporación e-beam. Dentro de la sala se encuentran también dos equipos 'dual-beam' para realizar procesos de nanofabricación con FIB, EBL, deposición asistida con haz de iones o electrones etc. Tres técnicos se encargan de realizar los procesos o de dar apoyo a los usuarios autónomos que hayan pasado un periodo de aprendizaje.

Por último la asignatura “Congreso-escuela de tecnologías cuánticas” se contempla como una actividad híbrida, presencial, pero con opción de asistencia online síncrona por estudiantes que no puedan permitirse el desplazamiento (p.ej. alumnado internacional sin acceso a becas).

El congreso se realizará en una ubicación accesible, vinculada a alguna de las universidades y centros de investigación asociados al programa de máster, y rotante de año a año para promover la movilidad y la cohesión geográfica. Los espacios de trabajo (una sala con aforo suficiente para las conferencias y una o más clases para la defensa de TFM) serán cedidos por la universidad correspondiente.

El desplazamiento y alojamiento de profesores y conferenciantes correrá a cuenta del programa de máster. El estudiantado deberá correr con sus gastos de alojamiento, viaje y manutención. No obstante, desde la organización se facilitará el acceso a residencias de estudiantes y otros alojamientos económicos. También se perseguirá la obtención de fondos (p.ej. los fondos para programas formativos de Quantum Spain, o el presupuesto para actividades docentes de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC) que permitan subvencionar parcial o totalmente estos gastos.

Para la sección del alumnado que no puedan acudir al congreso, se ofrecerá la retransmisión online de las charlas y la defensa online de los trabajos de fin de máster. En ambos casos utilizaremos la plataforma de la UIMP (Google Meet), y en el caso de las conferencias emplearemos medios audiovisuales necesarios para conectar el audio y el vídeo de los conferenciantes a esta plataforma, medios cedidos por la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC.

El sistema está alojado en los servidores de la Universidad, servidores con respaldo diario y con duplicidad en las líneas de comunicaciones con una principal y otra de backup.

La plataforma guarda traza de las secciones visitadas por el estudiante dentro de cada curso, así como del acceso a las diferentes lecciones del temario. También guarda registro del tiempo de conexión realizado por el estudiante. Adicionalmente, la UIMP facilitará el acceso a bases científicas



bibliográficas como WoS y Scopus.

Con respecto a la accesibilidad Web, la plataforma cumple el Nivel AA de las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 y 2.1 (WCAG 2.0 y 2.1) y cumple también las prioridades 1 y 2 de la Norma UNE 139803:2012 relacionadas también con los requisitos de accesibilidad de los contenidos Web.



10.1. Cronograma de implantación

Una vez verificado el título se comenzará con la impartición del mismo en el curso académico 2024-25.



FECHA: 29/09/2023

EXPEDIENTE Nº: 12830/2023

ID TÍTULO: 4318565

EVALUACIÓN DE LA SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL

Denominación del Título	Máster Universitario en Tecnologías Cuánticas / Master in Quantum Technologies por la Universidad de La Laguna; la Universidad de Murcia; la Universidad de Zaragoza; la Universidad Internacional Menéndez Pelayo; la Universidad Politécnica de Cartagena; la Universidad Politécnica de Madrid y la Universitat de València (Estudi General)
Universidad solicitante	Universidad Internacional Menéndez Pelayo
Universidad/es participante/s	Universidad Politécnica de Cartagena Universidad de La Laguna Universidad Politécnica de Madrid Universidad Internacional Menéndez Pelayo Universidad de Murcia Universidad de Zaragoza Universitat de València (Estudi General)
Centro/s	<i>Universidad Politécnica de Cartagena</i> • Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica <i>Universidad de La Laguna</i> • Escuela Politécnica Superior de Ingeniería <i>Universidad Politécnica de Madrid</i> • Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos <i>Universidad Internacional Menéndez Pelayo</i> • Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo <i>Universidad de Murcia</i> • Facultad de Química <i>Universidad de Zaragoza</i> • Facultad de Ciencias <i>Universitat de València (Estudi General)</i> • Facultad de Física
Rama de Conocimiento	Ciencias



ANECA, conforme a lo establecido en el artículo 26 del Real Decreto 822/2021 ha procedido a evaluar el plan de estudios que conduce al Título oficial arriba citado.

La evaluación del plan de estudios se ha realizado por las Comisiones de Evaluación, formadas por expertos del ámbito académico, profesionales y estudiantes del título correspondiente. Los miembros de las Comisiones han sido seleccionados y nombrados según el procedimiento que se recoge en la Web de la agencia dentro del programa VERIFICA.

De acuerdo con el procedimiento, se envió una propuesta de informe a la Universidad, la cual ha remitido las observaciones oportunas, en su caso. Una vez finalizado el periodo de alegaciones a dicho informe, las Comisiones de Evaluación, en nueva sesión, emite un informe de evaluación favorable, considerando que:

OBSERVACIONES AL CONSEJO DE UNIVERSIDADES

La estructura de la memoria no está adaptada al Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.

MOTIVACIÓN

MOTIVACIÓN:

La propuesta de Título Oficial cumple con los requisitos de evaluación según lo establecido en el Real Decreto 822/2021.



DIRECTORA
Pilar Paneque Salgado

