

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

### 5.1. Estructura de las enseñanzas

El plan de estudios consta de 13 materias y un Trabajo Fin de Máster (TFM). De estas 13 materias, 9 tienen carácter obligatorio y las otras 4 son optativas, lo que da lugar a un total de 39 créditos ECTS obligatorios, 12 créditos optativos y 15 créditos de Trabajo Fin de Master. Esto significa una oferta académica de 66 ECTS. Los alumnos deben matricularse de todas las materias obligatorias y de al menos 6 créditos optativos, tal y como se resume en la siguiente tabla:

Tipo de materia	Créditos
Obrigatorias (incluido Taller de Proyectos)	39
Optativas	6
Trabajo Fin de Máster	15
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

La estructura temporal está organizada en dos cuatrimestres, que mantienen una prelación en cuanto a los contenidos de las materias. En el primer cuatrimestre se imparten exclusivamente materias obligatorias y la optatividad se recoge en el segundo cuatrimestre. El Trabajo Fin de Máster y la asignatura de Taller de Proyectos se realizan durante el segundo cuatrimestre.

Las materias propuestas son las siguientes:

MATERIA	ECTS	Carácter	Cuatr.
M1 Arquitectura y Tecnología de Computadores	3	Obligatorio	1
M2 Arquitectura y Tecnología de Supercomputadores	6	Obligatorio	1
M3 Computación Científica en Arquitecturas Emergentes	3	Optativo	2
M4 Programación Paralela	6	Obligatorio	1
M5 Técnicas de Optimización y Paralelización	6	Obligatorio	1
M6 Software de Base para Supercomputación	3	Obligatorio	1
M7 Computación Científica y Simulación de Altas Prestaciones	6	Obligatorio	2
M8 Depuración de Programas y Análisis del Rendimiento	3	Optativo	2
M9 Computación en Sistemas Distribuidos	3	Obligatorio	1
M10 Administración de Sistemas I	3	Obligatorio	1
M11 Administración de Sistemas II	3	Optativo	2
M12 Administración de Instalaciones de Supercomputación	3	Optativo	2
M13 Taller de Proyectos	3	Obligatorio	2
M14 Trabajo Fin de Master	15	Obligatorio	2

### *Mecanismos de coordinación del título.*

Los mecanismos de coordinación del título son los devenidos del sistema de garantía de calidad del plan de estudios acorde a los sistemas de garantía de calidad del título implantados en la USC y la en UDC. El título Máster Universitario en Computación del Altas Prestaciones, estará coordinado por una Comisión Técnica constituida al efecto. Esta comisión estará presidida por el coordinador del máster en la universidad coordinadora, en este caso la USC, y formada por el coordinador del máster en la UDC y un representante de los docentes en cada universidad.

### *Coordinación docente en el máster.*

Para las materias de 3 ECTS el número máximo de docentes será 2, mientras que para las de 6 ECTS será 3.

Todas las materias del máster tendrán un coordinador, que será uno de los docentes, y cuya función será la de garantizar la coordinación y el seguimiento de los contenidos impartidos y de las actividades a desarrollar. Para ello, debe convocar al menos una reunión con la antelación suficiente al inicio de la actividad docente de la materia con todos los docentes de dicha materia. Dicho coordinador supondrá el canal de comunicación entre los profesores de la materia y el coordinador de la titulación y el de prácticas.

Por otro lado, la comisión técnica, a la que pertenecen docentes de ambas Universidades realizará reuniones de coordinación y seguimiento con una periodicidad máxima de cuatro meses, y en las que participarán los coordinadores de materias en las que exista personal docente de ambas Universidades.

### *Criterio general sobre las horas de trabajo del alumno.*

El número total de horas de trabajo del alumno será de 25 x ECTS. El número de horas de trabajo en aula o laboratorio será entre 7 y 9 x ECTS.

### *Criterio general de evaluación para todas las materias.*

De acuerdo con el Art. 5 del RD 1125/2003, el crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios. Por lo tanto, se habrá de computar el número de horas correspondientes a las clases lectivas, teóricas o prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, programas de ordenador, exposiciones, prácticas o proyectos, y las exigidas para la preparación y realización de los pruebas de evaluación.

Cada profesor establece el sistema de evaluación de su asignatura, que se recogerá en la guía docente disponible para el alumno antes del comienzo del curso académico. No

obstante, con la finalidad de alcanzar el aprendizaje significativo propuesto se ha incentivado el empleo de metodología convergente y evaluación continuada para valorar los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes en cada materia.

El sistema de calificaciones medirá el nivel de aprendizaje conseguido por los estudiantes y se expresará, de acuerdo con el Art. 5 del RD 1125/2003, en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

- 0-4,9: Suspenso (SS)
- 5,0-6,9: Aprobado (AP)
- 7,0-8,9: Notable (NT)
- 9,0-10: Sobresaliente (SB)

La mención de «Matrícula de Honor» podrá ser otorgada a alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. Su número no podrá exceder del cinco por ciento de los alumnos matriculados en una materia en el correspondiente curso académico, salvo que el número de alumnos matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola «Matrícula de Honor».

#### *Normas de permanencia para superar el Máster.*

Las normas de permanencia se adecuarán a la normativa que a tal efecto establezcan la UDC y la USC. Las normas existentes en la actualidad son las de aplicación a los estudios de Posgrado (UDC) y a los estudios de Grado (USC), que se pueden consultar en:

- *Reglamento de Estudios de Posgrado Oficiales*. Artículo 13, sobre matrícula en inicio y continuación de estudios, artículo 17 sobre régimen de evaluación y artículo 19 sobre alumnado que no supera el programa. Disponible en la página web de la UDC:  
<http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/so.asp>
- Normativa de las enseñanzas de Grado en la Universidad de Santiago de Compostela. Disponible en la página web de la USC:  
<http://www.usc.es/gl/gobierno/vrodoces/ees/normativa.html>

#### *Relación entre las competencias del título y las actividades formativas de cada materia.*

La siguiente tabla muestra la relación entre las competencias del título y las actividades formativas de cada una de las materias del plan de estudios

		Materias del plan de estudios														
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
<b>Competencias</b>	<i>Específicas</i>	CE1	●	●	●	●	●	●	●	●	·	·	●	●	·	·
		CE2	●	●	●	●	●	●	●	·	·	·	●	·	·	·
		CE3	·	·	·	·	·	●	●	·	·	·	·	·	·	·
		CE4	●	·	●	·	·	●	●	●	·	·	·	·	·	·
		CE5	●	●	●	●	·	·	·	●	●	·	●	●	·	·
		CE6	·	·	●	●	●	·	●	●	●	·	·	·	·	·
		CE7	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
		CE8	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
		CE9	●	·	·	·	·	·	·	●	·	●	●	●	·	·
		CE10	·	·	·	·	·	●	·	·	·	●	●	●	·	·
		CE11	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	●	●	·	·
		CE12	●	●	●	●	·	·	●	●	●	·	●	●	●	·
		CE13	·	●	·	●	·	·	·	●	·	·	●	●	●	·
		CE14	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
		CE15	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	●
		CE16	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
	<i>Básicas y generales</i>	CB6	·	·	·	·	·	·	●	·	●	·	·	·	●	●
		CB7	●	●	●	●	·	·	●	●	●	●	●	●	●	●
		CB8	●	·	·	·	●	·	●	●	·	·	·	·	●	●
		CB9	●	●	●	·	●	●	●	·	·	●	·	·	●	●
		CB10	●	●	·	●	●	●	●	●	●	·	●	●	●	●
		CG1	·	·	●	·	·	·	●	●	·	·	·	·	·	●
		CG2	●	●	●	●	●	●	●	●	·	·	●	●	●	●
		CG3	●	·	·	·	·	·	·	·	●	●	●	●	●	●
		CG4	·	·	●	·	·	●	·	·	·	·	·	·	●	●
		CG5	·	●	●	●	·	·	●	●	●	●	●	●	●	●
		CG6	·	·	·	●	·	·	·	●	·	·	●	●	●	●
		CG7	●	●	·	●	●	·	·	·	·	·	●	●	●	·
		CG8	●	●	●	·	●	●	●	·	·	·	·	·	●	●
		<i>Transversales</i>	CT1	●	●	·	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CT2		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CT3		·	·	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CT4		·	●	●	·	·	·	●	●	·	·	●	●	●	●
	CT5		·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	●
	CT6		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	CT7		●	●	●	●	●	●	●	·	·	·	●	●	●	●
	CT8		·	●	·	●	·	·	●	·	·	·	·	·	●	●

## **5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida**

La movilidad de los estudiantes se gestiona en las dos Universidades que imparten el máster a través de las Oficinas de Relaciones Externas.

La movilidad de los estudiantes está regulada a través del “Reglamento de Intercambios Interuniversitarios” aprobado por el Consejo de Gobierno de la USC el 6 de febrero de 2008 y publicado en el Diario Oficial de Galicia el 26 de marzo.

Su planificación y gestión se desarrolla a través del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y de la Oficina de Relaciones Exteriores de la Universidad, en coordinación con la Facultad a través de la “Unidad de apoyo a la gestión de centros y departamentos” (UAGCD) y del vicedecano/a responsable de programas de intercambio.

Actualmente, la Universidade de Santiago de Compostela ha puesto en marcha el Programa Xeral de Mobilidade Xan de Forcados, que engloba cada año los distintos instrumentos que pretenden fomentar la movilidad de los miembros de la comunidad universitaria con Universidades de América, Asia, Australia y Suiza, y que complementa los programas Sócrates-Erasmus, Erasmus Mundus y Sicue. Tiene como objetivo principal incrementar la eficiencia de las acciones de fomento de la movilidad desarrolladas por la Universidad.

En lo relativo a la UDC será de aplicación el reglamento de Gestión de la Movilidad de Estudiantes, recogida en las webs

<http://www.udc.es/ori/gal/intercambio/normativaVisitantes.shtml> y

[http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/xestion\\_mobilidade.asp](http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/xestion_mobilidade.asp)

Se potenciará la movilidad tanto de profesores como de estudiantes, a través de programas de intercambio o convenios con otras Universidades del ámbito nacional o internacional. Se procurará su financiación a través de concurrencia a convocatorias con estos fines existentes en la Comunidad Europea, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Asuntos Exteriores, la Comunidad autónoma y diversas Fundaciones.

La comisión técnica tendrá como función tutorizar y asistir en sus decisiones académicas a los estudiantes propios y de acogida, y planificará, dotará mecanismos de seguimiento, evaluación, asignación de créditos y reconocimiento curricular de la movilidad de estudiantes tanto entre las dos Universidades involucradas en el título como a otras Universidades o Centros. La selección de candidatos se lleva a cabo, para cada convocatoria o programa, por la comisión técnica, de acuerdo con criterios de baremación, previamente establecidos, que tienen en cuenta el expediente académico, una memoria y, en su caso, las competencias en idiomas que exige la Universidad de destino.

## **5.3. Descripción detallada de los módulos o materias**

Todas las materias incluidas en el presente Proyecto de Máster en Computación de Altas Prestaciones han sido íntegramente desarrolladas por profesores especialistas en la materia. Los contenidos y las actividades formativas desarrollados en las asignaturas guardan relación con las competencias (ver apartado 3 de esta memoria) que debe adquirir el estudiante a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las Guías Docentes de cada asignatura se detallarán las competencias de la titulación que se desarrollan, las competencias de la materia, los contenidos, la planificación, las metodologías de enseñanza-aprendizaje, la atención personalizada, el sistema de evaluación y los recursos bibliográficos.

A continuación se muestra una descripción pormenorizada de cada materia.

## **Materia 1. Arquitectura y tecnología de computadores**

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre I*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno un conocimiento sólido de las técnicas y arquitecturas más utilizadas en los procesadores de última generación. Se introduce al alumno en los métodos para evaluación de nuevas arquitecturas mediante herramientas de simulación e programas de prueba. Así mismo, se pretende dar a conocer las técnicas más avanzadas que se implementan en los microprocesadores actuales en términos de: i) unidades funcionales, ii) paralelismo a nivel de instrucción y a nivel de thread , con uso de especulación, iii) métodos avanzados de memoria caché, y iv) técnicas arquitecturales para eficiencia energética. Además introduce al alumno en las nuevas arquitecturas en fase de investigación y desarrollo actualmente y que presentan un elevado potencial.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Evaluar la eficiencia de diferentes implementaciones	CE1,CE2, CE4		CT3
Discriminar en la elección de equipos informáticos en base a parámetros de rendimiento	CE2,CE5, CE9,CE12	CB8, CB9	CT6
Llevar a la práctica los conocimientos aprendidos		CB7, CG2	
Trabajar en equipo		CG7, CG8	CT1
Planificar y organizar su tiempo y sus recursos		CG3	
Llevar a cabo un aprendizaje autónomo		CB10	CT2, CT7

*Requisitos previos:* No se establecen aunque para poder acometer con éxito la parte práctica de la materia es recomendable tener conocimientos de programación en C.

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Clases teóricas, en las que se expone el contenido de cada tema. El alumno dispondrá de copias de las transparencias con anterioridad y el profesor promoverá una actitud activa, realizando preguntas que permitan aclarar aspectos concretos y dejando cuestiones abiertas para la reflexión del alumno.

Lectura y estudio de material diverso proporcionado por el profesor en forma de libros de la bibliografía, artículos y revistas científicas, y manuales en el caso de las herramientas utilizadas para realizar las prácticas.

La realización de las prácticas permite al alumno familiarizarse desde un punto de vista práctico con las cuestiones expuestas en las clases teóricas utilizando diversas herramientas de simulación y análisis de procesadores y de programación.

Por último, el trabajo tutelado tiene el objetivo de hacer profundizar al alumno en un tema concreto de la asignatura.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE1,CE2,CE5, CE9, CE12, CB7, CT6
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	12	CE1,CE2,CE4,CE9,CB7,CG2, CT3, CG7, CT6
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	3	CE5, CE9, CB8, CB9, CB10, CG2, CG3, CG7, CG8, CT1, CT2
Examen	2	CB9,CT1
<i>TOTAL</i>	27	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE1,CE2,CE4, CE5, CE9, CE12, CB7, CB8, CB9, CB10, CG2, CG7, CG8, CT2, CT6, CT7
<i>TOTAL</i>	48	
<b><i>TOTAL</i></b>	75	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	20%
2. Realización de prácticas	20%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	60%
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

- Introducción al paralelismo a nivel de instrucción.
- Evaluación de microprocesadores.
- Conceptos avanzados de paralelismo a nivel de instrucción y especulación.
- Microprocesadores multihilo y multinúcleo
- Técnicas arquitecturales para eficiencia energética.



## Materia 2. Arquitectura y tecnología de supercomputadores

Número de Créditos Europeos (ECTS): 6

Carácter: Obligatorio

Unidad Temporal: Cuatrimestre I

Competencias y resultados del aprendizaje:

Mediante esta materia pretendemos completar los conocimientos sobre arquitecturas de altas prestaciones que el alumno habrá adquirido a través de la materia de Arquitectura y Tecnología de Microprocesadores. En esta materia se tratan las arquitecturas paralelas modernas tanto desde el punto de vista funcional como de diseño. Estos conocimientos facilitarán al alumno el desarrollo de algoritmos paralelos cubiertos por las materias de “Programación Paralela” y “Técnicas de Computación Paralela” y de los proyectos que se realizarán en la asignatura de “Taller de Proyectos”.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Búsqueda, selección y manejo de recursos (bibliografía, software, simuladores, etc.) sobre el campo de las arquitecturas de altas prestaciones		CB10,CG5	CT7
Seleccionar la arquitectura más adecuada en función de las características del problema computacional, en base a las distintas características de las arquitecturas estudiadas	CE1,CE2,CE5,CE12	CB7	CT4,CT6,CT8
Análisis, comparación y evaluación de diferentes arquitecturas para supercomputación como base para la elaboración de un pliego de condiciones técnicas	CE1,CE2,CE12	CB7, CG2	
Integrarse en la operativa diaria en un Centro relacionado con la supercomputación	CE13	CB9,CB10,CG7, CG8	CT1,CT2

Requisitos previos: No se establecen

Metodología de enseñanza-aprendizaje:

Para cada uno de los bloques fundamentales de la materia la metodología de enseñanza constará de los siguientes pasos:

1. Exposición de los fundamentos básicos de cada bloque con ejemplos en pizarra.
2. Exposición de los contenidos más avanzados de cada bloque ilustrados con ejemplos seleccionados en pizarra.

3. Guía y tutelaje del alumno sobre búsqueda y selección de recursos (bibliografía, software, etc.) específicos para los contenidos del bloque de la materia.
4. Realización por parte del alumno de ejercicios y prácticas propuestos, así como la presentación de los mismos.

Como consecuencia de la metodología de enseñanza, el objetivo es conseguir un aprendizaje incremental por parte del alumno de los contenidos de los bloques de la materia.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	22	CE1,CE2,CE5,CE12,CT8
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	24	CE1,CE2,CE5,CE12,CB7,CB10,CG2,CG7,CT4,CT6
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	6	CE1,CE2,CE5,CE12,CE13,CB7,CB10,CG2,CG7,CT4,CT6
Examen	2	CB9,CT1
<i>TOTAL</i>	<i>54</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	96	CE1,CE2,CE5,CE12,CE13,CB7,CB9,CB10,CG2,CG5,CG8,CT1,CT6,CT7
<i>TOTAL</i>	<i>96</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	60%
2. Realización de prácticas	20%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	20%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

5. Clasificación de los supercomputadores.
6. Supercomputadores de memoria compartida.
7. Coherencia caché.
8. Sincronización y consistencia de memoria.
9. Redes de interconexión de supercomputadores
10. Supercomputadores de memoria distribuida.

### Materia 3. Computación científica en arquitecturas emergentes

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Optativo*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

En este curso se propone una introducción a las diversas arquitecturas emergentes que están surgiendo como respuesta a una demanda de computación intensiva a la que no responde las arquitecturas convencionales (procesadores mononúcleo y procesadores multinúcleos homogéneos). En la primera parte de la asignatura se justifica el creciente interés en la explotación de arquitecturas emergentes como plataformas alternativas para la computación científica. En concreto nos centraremos en dos de las arquitecturas con mayor impacto para computación de propósito general, las GPUs (Graphics Processing Unit) y las HSAs (Heterogeneous System Architecture) En la segunda parte del temario, se estudiará la arquitectura de las GPUs. Además, se presentarán los principales lenguajes de programación de las GPUs enfocados a propósito general. También se presentarán los problemas de la programación de esta arquitectura y las técnicas de optimización para solucionarlos. En la última parte del temario se abordará el estudio de las HSAs, tanto su estructura como su programación.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la ejecución de un problema científico	CE2,CE5,C E6	CG1,CG2, CG5	CT3, CT7
Evaluar la eficiencia de diferentes implementaciones	CE1,CE6	CG2	CT6
Conocimiento de las tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevas propuestas, así como la capacidad para enfrentarse a otras arquitecturas emergentes	CE4,CE12	CB7, CG1	CT4
Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos		CB9,CG4, CG8	CT1,CT2

*Requisitos previos: No se establecen*

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

El material de trabajo para esta materia incluye los libros básicos disponibles en la biblioteca y copia de las transparencias utilizadas en las explicaciones.

Los seminarios se impartirán en una sala con ordenadores para poder acompañar los contenidos teóricos de demostraciones prácticas. Las prácticas se harán utilizando tarjetas gráficas utilizando lenguajes de programación de última generación. Los alumnos trabajarán individualmente en su realización.

Los seminarios están apoyados con una elevada carga práctica, por lo que se le recomienda al alumno continuidad e interés para la planificación y desarrollo de sus diseños.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	9	CE1,CE2,CE4,CE5,CE6,CE12,CG1,CG2,CT3,CG5
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	14	CE1,CE2,CE6,CB7,CB9,CG2,CG8,CT2,CT6,CT4
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	4	CE1,CE2,CE6,CT1
<i>TOTAL</i>	27	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE1,CE2,CE4,CE5,CE6,CE12,CG4,CT3,CT6,CT7
<i>TOTAL</i>	48	
<b>TOTAL</b>	75	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	60%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	40%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

1. Introducción a arquitecturas emergentes
2. Arquitectura y programación de la GPU
3. Estructura de las HSAs

## Materia 4. Programación paralela

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 6*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre I*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

Esta materia está estrechamente relacionada con la materia “Arquitecturas Multiprocesador”. Los objetivos globales de esta materia son: formar al alumno en los diversos paradigmas de programación de computadores paralelos, incidir en técnicas software para el diseño e implementación de algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes, y aplicar estas técnicas de forma práctica para la programación de computadores paralelos con diferentes arquitecturas, utilizando recursos de supercomputación disponibles en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Una vez finalizada la materia, el alumno dispondrá de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para abordar con rigor el diseño de algoritmos paralelos sobre arquitecturas multiprocesador.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Búsqueda, selección y manejo de recursos (bibliografía, software, etc.) sobre el campo de la computación paralela		CB10,CG2,CG5	CT3, CT6,CT7
Seleccionar la arquitectura y el paradigma de programación paralela más adecuados en función de las características del problema	CE2,CE5,CE6,CE12		
Análisis, diseño e implementación de algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes sobre arquitecturas multiprocesador	CE1,CE6		
Integrarse en la operativa diaria de un Departamento de Aplicaciones en el marco de un Centro de Supercomputación	CE13	CB7,CG6,C G7	CT1,CT2,CT7,CT8

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Para cada uno de los bloques fundamentales de la materia la metodología de enseñanza constará de los siguientes pasos:

11. Exposición de los fundamentos básicos de cada bloque con ejemplos en pizarra.
12. Puesta en práctica de los fundamentos básicos mediante pequeños ejemplos dirigidos utilizando recursos ubicados en un Centro de Supercomputación, con el fin de consolidar la adquisición de dichos conocimientos básicos en un entorno real.

13. Exposición de los contenidos más avanzados de cada bloque ilustrados con ejemplos en pizarra.
14. Puesta en práctica de los contenidos avanzados a través de ejemplos dirigidos y ejecutados en un entorno real.
15. Guía y tutelaje del alumno sobre búsqueda y selección de recursos (bibliografía, software, etc.) específicos para los contenidos del bloque de la materia.
16. Planteamiento de casos de estudio basados en contenidos avanzados para su resolución individual por parte de los alumnos.

La utilización de un entorno real (los recursos hardware y software de un Centro de Supercomputación) para la realización de los supuestos prácticos incentiva el aprendizaje por parte del alumno.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	28	CE1,CE2,CE5,CE6,CE12
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	20	CE1,CE2,CE5,CE6,CE12,CE13,CB7,CG5,CG7,CT2
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	4	CE1,CE2,CE5,CE6,CE12,CT1
Examen	2	CB9,CT1
<i>TOTAL</i>	<i>54</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	96	CE1,CE2,CE5,CE6,CE12,CB10,CG2,CT3,CG5,CT1,CT3,CT6,CT7,CT8
<i>TOTAL</i>	<i>96</i>	
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>150</i></b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

El sistema de evaluación será diferente para la primera y la segunda oportunidad. El sistema de evaluación para la primera oportunidad consistirá de:

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	50%
2. Realización de prácticas	50%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-

El sistema de evaluación para la segunda oportunidad consistirá de:

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	-
3. Pruebas periódicas y/o examen final	100%
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

1. Paradigmas de programación paralela
2. Paso de mensajes
3. Directivas de memoria compartida
4. Programación híbrida

## Materia 5. Técnicas de optimización y paralelización

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 6*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre I*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo principal del curso es proporcionar una visión general de los esquemas básicos de optimización de código y paralelización más usados en aplicaciones de todo tipo, con especial énfasis en las científicas y de ingeniería. Se hace una revisión de los núcleos computacionales más comunes en este tipo de aplicaciones, y de sus versiones paralelas. Con las competencias adquiridas en esta materia, el egresado tendrá la capacidad de tomar decisiones profesionales y empresariales que permitan mejorar la calidad, el rendimiento y la competitividad de los productos de software de su organización.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Aplicar técnicas de optimización para códigos secuenciales que tienen un alto impacto en programas paralelos	CE1,CE6	CG2	
Aplicar los algoritmos de transformación de programas secuenciales en programas paralelos más utilizados	CE1,CE6		
Extraer paralelismo mediante el análisis de las características de una aplicación secuencial con objeto de desarrollar una versión paralela	CE1,CE6	CG2	
Adaptar aplicaciones de forma que tengan un buen rendimiento en computadores paralelos con diferentes arquitecturas	CE1,CE6		
Comparar y evaluar alternativas de diseño e implementación de aplicaciones paralelas para computadores paralelos con diferentes arquitecturas	CE1,CE2,CE6	CB8,CB9	CT6,CT3
Trabajar en equipo		CG7, CG8	CT1
Llevar a cabo un aprendizaje autónomo		CB10	CT2, CT7

*Requisitos previos: No se establecen*

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Se pretende desarrollar una materia eminentemente práctica a partir de unos sólidos conceptos teóricos. Para ello en cada tema se partirá de unas clases magistrales en las que se presentan los fundamentos de los conceptos teóricos correspondientes a cada parte para a continuación pasar a las prácticas en equipo particularizadas para cada tema, las cuales permitirán a los alumnos profundizar en los conceptos presentados



durante la clase de teoría. Las prácticas se realizarán usando los recursos computacionales del CESGA y de los grupos de investigación participantes en el máster.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	22	CE1,CE2,CE6, CT6
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	26	CE1,CE2,CE6,CB8,CG2, CT3, CG7, CT6
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	6	CE1,CE2,CE6, CB9, CB10, CG2, CG7, CG8, CT1,CT2
Examen		CB9, CT1
<i>TOTAL</i>	<i>54</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	96	CE1,CE2,CE6,CB8, CB9, CB10, CG2, CG7, CG8, CT2, CT6, CT7
<i>TOTAL</i>	<i>96</i>	
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>150</i></b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	60%
2. Realización de prácticas	40%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

- Métricas del rendimiento,
- particionamiento de datos,
- distribución de datos,
- balanceo de la carga,
- optimización del uso de la memoria,
- técnicas de paralelización de núcleos computacionales,
- extracción automática de paralelismo

## Materia 6. Software de base para supercomputación

Número de Créditos Europeos (ECTS): 3

Carácter: Obligatorio

Unidad Temporal: Cuatrimestre I

Competencias y resultados del aprendizaje:

El objetivo del curso es proporcionar una destreza en la programación, la compilación, el mantenimiento y la ejecución de aplicaciones científicas en general. El curso es una introducción a herramientas y técnicas básicas necesarias para programar, compilar y mantener códigos científicos de alta calidad en entornos Unix. Los contenidos del curso se podrán aplicar a programas Java, C, C++ y Fortran.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Desarrollar código en un entorno Unix y entender las fases involucradas en este desarrollo	CE3,CE4	CT3	
Escribir programas usando una aproximación modular con múltiples ficheros y llamadas a librerías externas	CE3,CE4,C E10	CT3	
Mejorar el entorno de desarrollo y ejecución de sus aplicaciones mediante herramientas que permitan una mayor comodidad y productividad en la programación/ejecución	CE3,CE4,C E10	CT3	CT2,CT3,CT6 , CT7
Cuantificar y evaluar el rendimiento de sus propios códigos	CE1	CB9,CB10,C G2, CG4,CG8	CT1
Obtener datos “experimentales” de sus propios códigos	CE1,CE2	CB10,CG2,C G4, CG8	CT1

Requisitos previos: No se establecen

Metodología de enseñanza-aprendizaje:

Se pretende desarrollar una materia eminentemente práctica a partir de unos conceptos teóricos básicos. Para ello en cada tema se partirá de unas clases magistrales en las que se presentan los conceptos teóricos básicos y a continuación pasar a los prácticas particularizadas para cada tema durante las cuales los alumnos profundizaran en los conceptos presentados durante la clase de teoría. Las practicas se realizaran usando los

recursos computacionales del CESGA y los cluster de la USC y UDC. Finalmente los alumnos tendrán que realizar un proyecto que requiera el empleo de la mayoría de las herramientas vistas en clase

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE1,CE2,CE3,CE4,CB9,CG2,CG4,CT3
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	13	CE1,CE2,CE3,CE4,CE10,CB9,CB10,CG2,CG4,CT3,CG8,CT1,CT2,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	4	CE1,CE2,CE3,CE4,CG2,CT1
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>27</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE1,CE2,CE3,CE4,CE10,CB9,CB10,CG2,CG4,CT3,CG8,CT1,CT2,CT3,CT6,CT7
<i>TOTAL</i>	<i>48</i>	
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>75</i></b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	90%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	10%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

17. Fundamentos de sistemas operativos: herramientas Unix básicas
18. Fundamentos del proceso de compilación
19. Herramientas para la construcción de software
20. Construcción y uso de librerías
21. Tratamiento códigos científicos como experimentos (ejecutar y tomar datos)
22. Pruebas y depuración de código
23. Introducción a la medida del rendimiento

24. Introducción a los lenguajes de script

**25.** Uso de herramientas de control de versiones

<b>Materia 7. Computación científica y simulación de altas prestaciones</b>
---

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 6*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo principal del curso es proporcionar una visión general de los esquemas básicos de paralelización usados en álgebra matricial y simulación numérica. Se hace una revisión de los núcleos computacionales más comunes en la mayoría de las aplicaciones científicas, y de sus versiones paralelas, usando MPI y/o OpenMP para cada tipo de algoritmo.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Desarrollar habilidades para resolver problemas abiertos y complejos en el campo de la Ingeniería y de la Investigación utilizando técnicas de Computación Paralela	CE4,CE6, CE12	CB6,CB7, CB8,CB9, CB10, CG1,CG2, CG5, CG6	
Estudiar los algoritmos secuenciales y paralelos más utilizados en ciencia computacional, y analizar como se pueden desarrollar a partir de ellos aplicaciones	CE4,CE6	CG2	
Conocer el manejo de las librerías numéricas de altas prestaciones, sus posibilidades y sus aplicaciones en distintos campos de la Ingeniería	CE3	CG2,CG6	CT3,CT6
Saber comparar y evaluar alternativas de diseño o de implantación de sistemas utilizando la simulación discreta, con el fin de que el egresado pueda ayudar en la toma de decisiones profesionales y empresariales	CE1,CE2	CB7,CB8, CB9,CG2, CG5,CG6, CG8	CT3,CT6, CT8
Captar la esencia de los problemas complejos, consiguiendo una capacidad de abstracción que permita construir modelos de simulación en base a unos objetivos específicos	CE1,CE2, CE4	CG2	
Trabajar en equipos de cariz multidisciplinar		CG7	CT1,CT2, CT4
Llevar a cabo un aprendizaje autónomo		CB10	CT7,CT8

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Se pretende desarrollar una materia eminentemente práctica a partir de unos sólidos conceptos teóricos. Para ello en cada tema se partirá de unas clases magistrales en las que se presentan los fundamentos de los conceptos teóricos correspondientes a cada parte para a continuación pasar a las prácticas particularizadas para cada tema durante las cuales los alumnos profundizarán en los conceptos presentados durante la clase de teoría. En cada tema se incluirá al menos una aplicación científica directamente relacionada con los conceptos presentados. Las prácticas se realizarán usando los recursos computacionales del CESGA y los cluster de la USC y UDC.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	28	CE1,CE2,CE3,CE4,CE6,CE12,CB7,CB8,CB9,CG1,CG2,CG5,CT4,CT6,CT8
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	20	CE1,CE2,CE3,CE4,CE6,CB7,CB8,CB9,CB10,CG1,CG2,CT3,CG5,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	6	CE1,CE2,CE3,CE4,CE6,CE12,CG2,CT1
Examen	2	CB9,CT1
<i>TOTAL</i>	<i>54</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	96	CE1,CE2,CE3,CE4,CE6,CE12,CB7,CB8,CB9,CB10,CG1,CG2,CT3,CG5,CT2,CT3,CT7
<i>TOTAL</i>	<i>96</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	80%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	20%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

7. Aritmética con precisión finita.
8. Álgebra matricial densa y dispersa
9. Algoritmos paralelos matriciales en ingeniería
10. Librerías de altas prestaciones de álgebra computacional
11. Técnicas de resolución numérica de ecuaciones diferenciales
12. Librerías numéricas de altas prestaciones
- 13.** Introducción a otros algoritmos adecuados para sistemas HPC: Monte Carlo, N-body, optimización combinatoria.

## Materia 8. Depuración de programas y análisis del rendimiento

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Optativo*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo del curso es doble, por un lado dar a conocer los aspectos arquitectónicos y funcionales que influyen en el rendimiento de una aplicación paralela, y por el otro proporcionar los fundamentos y herramientas necesarios para la detección y corrección de errores en códigos paralelos, así como para su evaluación y análisis, detectando las zonas que degradan el rendimiento, las causas de esa degradación y las posibles soluciones.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Capacidad de identificar el comportamiento de la ejecución de una aplicación paralela sobre diferentes arquitecturas en términos de su rendimiento.	CE1,CE4, CE5,CE6, CE9	CG2,CG6	CT4,CT6
Capacidad para la búsqueda, selección y manejo de recursos (bibliografía, software, simuladores, etc.) sobre el campo del desarrollo, depuración y análisis del rendimiento de aplicaciones paralelas.	CE4,CE5	CB7,CB8,C B10, CG2,CG5	CT2,CT4, CT6
Manejar implementaciones software de las técnicas incluidas en los contenidos teóricos.	CE4,CE6	CG1	CT3
Aplicar las diferentes técnicas a los tipos de problemas a los que se orientan cada una de ellas.	CE4,CE6	CB7,CG1	CT3
Capacidad para integrarse en la operativa diaria en un Centro relacionado con la supercomputación.	CE5,CE12, CE13	CB7,CG6	CT1,CT2

*Requisitos previos: No se establecen*

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Se distingue entre clases de teoría y clases de prácticas. Por lo que se refiere a las primeras, se usará la pizarra junto con transparencias que muestren los conceptos fundamentales, así como una serie de ejemplos y figuras que ayuden a clarificar dichos conceptos.

Respecto a las clases de prácticas, los alumnos deberán enfrentarse a una serie de



problemas planteados por el profesor. Para su realización el alumno contará con la tutela del profesor, otros ejemplos realizados en clase y la bibliografía recomendada. Además realizará prácticas guiadas para familiarizarse con las herramientas vistas en clase y para resolver problemas específicos. También se realizará en el laboratorio un caso de estudio de mayor dificultad.

El objetivo de esta metodología de enseñanza es conseguir un aprendizaje incremental por parte del alumno, desde los conceptos y herramientas básicos vistos en las clases de teoría a la resolución de ejemplos cada vez más complejos en el laboratorio.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	9	CE1,CE4,CE5,CE6,CE9,CE12,CG2,CG6,CT4,CT6
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	16	CE1,CE4,CE5,CE6,CE9,CE12,CE13,CB7,CB8,CB10,CG1,CG2,CT3,CG5,CG6,CT1,CT2,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	2	CE1,CE4,CE5,CE6,CE9,CE12,CG1,CG2,CT3,CG6,CT3,CT4,CT6
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>27</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE1,CE4,CE5,CE6,CE9,CE12,CE13,CE14,CG1,CG2,CT3,CG6,CT1,CT2,CT3,CT4,CT6
<i>TOTAL</i>	<i>48</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	80%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	20%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

- Análisis del rendimiento de aplicaciones paralelas.
- Depuración de aplicaciones paralelas

## Materia 9. Computación en sistemas distribuidos

Número de Créditos Europeos (ECTS): 3

Carácter: Obligatorio

Unidad Temporal: Cuatrimestre I

Competencias y resultados del aprendizaje:

Desde hace varios años, el uso de arquitecturas de computación paralelas ha sido un aspecto fundamental que ha permitido el desarrollo de importantes áreas en múltiples campos de la ciencia básica y aplicada. Sin embargo, el elevado coste de los sistemas paralelos tradicionales ha limitado su uso prácticamente a grandes industrias y centros de investigación. Hace tiempo que el uso de redes de computadores de bajo coste, así como la computación usando infraestructuras conectadas a través de Internet, representa una alternativa práctica y barata a los grandes sistemas. Así, alternativas como las infraestructuras Grid y los sistemas Cloud aparecen como paradigmas de computación distribuida que cambian el modo en el que usamos los computadores, permitiendo el acceso transparente, seguro y barato a enormes recursos computacionales desde cualquier lugar del mundo.

Por otro lado, la cada vez mayor cantidad de información accesible a través de Internet hace que el procesamiento eficiente de grandes cantidades de datos sea cada vez de mayor interés. Esto ha llevado al desarrollo de nuevas técnicas de almacenamiento y procesamiento de ingentes cantidades de información, técnicas que se adaptan de forma natural a los sistemas distribuidos.

El objetivo principal de esta materia es dar a conocer diferentes paradigmas de computación distribuida, como el Grid y Cloud Computing, así como técnicas de procesamiento de grandes cantidades de información, instruyendo al alumno en su utilización en el ámbito de la computación de altas prestaciones.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Instalar y configurar un entorno de virtualización	CE5,CE7,CE8	CB7	CT3
Instalar y configurar un entorno Grid	CE5,CE8	CB7	
Gestionar la seguridad en un entorno Grid	CE8	CB7	
Conocer y saber utilizar las herramientas básicas a nivel de usuario disponibles en entornos Grid y Cloud	CE7,CE8	CB7,CG3	
Conocer y saber utilizar alguna de las herramientas disponibles para preparar y ejecutar aplicaciones científicas en entornos Grid y Cloud	CE6,CE7,CE8	CG3	
Habilidad para la búsqueda, selección y manejo de recursos	CE5,CE7,CE12	CB6,CB10,C3,CG5	CT1,CT2,CT3,CT6

(bibliografía, software, etc.) relacionados con la computación Grid y Cloud			
---	--	--	--

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de Enseñanza-Aprendizaje:*

La metodología docente a utilizar combinará diferentes técnicas:

- Las *clases magistrales* en las que se expondrá el contenido teórico del temario. El alumno dispondrá del material de apoyo (apuntes, copias de las transparencias, artículos, etc.) con anterioridad y el profesor promoverá una actitud activa.
- Las *tutorías individuales* o en grupos reducidos en las que el profesor atenderá las dudas y hará el seguimiento de los trabajos tutelados.
- Las *prácticas* en las que el alumno verá el funcionamiento en la práctica de algunos de los contenidos teóricos vistos en las clases magistrales. En estas prácticas el alumno utilizará diferentes herramientas propuestas por el profesor que le permitirán profundizar y afianzar sus conocimientos sobre diferentes aspectos de la computación Grid y Cloud.
- Realización de un *trabajo autónomo tutelado* en el que los alumnos individualmente o en grupos reducidos resolverán una tarea asignada por el profesor siguiendo sus indicaciones y en el que aplicarán lo aprendido sobre computación Grid y Cloud.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE5,CE8,CG5,CT3
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	15	CE7,CE8,CT3,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	2	CE5,CE7,CE8,CG3,CB10,CG5,CT3
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>27</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE6,CE7,CE8,CB6,CB7,CG3,CT3,CG5,CT1,CT2,CT3
<i>TOTAL</i>	<i>48</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	60%
2. Realización de prácticas	40%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-

4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-
---	---

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

- Introducción a las arquitecturas distribuídas.
- Computación Grid.
- Computación Cloud.
- Procesamiento de grandes datos (Big Data) en la nube.
- Gestión del BigData.

## Materia 10. Administración de sistemas I

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre I*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo de este curso es proporcionar al alumno las competencias básicas para desplegar y administrar un sistema informático en computación de altas prestaciones. Para ello se introducirán al alumno los fundamentos en hardware y software de estos sistemas, especialmente lo relativo a sistemas operativos, servicios en red, arquitecturas de almacenamiento, redes de interconexión y software base para entornos HPC y HTC. Posteriormente se pretende la preparación para: (1) el desarrollo de proyectos de equipamiento de sistemas en entornos singulares de altas prestaciones, así como (2) la participación en el despliegue de dichas infraestructuras. La gestión básica de estos entornos, con especial atención a la gestión de usuarios, monitorización, política de backups y seguridad, y gestión de la configuración, constituye el grueso de la actividad de un administrador de sistemas, con lo que se presentarán al alumno los conocimientos básicos de estas actividades. Asimismo, se pretende dar a conocer las principales estrategias a la hora de proporcionar escalabilidad y alta disponibilidad a servicios en red a través del balanceo de carga y el despliegue de sistemas en configuraciones tolerantes a fallos.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Conocer los principales elementos hardware/software de un servidor	CE9		
Adquirir los conocimientos necesarios para la administración de los servicios de sistemas	CE10		CT3
Implantación de políticas y servicios que garanticen la continuidad de la disponibilidad	CE11,CE13	CG5	CT3
Saber resolver incidencias básicas en la operativa de la administración de sistemas	CE10	CB7,CB9,CG3,CG5	CT1,CT2,CT3,CT6

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

La metodología docente en esta asignatura comprende clases magistrales, en las que se presentarán los contenidos a trabajar de tal modo que se favorezca la participación proactiva del alumno, así como la adquisición de conocimiento de un modo crítico. Además, se trabajará de forma aplicada en sesiones de laboratorio, en las cuales se desarrollarán los contenidos prácticos de la asignatura. Debido a la variedad de aspectos a desarrollar en las actividades se trabajará en grupos pequeños (2-3 alumnos) buscando

generar sinergias en el aprendizaje y la adquisición de destrezas gracias a los diferentes perfiles e intereses que puedan presentar.

El trabajo en esta asignatura requerirá una documentación exhaustiva del equipamiento a trabajar, y de los servicios y aplicaciones a implantar y configurar, con lo que el acceso a internet y a bibliografía especializada es imprescindible. No obstante, las competencias a adquirir son consecuencia directa de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, con lo cual se pondrá especial énfasis en la practicidad de las discusiones durante las clases magistrales y en la utilización de un método de evaluación continuado que prime el esfuerzo en las actividades más aplicadas.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE9,CE10,CE11,CB9,CT6
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	15	CE9,CE10,CE11,CE13,CB7,CB9,CG3,CT3,CG5,CT1,CT2,CT3,CT6
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	2	CE9,CE10,CE11,CB7,CB9,CT1,CT6
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>27</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE9,CE10,CE11,CE13,CB7,CB9,CG3,CT3,CG5,CT1,CT2,CT3,CT6
<i>TOTAL</i>	<i>48</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	80%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	20%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

- Fundamentos de sistemas informáticos
- Diseño y desarrollo de proyectos de equipamiento de sistemas
- Despliegue de infraestructuras singulares en computación de altas prestaciones
- Gestión básica de sistemas

- Administración de sistemas en red escalables y tolerantes a fallos



## Materia 11. Administración de sistemas II

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Optativo*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo de este curso es proporcionar al alumno los fundamentos que le permitan realizar una administración de sistemas sólida. Se introduce al alumno en los métodos para la administración de sistemas de grandes dimensiones, como son la medición del rendimiento, el dimensionamiento del sistema, buenas prácticas de administración basadas en metodologías ITIL, así como una evaluación de los distintos sistemas de ficheros y las redes de almacenamiento. Además introduce al alumno en las capacidades de los entornos virtualizados y la gestión dinámica de estos sistemas.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Evaluar los distintos sistemas operativos y seleccionar el más adecuado	CE2	CB7,CB10,CG2,CG5,CG6	CT2
Mejorar el rendimiento y las capacidades de los servidores	CE1,CE9	CB7,CG2,CG5	
Dar soporte avanzado a usuarios de grandes organizaciones	CE5,CE10,CE11,CE12,CE13	CG2,CG3,CG7	CT1,CT2,CT3,CT4,
Dimensionar los sistemas en función de los requerimientos de nuevas aplicaciones	CE5,CE10,CE11,CE12	CB10,CG6	
Trabajar en sistemas virtualizados y con gestión dinámica de las capacidades	CE7		
Llevar a la práctica los conocimientos teóricos aprendidos		CB7	CT6
Trabajar en equipo		CG7	
Llevar a cabo un aprendizaje autónomo		CB10	CT7

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

La metodología docente en esta asignatura comprende clases magistrales, en las que se presentarán los contenidos a trabajar de tal modo que se favorezca la participación proactiva del alumno, así como la adquisición de conocimiento de un modo crítico. Además, se trabajará de forma aplicada en sesiones de laboratorio, en las cuales se desarrollarán los contenidos prácticos de la asignatura, buscando generar sinergias en el

aprendizaje y la adquisición de destrezas gracias a los diferentes perfiles e intereses que puedan presentar.

El trabajo en esta asignatura requerirá una documentación exhaustiva del equipamiento a trabajar, y de los servicios y aplicaciones a implantar y configurar, con lo que el acceso a internet y a bibliografía especializada es imprescindible. No obstante, las competencias a adquirir son consecuencia directa de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, con lo cual se pondrá especial énfasis en la practicidad de las discusiones durante las clases magistrales y en la utilización de un método de evaluación continuado que prime el esfuerzo en las actividades más aplicadas

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE1,CE2,CE5,CE9,CE10,CE11,CE12,CG2,CG6,CT8
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	15	CE1,CE2,CE9,CE10,CE11,CE13,CB7,CG2,CG5,CG6,CG7,CG8,CT1,CT2,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	2	CE1,CE2,CE5,CE9,CE10,CE11,CE12,CT1,CT6
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>27</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	48	CE1,CE2,CE9,CE10,CE11,CE12,CB7,CB10,CG2,CG3,CT3,CG5,CG6,CG8,CT2,CT3,CT7
<i>TOTAL</i>	<i>48</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	40%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	50%
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	10%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

- Administración avanzada de servidores
- Administración avanzada de la red y la seguridad
- Gestión del almacenamiento

- Metodologías y planificación

## Materia 12. Administración de instalaciones de supercomputación

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Optativo*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo de este curso es proporcionar al alumno los conceptos que le permitan iniciar una investigación sólida en el área de la administración de sistemas para supercomputación y clusters HPC y HTC. Se introduce al alumno en técnicas específicas para la administración de sistemas que se utilizarán en supercomputación, HPC y HTC, como son la monitorización de los sistemas y el ajuste de sus parámetros para mejorar el rendimiento, los sistemas de ficheros paralelos y los sistemas de colas, así como la contabilidad de los recursos. Asimismo, se introducirá al alumno las técnicas necesarias para instalar y configurar un cluster de computación. Además introducirá al alumno en las nuevas funcionalidades de sistemas operativos que la comunidad científica investiga actualmente y que presentan un elevado potencial.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Implantar y administrar sistemas de supercomputación, HPC y HTC	CE5,CE9, CE12,CE14	CB7,CB10,CG3	CT2,CT3,
Analizar y mejorar el rendimiento de estos sistemas	CE1,CE5,CE9, CE12	CB7,CG2,CG5,CG6	
Gestionar clusters de computación	CE9,CE10, CE14	CB7,CG2	
Planificar políticas de colas de procesos	CE9,CE10, CE11,CE14		
Llevar a la práctica los conocimientos teóricos aprendidos	CE13	CB7,CB9	CT6
Trabajar en equipo		CG7	CT1,CT4
Planificar y organizar su tiempo y sus recursos		CG3	
Llevar a cabo un aprendizaje autónomo		CB10	CT7

*Requisitos previos:* No se establecen

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Sesión magistral:

Exposición oral complementada con el uso de medios audiovisuales y la introducción de fases de debate con los estudiantes. Todo ello con la finalidad de transmitir conocimientos y facilitar el aprendizaje. Se realizarán sesiones magistrales sobre gran parte de los contenidos del temario, normalmente como punto de partida para el resto de actividades previstas para cada punto.

Prácticas de laboratorio:

Actividad que permite a los estudiantes aprender y afianzar los conocimientos ya adquiridos mediante la realización de sesiones prácticas en ordenadores.

Atención personalizada:

La atención personalizada en la realización de las prácticas de laboratorio resulta imprescindible a la hora de desarrollar el trabajo propuesto. Se trata de actividades que requieren un alto grado de especialización cuya resolución ha de implicar la aplicación de conceptos trabajados previamente en el máster, y cuyo conocimiento se encuentra usualmente poco estructurado con lo resulta crucial la consulta y el debate con el profesor. Además, esta atención servirá para validar y evaluar el trabajo que va siendo realizado por los alumnos en distintas fases de su desarrollo hasta llegar a su finalización. Por parte del profesorado se trabajarán las tutorías y la atención personalizada como parte trascendental del proceso formativo.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	10	CE1,CE5,CE9,CE10,CE11,CE12,CE14,CG2,CG6,c6
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	15	CE1,CE5,CE9,CE10,CE11,CE12,CE13,CE14,CB7,B7,B9,B10,B12,B13,C4
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	3	CB7,CB10,CG2,CG3,CT3,CG5,CG6,CG7,CG8,CT1,CT2,CT3,
Examen	2	
<i>TOTAL</i>	<i>30</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	45	CB7,CB8,CB9,CB10,CG2,CG3,CG4,CT3,CG5,CG6,CG7,CG8,CT2,CT3,CT7
<i>TOTAL</i>	<i>45</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	-
2. Realización de prácticas	50%
3. Pruebas periódicas y/o examen final	50%
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	-

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

- Despliegue de infraestructuras HPC
- Administración de clusters HPC
- Parametrización y optimización del rendimiento de sistemas HPC
- Gestión de la infraestructura de soporte

**Materia 13. Taller de proyectos**

*Número de Créditos Europeos (ECTS): 3*

*Carácter: Obligatorio*

*Unidad Temporal: Cuatrimestre II*

*Competencias y resultados del aprendizaje:*

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno las bases fundamentales para llevar a cabo con éxito un proyecto de investigación y/o industrial en el área de la computación de altas prestaciones. Se presentarán diferentes herramientas colaborativas que facilitan en desarrollo del proyecto así como diferentes ejemplos de proyectos empresariales y de investigación.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

<b>Competencias de la materia</b>	<b>Relación con las competencias de la titulación</b>		
	<i>Específicas</i>	<i>Básicas y generales</i>	<i>Transversales</i>
Capacidad para diseñar un proyecto de nueva ejecución, incluyendo descripción, planificación, estimación de costes, organización y análisis de riesgos	CE15	CG2,CG3,C G4, CG5,CG6	CT1,CT2,CT3, CT4, CT5,CT6,CT8
Capacidad para gestionar la ejecución de un proyecto colaborativo: replanteo, seguimiento, análisis de riesgos y desviaciones, contingencias, gestión de la colaboración, dirección de reuniones, informes periódicos	CE16	CG2,CG3,C G4, CG5,CG6	CT1,CT2,CT3 ,CT4, CT7
Utilizar el trabajo en equipo por objetivos		CG7,CG3,C G4	CT1,CT2,CT4 ,CT8
Capacidad para diseñar y realizar una presentación en público efectiva		CB9,CG8,C G3, CG4	CT1,CT2,CT3
Planificar proyectos a través de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el master en casos concretos		CB6,CB7,CB 8,CB9, CB10,CG3,C G4	CT1,CT2,CT3, CT4, CT5,CT6,CT8
Conocer las tendencias de supercomputación así como de su utilización práctica en los sectores industrial, académico y público	CE12,CE13	CG2,CG4,	CT2,CT3,CT7, CT8
Conocer las técnicas para la dirección efectiva de reuniones		CG3,CG4, CG7,CG8	CT1,CT2,CT4

*Requisitos previos: No se establecen*

*Metodología de enseñanza-aprendizaje:*

Se expondrán en clases teóricas los conceptos básicos de gestión de proyectos, técnicas de comunicación y presentación y herramientas colaborativas. Las tendencias de supercomputación se tratarán a través de clases magistrales o conferencias de expertos nacionales e internacionales. Las transparencias de las clases estarán disponibles con anterioridad. El profesor incluirá ejemplos prácticos reales intercalados con los conceptos aprendidos. La aplicación de los conceptos se hará a través de trabajos tutelados realizados en grupo. El trabajo tutelado en sí permite al alumno familiarizarse desde un punto de vista práctico con las cuestiones expuestas en las clases teóricas.

*Actividades formativas y su relación con las competencias:*

<b>Actividades formativas de carácter presencial</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Relación con las competencias</b>
Clases teóricas: impartidas por el profesor y exposición de seminarios	12	CE12,CE13,CE15,CE16,CB7,CB8,CB9,CG2,CT3,CG6,CT1,CT3,CT5
Clases prácticas de laboratorio, resolución de problemas y casos prácticos	30	CE12,CE13,CE15,CE16,CB7,CB8,CB9,CB10,CG2,CG3,CG4,CT3,CG5,CG6,CG7,CG8,CT1,CT2,CT3
Tutorías programadas: orientación para la realización de los trabajos individuales o en grupo, resolución de dudas y actividades de evaluación continua	12	CE12,CE13,CE15,CE16,CB7,CB8,CB9,CB10,CG2,CG6,CT1
Examen		
<i>TOTAL</i>	<i>54</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	96	CE12,CE13,CE15,CE16,CB6,CB7,CB8,CB9,CB10,CG2,CG3,CG4,CT3,CG5,CG6,CG7,CG8,CT1,CT2,CT3,CT4,CT6,CT7,CT8
<i>TOTAL</i>	<i>96</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

1. Realización de trabajos académicamente dirigidos	80%
2. Realización de prácticas	-
3. Pruebas periódicas y/o examen final	-
4. Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa	20%

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptorios de los contenidos:*

- Proyectos de investigación en HPC
- Herramientas colaborativas



- Gestión de proyectos HPC
- Talleres industriales
- Tendencias en HPC

## Materia 14. Trabajo Fin de Máster

Número de Créditos Europeos (ECTS): 15

Carácter: Obligatorio

Unidad Temporal: Cuatrimestre II

### Competencias y resultados del aprendizaje:

El objetivo del proyecto fin de máster es introducir al alumno en un tema de investigación con objetivos concretos y alcanzables en un corto espacio de tiempo y que permitan al alumno introducirse de modo práctico en un trabajo de investigación en alguna de las líneas en las que trabajan los grupos a los que pertenece el equipo docente.

Las principales competencias que adquirirá el alumno una vez superada la materia, y su relación con las competencias de la titulación, serán:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
Capacidad para diseñar un proyecto de nueva ejecución, incluyendo descripción, planificación, estimación de costes y organización	CE15	CG2,CG3,C G4, CG5,CG6	CT1,CT2,CT3, CT4, CT5,CT6,CT8
Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos relacionados con su área de estudio		CB6,CB7, CB8,CB10, CG1, CG2,CG3, CG4	CT3,CT6,CT7, CT8
Capacidad para diseñar y realizar una presentación en público efectiva		CB9,CG3,C G4, CG8	CT1,CT2,CT3

Requisitos previos: No se establecen

### Actividades formativas y su relación con las competencias:

Actividades formativas de carácter presencial	Número de horas	Relación con las competencias
Incorporación del alumno y toma de contacto con el tema	4	CB7,CG3,CG4,CT1
Trabajo práctico en el laboratorio para conocer las técnicas y herramientas que necesitará usar en el proyecto	15	CE15, CB7,CB8,CB9,CG2, CG3,CT3,CG6,CT1, CT2,CT3,CT4,CT5, CT6,CT8
Acometido de la parte del trabajo que se realiza de forma presencial	55	CE15, CB7,CB8,CB9,CG2,

		CG3,CT3,CG5,CG6, CT1,CT2,CT3,CT4, CT5,CT6,CT8
Sesiones de seguimiento con el director del proyecto	9	CE15,CB7,CB8,CB9, CG2,CG3,CT3,CG6,C T1
Presentación y debate de la memoria	1	CB9,CG8
<i>TOTAL</i>	<i>84</i>	
<b>Actividades formativas de carácter no presencial</b>		
Trabajo personal del alumno: consulta de bibliografía, estudio autónomo, desarrollo de actividades programadas, preparación de presentaciones y trabajos	216	CE15,CB6,CB7,CB8, CB9,CB10,CG1,CG2, CG3,CG4,CT3,CG5, CG6, CT1,CT2,CT3,CT4, CT5,CT6,CT7,CT8
<i>TOTAL</i>	<i>216</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	

*Acciones de coordinación:*

Las señaladas con carácter general para el máster.

*Sistemas de evaluación y calificación:*

Seguimiento continuado por parte del profesor que dirige el trabajo y visto bueno en la memoria del proyecto realizado.

Evaluación del trabajo por una comisión integrada por profesores especialistas del área.

El sistema de calificación será el señalado con carácter general para el máster.

*Descriptores de los contenidos:*

- Proyecto de investigación y/o desarrollo en HPC