

# Máster en Computación de Altas Prestaciones

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Esta propuesta de título de Máster en Computación de Altas Prestaciones supone un nuevo objetivo en el amplio historial de colaboraciones entre el grupo de Arquitectura de Computadores de la Universidade de Santiago de Compostela, el grupo de Arquitectura de Computadores de la Universidade da Coruña y el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) en el ámbito de la investigación y la formación en supercomputación. A través de proyectos conjuntos, cursos, congresos, redes y todo tipo de iniciativas, estos tres actores han sido motores de la supercomputación en los ámbitos académico, investigador y del desarrollo industrial en Galicia.

Esta colaboración se extenderá ahora para ofrecer una formación de postgrado que dote a las universidades, centros de investigación y al tejido empresarial gallego de profesionales preparados en el campo de la supercomputación.

### 1.1. Denominación

Máster en Computación de Altas Prestaciones.

### 1.2. Universidad solicitante y departamento responsable

Las Universidades solicitantes son la Universidade de Santiago de Compostela (USC) y la Universidade da Coruña (UDC). Siendo el Departamento de Electrónica y Computación de la Universidade de Santiago de Compostela el responsable del máster.

Por parte de la Universidade da Coruña participa el Departamento de Electrónica y Sistemas perteneciente a la Facultad de Informática de la Universidade da Coruña.

#### Coordinador por la USC:

Tomás Fernández Pena  
Universidade de Santiago de Compostela  
Dpto. de Electrónica y Computación  
Facultad de Física  
Campus Sur  
15782 A Coruña  
tfno 981-563100  
fax 981-528012  
correo-e: [tf.pena@usc.es](mailto:tf.pena@usc.es)

#### Coordinador por la UDC:

Patricia González Gómez  
Universidade da Coruña  
Dpto. de Electrónica y Sistemas  
Facultad de Informática  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña  
tfno 981-167000  
fax 981-167160  
correo-e: [pglez@udc.es](mailto:pglez@udc.es)

El representante legal de la Universidade de Santiago de Compostela es su Rector, D. Juan J. Casares Long, en tanto que el de la Universidade da Coruña es su Rector, D. Xosé Luis Armesto Barbeito.

Dirección a efectos de notificación:

**Universidade de Santiago de Compostela**

Praza do Obradoiro, s/n  
15782 Santiago de Compostela  
A Coruña

Correo-e: [reitor@usc.es](mailto:reitor@usc.es)

Teléfono: 981 563 100

Fax: 981 588 522

**Universidade da Coruña**

C/ Maestranza, 9  
15001 A Coruña  
A Coruña

Correo-e: [reitor@udc.es](mailto:reitor@udc.es)

Teléfono: 981 167 000

Fax: 981 226 404

El representante del título por parte de la Universidade de Santiago de Compostela es el director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la misma, D. Antonio Mosquera González, en tanto que el representante por parte de la Universidade da Coruña es el Decano de la Facultad de Informática de esa universidad, D. Luis Hervella Nieto.

Dirección a efectos de notificación:

Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidade de Santiago de Compostela  
c/ Lope Gómez de Marzoa s/n. Campus Sur  
15782 Santiago de Compostela  
A Coruña

Correo-e: [etse.direccion@usc.es](mailto:etse.direccion@usc.es)

Teléfono: 981563100 #16736

Fax: 981 528 041

Facultad de Informática  
Universidade da Coruña  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña  
A Coruña

Correo-e: [decanato.fic@udc.es](mailto:decanato.fic@udc.es)

Teléfono: 981167000 #1237

Fax: 981 167 160

El presente título se registrará por el convenio correspondiente que han firmado los representantes legales de las dos universidades implicadas. Asimismo, está en vigor un convenio de colaboración entre ambas universidades y el Centro de Supercomputación de Galicia, CESGA.

### **1.3. Tipo de enseñanza**

La periodicidad de la oferta será anual.

La enseñanza será de tipo presencial.

No obstante, se hará uso de herramientas de apoyo no presencial, por ejemplo, campus virtual y equipos de videoconferencia.

#### **1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas**

El número de plazas ofertadas de nuevo ingreso será de 25 considerando tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial. Este número se mantendrá en las sucesivas ediciones del máster durante los cuatro primeros cursos.

Este número es el que se ha considerado apropiado en las últimas ediciones del programa de doctorado que se impartía hasta este momento en ambos departamentos, y es el que consideramos como aval de un nivel de dedicación por parte del profesorado para el aprendizaje del alumno según las normativas de adaptación al EEES. Se han tenido en cuenta los recursos materiales: aulas, tamaño, bibliotecas, etc. y los recursos humanos disponibles.

La selección de los alumnos se regirá por las normativas de la USC y de la UDC.

#### **1.5. Número de créditos de matrícula por estudiante, periodo lectivo y requisitos de matriculación**

El periodo lectivo comprende un curso académico estándar dividido en dos cuatrimestres. Los alumnos deben matricularse de 60 créditos ECTS (*European Credit Transfer System*) tal y como se definen en el R.D. 1125/2003. Estos 60 créditos están divididos en 42 créditos de materias obligatorias, 6 de materias optativas y 12 del trabajo fin de máster.

El número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo será de 60 créditos en la primera matrícula para los alumnos con dedicación a tiempo completo, y la mitad para los alumnos con dedicación a tiempo parcial, siempre de acuerdo con la normativa de la Universidade de Santiago de Compostela y de la Universidade da Coruña con carácter general.

Las normas de permanencia en la titulación de Master en Computación de Altas Prestaciones 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, 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 Posgrado en la Universidade de Santiago de Compostela. Disponible en la página web de la USC:  
<http://www.usc.es/gl/gobierno/vrodoces/ees/normativa.html>

El número mínimo de ECTS que debe cursar un alumno para continuar los estudios es de 30, a no ser que le resten un número inferior para finalizar, en cuyo caso cursará la totalidad de créditos necesarios para terminar los estudios.

En lo referente a la atención a los estudiantes con necesidades educativas especiales, la normativa de aplicación es:

- *Ley Orgánica 6/2001*, de 21 de diciembre, de Universidades y *Ley Orgánica 4/2007*, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Artículo 46 sobre los Derechos y deberes de los estudiantes.
- *Estatuto del estudiante de la Universidad de A Coruña* (aprobado por el Claustro Universitario, 29 de mayo de 2007). Artigo 21. Apoyo a los estudiantes con necesidades especiales. Disponible en la página web de la UDC: <http://www.udc.es/reitoria/ga/vicerreitorias/veri/documentos/estatutoestudantado.asp>
- En la Universidade de Santiago de Compostela, la atención a cuestiones derivadas de la existencia de necesidades educativas especiales, se lleva a cabo, para cada caso, en colaboración con el Servicio de Participación e Integración Universitaria: <http://www.usc.es/gl/servizos/sepiu/integracion.html>

### **1.6. Resto de información para la expedición del Suplemento Europeo al Título**

El título tiene un perfil eminentemente investigador. Los estudios conducentes al título formarán a los alumnos para su posterior incorporación en centros o equipos de I+D+i, tanto de titularidad pública como privada, y/o para la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la computación de altas prestaciones en general, y de los temas de trabajo de los grupos de investigación en los que se integra el equipo docente en particular.

Las instituciones que han conferido el máster son las universidades públicas de Santiago de Compostela y A Coruña.

El centro universitario en el que el titulado finalizará sus estudios es un centro propio de la Universidad.

Las lenguas que se utilizarán en el proceso formativo son principalmente el castellano, el gallego y el inglés. Siendo esta última la dominante en cuanto al material de trabajo utilizado tanto por el alumno como por el profesor, y las dos primeras serán las usadas predominantemente para la comunicación interactiva, aunque no exclusivamente.

## 2. JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Justificación del título propuesto

Hoy en día la computación se considera una parte imprescindible, junto con la teoría y la experimentación, para el avance del conocimiento científico. La simulación numérica permite el estudio de sistemas complejos y fenómenos naturales que sería demasiado caro, peligroso o incluso imposible estudiar de forma directa. La búsqueda de mayores niveles de detalle y realismo en muchas simulaciones requiere de una enorme capacidad computacional, y ha motivado en gran medida muchos avances en el campo de la computación de altas prestaciones. Gracias a esos avances, científicos e ingenieros pueden ahora resolver problemas a gran escala que en su día se pensaron intratables.

El campo de la Computación de Altas Prestaciones y sus aplicaciones se ha convertido en uno de los más dinámicos en el mundo de la Informática, y ha sido reconocido como un campo prioritario tanto en los distintos programas marco de la Comunidad Europea como en los programas de financiación de la investigación en España. La disciplina que cubre este campo está actualmente muy consolidada, con una carga de conocimientos intrínsecos muy relevantes. Las aplicaciones de esta disciplina son muy numerosas y pueden encontrarse prácticamente en cualquier campo de la Ingeniería y de la Industria.

En la Comunidad Autónoma de Galicia contamos con el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), uno de los centros tecnológicos más importantes de nuestra Comunidad Autónoma y que da servicio de cálculo de altas prestaciones a la comunidad científica gallega y del CSIC a nivel nacional, así como a otras instituciones de investigación. El CESGA está realizando un esfuerzo para arrancar, con el apoyo del CSIC y la Xunta de Galicia, un centro de investigación en Ciencia Computacional. Dicho centro tendrá líneas de investigación en Computación de Altas Prestaciones (tanto arquitecturas de computadores, como herramientas, compiladores o nuevos algoritmos) así como su aplicación a las áreas de Nanotecnología, Ciencias de la Vida, Ciencias del Mar y Energía. Dichas áreas han sido seleccionadas por su relación con otros centros de excelencia en la euro región que necesitarán herramientas computacionales (y en algunos casos, infraestructuras propias) para realizar su investigación. En el centro propuesto por el CESGA está previsto incorporar un número importante de investigadores en las áreas relacionadas con el Master.

Por otra parte, existe también una gran demanda de profesionales, tanto en el CESGA como en centros de computación similares, con conocimientos de alto nivel de administración de sistemas así como especializados en la gestión de infraestructuras de computación científicas. Estas no sólo engloban la parte informática sino que además incluyen formación en los servicios de soporte de estos sistemas, como son las infraestructuras de acondicionamiento eléctricas, climáticos y de seguridad necesarios. Actualmente en España existen más de diez centros de computación con este tipo de necesidades, sin contar con las áreas de cálculo de las universidades, que requieren este tipo de perfil. De hecho, el CESGA como Infraestructura Científico-Técnica Singular necesitará incorporar en el futuro cercano técnicos con ese perfil que permitan el crecimiento de la infraestructura al ritmo necesario para mantener su competitividad internacional.

Por último, es importante resaltar las necesidades de las pequeñas y medianas empresas de Galicia del sector manufacturero en relación con la simulación numérica. Los datos

que arroja el estudio Simula (realizado por el CESGA en 2004 y que está disponible en la página Web <http://simula.cesga.es>) indican que es necesario formar personal cualificado en el área de computación de altas prestaciones que se utiliza en la simulación numérica empresarial, que cada vez necesita modelos más realistas que demandan más capacidad de cómputo.

En la comunidad gallega no existe, actualmente, ninguna titulación universitaria con una especialización en computación de altas prestaciones. Lo más próximo a esta especialización es la orientación de “Sistemas de Información” en el actual Máster Interuniversitario en Tecnologías de la Información (por la USC y la UDC), con un número muy limitado de materias relacionadas con la computación de altas prestaciones.

Por tanto, teniendo en cuenta este punto de partida y, como hemos visto, la demanda que existe de personal formado en este campo, resulta de interés ofertar un máster en computación de altas prestaciones que cumpla los requisitos necesarios para incorporar aquellos alumnos que quieran completar sus estudios académicos, o que por otro lado necesiten un mayor conocimiento de las técnicas de la computación de altas prestaciones y sus aplicaciones.

En el ámbito académico el programa pretende una especialización superior que permita acceder a un nuevo nivel de conocimientos, una vez obtenida una titulación de acceso de la rama de las ingenierías o de las ciencias experimentales.

En el ámbito científico los graduados que obtengan este máster estarán capacitados para trabajar en centros o equipos de investigación multidisciplinarios, pues serán capaces de aplicar las técnicas de la supercomputación en entornos tecnológicos e industriales para la mejora de la calidad y la productividad, y conocerán y sabrán usar las herramientas que provee un supercomputador para resolver los problemas técnicos y científicos de su especialidad. Podrán también proseguir la formación investigadora y realizar una tesis doctoral en su caso.

Se pretende la formación de especialistas que desempeñen sus funciones en los campos de I+D+i. También se propone la formación continuada de profesionales en activo.

## **2.2. Referentes externos**

Se ha tenido en cuenta lo establecido en el *Libro Blanco para el Título de Grado en Ingeniería Informática*, en lo referente a la relación e integración de un título de grado con respecto a su posible continuación en uno o varios másters especializados. El libro blanco reconoce, por ejemplo, el modelo británico, donde el máster ofrece una especialización profesional y recoge las tendencias más actuales de cada campo de estudio. Estos másters suelen estar asociados a un departamento o grupo de investigación. Este modelo es el más próximo a la propuesta del Máster en Computación de Altas Prestaciones que presentamos.

Se han tenido en cuenta también los planes de estudio de las nuevas titulaciones de Grado en Ingeniería Informática de aquellas universidades que han finalizado sus propuestas o las tienen muy avanzadas (Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, Universidade de Santiago de Compostela,...).

Se ha observado el incipiente desarrollo, a nivel nacional, de otros programas de doctorado y de máster con contenidos significativos en computación de altas prestaciones (Universidad de Cantabria, Universidad de Extremadura, Universidad

Politécnica de Cataluña, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Autónoma de Barcelona, etc.). Esta información se ha utilizado para desarrollar elementos diferenciadores en la propuesta.

De entre los planes de estudio de máster consultados cabe citar:

- el Máster en Tecnologías de la Información por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), de dos cursos (120 ECTS) que ofrece una especialidad en Supercomputación (<http://www.fib.upc.edu/en/masters/mti/super.html>);
- el Máster en Computación Paralela y Distribuida por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), 90 créditos (<http://www.upv.es/entidades/MCPD/>); y
- el Máster en Computación de Altas Prestaciones por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), de 60 créditos (<http://www.uab.es/servlet/Satellite/estudiar/masteres-oficiales/informacion-general/computacion-de-altas-prestaciones-1096480309770.html?param1=1096482867183>).

Por supuesto, también en el ámbito internacional es habitual encontrar títulos de Máster tanto en el ámbito de las TIC como en otros ámbitos científicos (Química, Física, Matemáticas) que incluyen una intensificación en computación de altas prestaciones, que pueden servir como referencia para elaborar una propuesta. Se han evaluado las ofertas de postgrado de varias de esas universidades (Stanford University, University of Illinois, MIT, Technische Universität München, University of Edinburgh, University of Dublin, etc.), así como el contenido y enfoque desarrollado en la bibliografía de referencia en el campo y contemplada por la mayoría de dichas universidades (por ejemplo, los cinco Curricula de ACM: computer science, computer engineering, information systems, information technology and software engineering).

Los referentes internacionales más próximos a la presente propuesta los encontramos en el modelo de máster británico, y más en concreto en los siguientes:

- M. Sc. in High Performance Computing ofertado por el EPCC en la Universidad de Edimburgo (<http://www.epcc.ed.ac.uk/msc/>). EPCC (<http://www.epcc.ed.ac.uk/>) es uno de los centros europeos líderes en investigación avanzada, transferencia tecnológica y provisión de servicios de supercomputación tanto al mundo académico como al industrial. El programa de este máster, que al igual que nuestra propuesta se realiza en un único curso académico, proporciona una excelente base en computación de altas prestaciones y su aplicación práctica. Los contenidos del máster ofrecido por el EPCC, que cubren desde conceptos fundamentales a tópicos avanzados en computación de altas prestaciones y e-ciencia, guardan un gran parecido con los de nuestra propuesta.
- M. Sc. in High Performance Computing ofertado por la Facultad de Matemáticas de la Universidad de Dublin en colaboración con el Trinity Centre of HPC (<http://www.tchpc.tcd.ie/business/training/mschpc.php>). De nuevo la duración del máster es de un curso académico. Los contenidos del máster incluyen arquitectura del computador, optimización software, programación paralela y simulación y modelado. Este máster está íntimamente ligado a las actividades de innovación e investigación en el área de la computación de altas prestaciones que se llevan a cabo en el Trinity College de la Universidad de Dublín. El área de las aplicaciones incluye simulación de sistemas físicos, químicos y

biológicos, gestión del riesgo financiero, modelado de telecomunicaciones, optimización y minería de datos.

Por último, se ha tenido en cuenta también la temática abordada en las conferencias internacionales más importantes relacionadas con la computación de altas prestaciones y sus aplicaciones (por ejemplo, *Supercomputing Conference*, *High Performance Computing and Communications*, *High Performance Computing and Applications*, etc.), con el objetivo de proporcionar una visión moderna de las aplicaciones y los frentes de investigación.

### **2.3. Procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del título**

#### **Consultas Internas**

Se ha constituido una comisión redactora del Plan de Estudios del Máster en Computación de Altas Prestaciones, formada por tres representantes de cada uno de los departamentos implicados y tres representantes del Centro de Supercomputación de Galicia.

La definición del Plan de Estudios del Máster ha consistido en la realización de tareas por parte de los miembros de la comisión y reuniones para puesta en común de los resultados de dichas tareas, discusión de los resultados y planificación de tareas futuras. Desde febrero a septiembre de 2009 la comisión redactora del Plan de Estudios del Máster se ha reunido un total de nueve veces.

Por otra parte, todos los miembros del equipo docente han colaborado en la elaboración de los contenidos de este plan de estudios.

#### **Consultas Externas**

Durante los días 16, 17 y 18 de septiembre de 2009, el Departamento de Electrónica y Sistemas ha organizado en la Facultad de Informática de la UDC las XX Jornadas de Paralelismo. Las Jornadas de Paralelismo es el congreso nacional de referencia en el Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores, que supone un encuentro de numerosos investigadores relacionados con la computación de altas prestaciones. En esta edición el programa de las Jornadas incluía dos mesas redondas: la primera de ellas sobre cómo trasladar las fichas del Grado y Master en Informática a los nuevos planes de estudio, y la segunda sobre la transferencia de conocimiento universidad-empresa. La asistencia a las mesas redondas de ponentes con experiencia en estos temas, así como la asistencia al congreso de profesores de reconocido prestigio en el área, nos ha brindado la oportunidad de debatir con ellos aspectos relacionados con la planificación de este máster, y recibir sugerencias que han contribuido a la redacción de este Plan de Estudios. Se adjuntan las cartas de apoyo de D. José Duato Marín y D. Emilio Luque Fadón, ambos Catedráticos de Universidad en el área de Arquitectura y Tecnología de Computadores y promotores de dos de los másteres usados como referentes en la elaboración de este plan de estudios; y la carta de apoyo de D. Francisco Tirado Fernández, también Catedrático de Universidad por el área de Arquitectura y Tecnología de Computadores y actualmente presidente de SARTECO (Sociedad de Arquitectura de Computadores).



También se han realizado consultas con la empresa HP España, con la que se firmará un convenio de colaboración específico. Se incluye como anexo una carta de interés y apoyo de dicha empresa.

Finalmente, se han utilizado respuestas a encuestas de los alumnos del programa de doctorado previo, así como a sus egresados, muchos de ellos actualmente realizando su tesis doctoral, y doctores.

### **3. OBJETIVOS**

Este Máster tiene como principal objetivo la formación de investigadores en el campo de la arquitectura de computadores y la computación de altas prestaciones. Esto incide en la formación académica, de investigación y de transferencia de tecnología que permitirá a los alumnos incorporarse a centros o departamentos de innovación, investigación y desarrollo, parques tecnológicos, parques industriales, centros de alta tecnologías, y/o empezar la realización de la tesis doctoral en el área de la computación de altas prestaciones.

Igualmente, se promueven los valores sociales y medioambientales relacionados con la informática, y un conjunto de competencias transversales orientadas al desarrollo profesional, como son la capacidad de trabajo en equipo, de dirigir grupos de trabajo, de comunicación oral y escrita y, particularmente, la capacidad de seguir aprendiendo a lo largo de la trayectoria profesional.

#### **3.1. Competencias generales y específicas**

Los investigadores formados en este máster:

- conocerán la arquitectura del computador, de los sistemas multiprocesadores y de los supercomputadores así como las arquitecturas avanzadas;
- utilizarán estos conocimientos para aumentar el rendimiento de las aplicaciones;
- serán capaces de generar código optimizado y aplicar técnicas de computación concurrente;
- conocerán los sistemas operativos para sistemas paralelos y distribuidos, su estructura interna y las herramientas de los mismos;
- serán expertos en evaluar el rendimiento de los computadores y los programas;
- sabrán utilizar las técnicas de supercomputación y las herramientas que proporcionan los supercomputadores para resolver problemas científicos y técnicos de su especialidad;

De manera general, siguiendo las directrices del RD 1393/2007, se garantizará:

- 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;
- 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;
- 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;
- 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.

Las competencias específicas de las materias se encuentran recogidas en la descripción de las asignaturas del máster en el punto 5.

A modo de resumen se ha realizado un compendio de todas las competencias a fin de poder mostrar en una tabla la correspondencia entre las materias del máster y las competencias asociadas a cada una de ellas.

#### Competencias específicas:

CE1: Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado;

CE2: Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema;

CE3: Conocer el manejo de las librerías numéricas de HPC, sus posibilidades y sus aplicaciones en los distintos campos de la Ingeniería;

CE4: Profundizar en el conocimiento de las herramientas de programación y depuración particularmente en entorno Unix y lenguajes C y Fortran;

CE5: Conocer las arquitecturas emergentes en el campo de la supercomputación;

CE6: Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes;

CE7: Adquirir conocimientos sobre las tecnologías de virtualización: instalación, configuración y utilización;

CE8: Conocer las tecnologías y herramientas disponibles para la computación en sistemas distribuidos sobre una red y el procesamiento de ingentes cantidades de datos;

CE9: Conocer los principales elementos HW y SW de un servidor y ser capaz de mejorar el rendimiento y las capacidades del mismo;

CE10: Adquirir los conocimientos necesarios para la administración de los servicios de los sistemas;

CE11: Implementar las políticas y servicios que garanticen la continuidad de la disponibilidad;

CE12: Conocer las tendencias en supercomputación así como su utilización práctica en los sectores industrial, académico y público;

CE13: Integrarse en la operativa diaria de un centro relacionado con la supercomputación;

CE14: Implantar y administrar sistemas de supercomputación, HPC y HTC;

CE15: Diseñar un proyecto de nueva ejecución;

CE16: Gestionar un proyecto colaborativo.

#### 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 - Conocer y experimentar el método científico de investigación

CG2 - Capacidad de análisis y síntesis;

CG3 - Capacidad de organización y planificación;

CG4 - Motivación por la calidad y mejora continua;

CG5 - Buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo;

CG6 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas;

CG7 - Ser capaz de trabajar en un equipo, en especial de carácter interdisciplinar;

CG8 - Exponer, defender y discutir propuestas.

#### Competencias transversales:

CT1: Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma;

CT2: Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero;

CT3: Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida;

CT4: Desenvolverse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en conocimiento y orientadas al bien común;

CT5: Entender la importancia de cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras;

CT6: Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse;

CT7: Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida;

CT8: Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

## 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

### 4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes

Se utilizarán los procedimientos de información y acogida utilizados habitualmente por las Universidades de Santiago de Compostela y A Coruña para todos sus estudios. Adicionalmente, se utilizará: Información multimedia (web, portales, videos), información documental e impresa, jornadas e información personalizada.

La USC cuenta con un Centro de Postgrado, Tercer Ciclo y Formación Continua que elabora la oferta de títulos de máster de orientación investigadora y se encarga de su promoción y publicidad, junto con los responsables de comunicación de la Universidad. Estos últimos gestionan la promoción y publicidad de toda la oferta académica de la Universidad y singularmente la que elabora el Servicio de Xestión da Oferta e Programación Académica.

Los estudiantes podrán encontrar la información concreta sobre los estudios de máster en los siguientes enlaces de la página web de la USC: <http://www.usc.es/gl/titulacions/pop> y <http://www.usc.es/cptf/>, y de la UDC: <http://www.udc.es/estudos/ga/psoposgrao/> y <http://www.udc.es/guia/ga/pop.asp>. Además, la USC cuenta con un programa específico de información y difusión de su oferta de estudios a través de un perfil específico en su página web dirigido a futuros estudiantes: <http://www.usc.es/es/perfiles/futuros>.

La información relativa a la admisión y matrícula en los másteres se puede obtener a través de la página web de la USC, <http://www.usc.es>, <http://www.usc.es/cptf/> y la de la UDC <http://www.udc.es/estudos/ga/psoposgrao/>, las cuales se mantienen constantemente actualizadas. Asimismo, la USC y la UDC elaboran carteles y folletos de difusión de la oferta de másteres oficiales, y de los plazos de admisión y de matrícula. Además, se responde a consultas a través de la Oficina de Información Universitaria (OiU) <http://www.usc.es/es/servizos/oiu> y de las direcciones de información de los propios másteres.

Por parte de la UDC, el Servicio de Asesoramiento y Promoción del Estudiante (SAPE) y la Guía del Estudiantado, con los sitios web <http://www.udc.es/sape/> y <http://www.udc.es/guia/ga/> difunden información acerca de la oferta de la universidad, el proceso de matrícula y en general orientan en cuanto les resulta de interés a los posibles alumnos. En ambas universidades los Centros y Departamentos se exponen carteles informativos con los plazos de admisión y matrícula.

Los estudiantes del último año de licenciaturas/diplomaturas/grados reciben información de la oferta de títulos de máster durante el verano del año en que culminan esos estudios.

La USC y la UDC realizan, al inicio de cada curso académico, jornadas de acogida organizadas por los Vicerrectorados con competencias en asuntos estudiantiles en todos los centros universitarios. Estas jornadas tienen por objeto presentar a los nuevos estudiantes las posibilidades, recursos y servicios que les ofrece la Universidad. Los departamentos implicados en este master, por su parte, recibirán en una jornada de acogida a los nuevos estudiantes el primer día de clase. En ella se les ofrece una presentación del equipo docente, las aulas, la biblioteca, los servicios administrativos y la organización académica del centro.

Por último, la Universidad participa anualmente en Ferias y Exposiciones acerca de la oferta docente de Universidades y Centros de Enseñanza Superior, tanto a nivel gallego (v.g., “Forum Orienta do Ensino Superior en Galicia”, organizado por la Consellería de Educación e Ordenación Universitaria, <http://www.forumorienta.es/>) como español (v.g., “Aula” <http://www.ifema.es/ferias/aula/default.html>) e internacional, para promocionar su oferta de estudios.

Además de estos canales de difusión, el Departamento de Electrónica y Computación de la USC, coordinador del programa, mantendrá en todo momento una página web con información detallada del máster siguiendo los criterios y recomendaciones de la ANECA. Este portal web mantendrá la información completa sobre el programa, el profesorado, la metodología docente, los procesos administrativos, el calendario, los procesos de sugerencias y reclamaciones, los eventos relacionados o la información sobre empleo y becas.

#### **4.2. Acceso y admisión**

El artículo 16 del Real Decreto 1393/2007 establece que para acceder a las enseñanzas oficiales de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo e Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster.

Asimismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de máster.

El sistema de admisión del alumnado se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en el Reglamento de Postgrado Oficial de la USC (<http://www.usc.es/export/sites/default/gl/gobierno/vrodoces/ees/descargas/rglestudosoficiaisposgrao.pdf>), el Reglamento de Estudios Oficiales de Postgrado de la UDC (<http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/so.asp>) y la Normativa da UDC para estudios de máster universitario ([http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/Norm\\_mestrados.pdf](http://www.udc.es/informacion/ga/lexislacionenormativa/regulamentos/academica/Norm_mestrados.pdf)) siguiendo los principios de objetividad, imparcialidad, mérito y capacidad.

La Comisión Académica del máster tiene las competencias en materia de admisión tal como se establece en la normativa de la USC (<http://www.usc.es/export/sites/default/gl/gobierno/vrodoces/ees/descargas/rrdesreguestudosposgrao.pdf>). Esta comisión actuará en coordinación con la Comisión de Selección y Admisión de Estudiantes de la UDC, que tendrá la composición y funciones determinadas en la Normativa de Gestión Académica del correspondiente curso académico, y como mínimo estará constituida por el coordinador del máster en la UDC, que presidirá la comisión, el administrador del centro que custodiará la documentación recibida, un profesor de la UDC como representante de los profesores del máster en la

UDC, el coordinador del máster por la USC como representante de los profesores del máster en la USC y un representante de los alumnos.

A la hora de establecer los criterios de admisión se ha de tener en cuenta lo establecido en el artículo 17 del Real Decreto 1393/2007.

Las titulaciones de acceso a los estudios de este máster serán, sin que exista prelación entre ellas:

- Licenciatura en Informática.
- Ingeniería en Informática.
- Grado en Ingeniería Informática.
- Grado en Informática.
- Física.
- Matemáticas.
- Ingeniería en Telecomunicaciones.
- Ingeniería Electrónica.
- Ingeniería Industrial.
- Otras ingenierías, ingenierías técnicas, licenciaturas y grados en cualquier área de ciencias.

Aunque no se asumen conocimientos previos en computación de altas prestaciones, si se requiere que los solicitantes tengan competencias en alguno o varios de los siguientes lenguajes de programación: Java, C++, C o Fortran.

Los criterios de admisión se basarán en los siguientes aspectos:

- Adecuación del expediente académico a los contenidos del máster.
- Expediente académico.

El primero de los criterios es excluyente, de modo que los candidatos para los que se establezca la no adecuación del expediente académico quedarán excluidos. Para el resto, la selección se basará en el expediente académico.

### **4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes**

Existirá un sistema de tutorías por el que todos los alumnos contarán con un docente que hará las labores de tutor personal. La asignación de tutores será realizada por los dos departamentos y sus funciones serán las de orientar y asesorar al alumno en aspectos como las materias de las que matricularse y la planificación del esfuerzo así como dirigir su proyecto fin de máster. Además el coordinador del máster será un referente para todos ellos. Diversas herramientas de soporte no presencial se utilizarán para facilitar esta labor.

Se dará continuidad al proceso de tutorización de los estudiantes durante todos los estudios, incluyendo orientación para la posterior realización de la tesis doctoral, y eventualmente la incorporación a la vida laboral o estudios posteriores.

Se llevarán a cabo acciones de dinamización sociocultural de los estudiantes y se propondrán programas de soporte personal al estudiante (ayudas al estudio, movilidad asesoramiento pedagógico, gestión de becas, etc.). Para ello se contará con los servicios



que las universidades ofrecen en materia de apoyo y orientación a los estudiantes. En el caso de la UDC estos servicios son, entre otros, el Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE: <http://www.udc.es/cufie> ), el Observatorio Ocupacional (<http://www.observatorio.udc.es/>), el Aula de Formación Informática (AFI: <http://www.udc.es/afi/>), el Centro de Lenguas (<http://www.udc.es/centrodelenguas/>), el Servicio de Normalización Lingüística (<http://www.udc.es/snl/>) o el Servicio de Asesoramiento y Promoción Estudiante (SAPE: <http://www.udc.es/sape> ).

En el caso de la USC se cuenta, entre otros, con el Centro de Tecnologías para el aprendizaje (CeTA: <http://www.usc.es/ceta/>), los Servicios de Apoyo al Emprendimiento y al Empleo (SAEE: <http://www.usc.es/es/servizos/saee>), la Red de Aulas de Informática (RAI: <http://www.usc.es/es/servizos/atic/rai>), el Centro de Lenguas Modernas (CLM: <http://www.usc.es/es/servizos/clm>), el Servicio de Normalización Lingüística (SLN: <http://www.usc.es/snl>) y el Servicio de Participación e Integración Universitaria (SEPIU: <http://www.usc.es/gl/servizos/sepiu/integracion.html>) para la integración de personas con discapacidad.

La Comisión Académica será la que proponga la asignación de tutores a los estudiantes, que será aprobada por los respectivos consejos de departamento.

#### **4.4. Transferencia y reconocimiento de créditos**

La dimensión de las materias se ha realizado de acuerdo a créditos ECTS, tal como se establece en el real decreto 1393/2007. Estrechamente relacionado con esto se encuentra el número de materias a cursar en paralelo.

La Universidad de Santiago de Compostela cuenta con una “Normativa de transferencia y reconocimiento de créditos para titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior”, aprobada por su Consello de Goberno el 14 de marzo de 2008, de cuya aplicación son responsables el Vicerrectorado con competencias en oferta docente y la Secretaría General con los Servicios de ellos dependientes: Servicio de Gestión de la Oferta y Programación Académica y Servicio de Gestión Académica.

Esta normativa cumple lo establecido en el RD 1393/2007 y tiene como principios, de acuerdo con la legislación vigente:

- Un sistema de reconocimiento basado en créditos (no en materias ) y en la acreditación de competencias.
- La posibilidad de establecer con carácter previo a la solicitud de los estudiantes, tablas de reconocimiento globales entre titulaciones, que permitan una rápida resolución de las peticiones sin necesidad de informes técnicos para cada solicitud y materia.
- La posibilidad de especificar estudios extranjeros susceptibles de ser reconocidos como equivalentes para el acceso al grado o al postgrado, determinando los estudios que se reconocen y las competencias pendientes de superar.
- La posibilidad de reconocer estudios no universitarios y competencias profesionales acreditadas.

Está accesible públicamente a través de la web de la USC, en el enlace <http://www.usc.es/estaticos/normativa/pdf/normatransferrecreditostituEEES.pdf>. Así

mismo, la Resolución Rectoral del 27 de Octubre de 2008 que establece el procedimiento para el reconocimiento de competencias en las titulaciones de grado y máster se puede consultar en: <http://www.usc.es/sxa/normativa/ficheros/XA0661.pdf>.

Además de los criterios de reconocimiento generales, se considerarán los que presenten una adecuación entre las competencias y los conocimientos asociados a las materias cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios o que tengan carácter transversal.

La comisión técnica de la titulación establecerá las equivalencias entre estudios cursados en otras universidades y los que puedan ser reconocidos en el plan de estudios. Así mismo, podrá establecer tablas de equivalencia especificando los créditos que se reconocen.

## 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 practicas 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:

<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 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,C E11,CE12,CE13	CG2,CG3,CG7	CT1,CT2,CT3,CT4,
Dimensionar los sistemas en función de los requerimientos de nuevas aplicaciones	CE5,CE10,C E11,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:

Competencias de la materia	Relación con las competencias de la titulación		
	Específicas	Básicas y generales	Transversales
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



<b>Materia 13. Taller de proyectos</b>
--

*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

## 6. PERSONAL ACADÉMICO

### 6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles

El equipo docente está compuesto por 25 doctores procedentes en su mayoría de los dos departamentos implicados en el máster, siendo siempre uno de ellos el responsable para cada una de las materias propuestas. Existe además un grupo de 2 profesores externos de reconocido prestigio que aportarán un grado adicional de calidad al programa. Calculando la relación entre los créditos totales que se imparten en el máster (66) y el número de profesores disponibles (25) se deduce que la implicación media por docente es de 2,64 ECTS. Este dato indica que el personal académico disponible es suficiente para cubrir las necesidades docentes del máster.

El departamento de Electrónica y Computación de la USC, al que pertenece todo el profesorado de la USC de este máster, tiene una larga experiencia investigadora en las áreas temáticas del máster. Así, entre los 7 profesores funcionarios y 1 investigador del programa Parga Pondal suman un total de 29 quinquenios y 23 sexenios, y en los últimos cinco años han publicado más de 100 trabajos de investigación en revistas, actas de congresos y libros/capítulos de libro internacionales, y dirigido 8 Tesis Doctorales.

En lo tocante a la experiencia investigadora, el Grupo de Arquitectura de Computadores de la UDC, es un grupo de investigación consolidado y muy activo, sumando sus miembros 39 quinquenios y 29 sexenios de investigación. El grupo fue declarado en 2006 Grupo de Investigación de Referencia Competitiva por la Xunta de Galicia, siendo uno de los cuatro únicos grupos de la UDC que alcanzaron esta distinción. El grupo ha publicado en los últimos 5 años más de 100 trabajos de investigación en revistas, actas de congresos y libros/capítulos de libro internacionales. Finalmente, en el grupo se han leído 8 Tesis Doctorales en los últimos 5 años.

La adecuación de los docentes que han expresado su compromiso en la impartición de la docencia del máster viene garantizada por su experiencia docente previa tanto en estudios de segundo o de tercer ciclo y por la relación existente entre sus líneas de investigación y la temática de las materias que va a impartir en el Máster. En la siguiente tabla se muestra la relación de docentes e indicadores según su vinculación:

Vinculación	categoría						Quinquenios	Sexenios
	CU	TU	CD	AD	Otro	Total		
<i>USC</i>	2	5	0	0	1	8	29	23
<i>UDC</i>	2	8	5	0	0	15	39	29
<i>externos</i>	1	-	-	-	1	2	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>72</b>	<b>55</b>

**CU:** Catedrático de Universidad    **TU:** Profesor Titular de Universidad  
**CD:** Profesor Contratado Doctor    **AD:** Profesor Ayudante Doctor

Se dispone por tanto de los siguientes datos:

- Según la formación: todo el profesorado que participa en el Máster es doctor.

- Según categoría académica: 5 catedráticos de universidad, 13 titulares de universidad, 5 contratados doctores, 1 investigador del programa Parga Pondal y 2 profesores externos doctores.
- Según la experiencia investigadora: 55 sexenios.
- Según la experiencia docente: 72 quinquenios.

El relación entre el número de quinquenios y sexenios es de 1,3 quinquenios por cada sexenio, lo que demuestra que el profesorado mantiene una actividad investigadora de calidad y continuada.

Como personal de apoyo no docente se dispondrá del personal de administración y técnicos de los grupos de investigación a los que pertenecen los miembros del equipo docente.

En cuanto al personal de apoyo contamos actualmente con:

a) Personal de administración y servicios generales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC:

Un responsable de la Unidad de apoyo de centros y departamentos

Un responsable de asuntos económicos del centro

Una Secretaría de decanato

Un responsable de Administración del Departamento de Electrónica y Computación

Un Puesto base del centro

Un puesto de Dirección de biblioteca

Un puesto de Ayudante de biblioteca

Auxiliares de archivos, bibliotecas y museos

Auxiliares de servicios

Conserjes

b) Personal de administración y servicios generales de la Facultad de Informática de la UDC:

Diversos responsables de asuntos económicos del centro

Una Secretaría de decanato

Un responsable de Administración del Departamento de Electrónica y Sistemas

Un puesto de Dirección de biblioteca

Un puesto de Ayudante de biblioteca

Auxiliares de archivos, bibliotecas y museos

Auxiliares de servicios

Conserje

c) Técnicos de sistemas informáticos – becarios aula de informática

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC se cuenta con el apoyo técnico informático del personal de la Red de Aulas de Informática, destinado en el centro. Este apoyo ha sido autorizado por la comisión permanente de la Escuela. En nuestro caso, el responsable es Técnico Gestor en Administración de Sistemas y en su labor cuenta con la colaboración de Becarios de las Aulas de Informática que permiten atender las incidencias de las aulas en todo momento del horario de apertura.

En la Facultad de Informática de la UDC se cuenta con un analista, varios técnicos informáticos y operadores, así como con un contratado de colaboración en el centro de cálculo de la Facultad.

Adicionalmente, el Centro de Supercomputación de Galicia cuenta con personal técnico y de administración que proporciona el soporte necesario a los alumnos durante las prácticas, así como para asegurar el mantenimiento de los equipos y material disponible para el master por parte del CESGA. Entre ellos, se encuentran:

Personal técnico:

- 8 Técnicos de Sistemas
- 5 Técnicos de soporte a usuarios y aplicaciones
- 3 Técnicos de Comunicaciones
- 3 Técnicos de e-learning y herramienta colaborativas.

Personal de administración y soporte:

- 2 conserjes
- 2 Secretarias
- 2 Técnicos de Administración

Al igual que se indicó para el personal académico, consideramos que el personal de apoyo con el que se cuenta es suficiente para cubrir las necesidades del máster.

### **Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad:**

El acceso del profesorado a la Universidad se rige por:

- 1) En la USC, la “Normativa por la que se regula la selección de personal docente contratado e interino de la Universidade de Santiago de Compostela”, aprobada por Consello de Goberno de 17 de febrero de 2005, modificada el 10 de mayo del 2007 para su adaptación a la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, para el caso de personal contratado, y la “Normativa por la que se regulan los concursos de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios”, aprobada por Consello de Goberno de 20 de diciembre de 2004.
- 2) En la UDC, la “Normativa por la que se regula el procedimiento para la selección del personal docente e investigador interino y laboral contratado” (Aprobada por el Consello de Goberno de 28 de mayo de 2004 y modificada en las sesiones del 9 de marzo y 28 de junio de 2007), y la “Normativa que regula los concursos de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios” (Aprobada en Consello de Goberno de 29 de abril de 2005).



Estas normativas garantizan los principios de igualdad, mérito y capacidad que deben regir los procesos de selección de personal al servicio de las Administraciones Públicas.

Además, en lo referente a la igualdad entre hombres y mujeres, la USC, a través del Vicerrectorado de Calidad y Planificación está elaborando un Plan de Igualdad entre mujeres y hombres que incorpora diversas acciones en relación a la presencia de mujeres y hombres en la USC, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. La información sobre este plan de igualdad se puede consultar en la siguiente dirección:

<http://www.usc.es/es/servizos/oix>.

La normativa de la Universidade da Coruña considera en sus estatutos la legalidad vigente y respeta la igualdad entre hombres y mujeres y la igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal para personas con discapacidad, para lo que dispone, incluso, de una Unidad de Atención a la Diversidad (ADI) integrada en el Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE) para atender a los miembros de la comunidad universitaria ([www.udc.es/cufie/uadi/index.htm](http://www.udc.es/cufie/uadi/index.htm)). La ADI está dirigida a la comunidad universitaria con necesidades especiales derivadas de la discapacidad o de otras formas de diferencia (género, orientación sexual, identidad étnica, aspecto físico, origen socio-económico o edad avanzada) frente a la población mayoritaria: profesorado, aunque también alumnado y personal de administración y servicios.

## **7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS**

### **7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles**

Los recursos materiales serán aportados por los departamentos que impartirán el máster y que son básicamente:

- Un aula en el Departamento de Electrónica y Computación (USC).
- Un aula en el Departamento de Electrónica y Sistemas (UDC).
- Equipamiento de videoconferencia entre las aulas anteriormente citadas.
- Laboratorios de investigación de los grupos a los que pertenece el equipo docente.
- Equipamiento de investigación de los grupos de investigación.
- Las infraestructuras y colaboración del Centro de Supercomputación de Galicia aportadas en base a un convenio de colaboración, que incluye:
  - Supercomputador Finis Terrae no CESGA, que ocupó la posición número 100 en el Top500 en Noviembre de 2007.
  - Infraestructura Grid no CESGA
  - un conjunto de servidores específicamente disponibles para el máster y cedidos por empresas proveedoras de recursos de cálculo.
  - Infraestructura del CESGA para alojar un gran centro de datos.
  - Servidores de información
  - Plataformas de e-learning
  - 1 aula colaborativa con facilidades Access Grid y videoconferencia
  - 1 sala de presentaciones
  - 1 sala de reuniones
  - Biblioteca del CESGA
- La colaboración de la empresa HP España aportada en base a un convenio de colaboración.
- Las facilidades de los campus virtuales de la USC y la UDC.
- Bibliotecas de la USC y de la UDC.

Los medios anteriormente mencionados son suficientes para desarrollar la docencia en el máster con garantías de éxito, ya que suponen en su conjunto una infraestructura de última generación que de hecho está siendo utilizada en la investigación de los grupos de los dos departamentos. Todos los medios citados son accesibles para las personas con problemas de movilidad al estar los edificios dotados de rampas y elevadores.

Al ser un máster interuniversitario es de gran importancia establecer mecanismos de comunicación eficientes. Esta faceta en términos de infraestructuras, queda convenientemente cubierta por las facilidades de los campus virtuales y de los equipos de videoconferencia disponibles.

### **Mecanismos para garantizar la revisión y el mantenimiento:**

Los mecanismos para garantizar la revisión, el mantenimiento y la actualización de los materiales en la Universidad son responsabilidad de los equipos rectorales y de los equipos de dirección de cada centro.

La USC cuenta con los siguientes servicios técnicos de mantenimiento y reparación, bajo responsabilidad del vicerrectorado con competencias en materia de infraestructuras:

a) Infraestructuras materiales:

Oficina de arquitectura y urbanismo (<http://www.usc.es/es/servizos/oau>)

Oficina de gestión de infraestructuras (<http://www.usc.es/es/servizos/oxi>)

Servicio de medios audiovisuales (<http://www.usc.es/es/servizos/servimav>)

Servicio de prevención de riesgos laborales (<http://www.usc.es/es/servizos/sprl>)

b) Recursos informáticos:

Área de TIC (<http://www.usc.es/es/servizos/atic>)

Centro de tecnologías para el aprendizaje (<http://www.usc.es/ceta/>)

Red de aulas de informática (<http://www.usc.es/es/servizos/atic/rai>)

La UDC cuenta por su parte con los siguientes servicios:

Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos

(<http://www.udc.es/servizos/es/Servicio.asp?Servicio=904> )

Servicio de Informática y Comunicaciones

(<http://www.udc.es/servizos/ga/Servicio.asp?Servicio=931> )

Servicio de Recursos Audiovisuales

(<http://www.udc.es/recav/> )

Servicio de prevención de riesgos laborales

(<http://www.udc.es/xerencia/ga/prevencionriscoslaborais/> )

### **7.2. Previsión de adquisición de recursos materiales y servicios necesarios**

Para la impartición de las primeras ediciones del máster no se prevé la adquisición de recursos, pero en futuras ediciones se abordará la necesidad de actualización de los recursos disponibles. La actualización de los equipos se prevé que se realice con una periodicidad de cinco o seis años, que se corresponde con las necesidades de actualización de los equipos informáticos y de comunicación según la evolución del mercado actual. En particular, los recursos que precisarán actualizaciones son:

- Los equipos de investigación de los grupos se renuevan con los recursos de investigación de dichos grupos con una periodicidad suficiente. No prevé una modificación específica en dicho ritmo de renovación a consecuencia de las necesidades específicas del máster.

- Los equipos de videoconferencia presentan una funcionalidad suficiente y no se prevé una actualización.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

Se prevé una tasa de graduación de titulados del máster por parte de los alumnos del 80% en base a la experiencia en el programa de doctorado que hasta ahora se venía impartiendo en los dos departamentos implicados en esta solicitud (que es de ese orden de magnitud), en la experiencia del equipo docente, y en el perfil del alumno que se prevé que curse el máster: alumnos altamente motivados que realicen su tesis doctoral en los departamentos que imparten el máster. También se ha tenido en cuenta que un cierto número de alumnos lo sean a tiempo parcial. En función de esta información, se prevé una eficiencia en torno al 85% y una tasa de abandono del orden del 15%.

En concreto, la siguiente tabla contiene el número de matriculados, DEAs y tesis doctorales presentadas en cada curso en el programa de doctorado *Interuniversitario en Tecnoloxía da Información*, programa de doctorado anterior de ambos departamentos, y que sirve como indicativo para establecer los valores cuantitativos previos, nótese que entre los cursos 2004/05 y 2006/07 se han matriculado 46 alumnos, de los que 27 han obtenido el DEA (Diploma de Estudios Avanzado), lo que supone aproximadamente un 60%:

Curso	Matrículas	DEAs	Tesis
2004/05	18	7	2
2005/06	16	15	6
2006/07	12	5	6
2007/08	24	7	1
2008/09	23	14	7

Hay que tener en cuenta que habitualmente los Diplomas de Estudios Avanzados (DEA) obtenidos en un curso suelen corresponder con alumnos que finalizaron la etapa docente en el curso anterior y la iniciaron dos años antes. Por otro lado, el total de matriculados de la tabla de arriba, no distingue entre primer y segundo año de docencia de tercer ciclo.

### 8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

Se usarán los procedimientos generales de las Universidades de Santiago y A Coruña para valorar el progreso de los resultados de aprendizaje de los alumnos.

En particular, la USC y la UDC evalúan el rendimiento general de los estudiantes de sus titulaciones oficiales principalmente a través de seis indicadores:

- Tasa de rendimiento: porcentaje de créditos superados respecto de los matriculados.
- Tasa de éxito: porcentaje de créditos superados respecto de los presentados.
- Tasa de eficiencia: relación entre el número de créditos superados y el número de créditos de que se tuvieron que matricular, al lo largo de los estudios, para superarlos.

- Tasa de abandono: porcentaje de estudiantes que no se matricularon en los dos últimos cursos.
- Duración media de los estudios: media de los años empleados en titularse.
- Tasa de titulación: porcentaje de estudiantes que acaban la titulación en los años establecidos en el plan.

De forma más específica, en la USC, el procedimiento de recopilación y análisis de información sobre los resultados del aprendizaje se lleva a cabo tal y como se recoge en el proceso PM-01 Medición, Análisis y Mejora. En éste, la recogida de los resultados del Sistema de Garantía Interna de la Calidad, entre los que tienen un peso fundamental los resultados académicos, se realizan de la siguiente manera:

El Área de Calidad y Mejora de los Procedimientos, a partir de la experiencia previa y de la opinión de los diferentes Centros, decide qué resultados medir para evaluar la eficacia del plan de estudios de cada una de las titulaciones y Centros de la USC. Es, por tanto, responsable de analizar la fiabilidad y suficiencia de esos datos y de su tratamiento. Asimismo la USC dota a los Centros de los medios necesarios para la obtención de sus resultados.

Entre otros, los resultados que son objeto de medición y análisis son:

- Resultados del programa formativo: Grado de cumplimiento de la programación, modificaciones significativas realizadas, etc.
- Resultados del aprendizaje. Miden el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes. En el caso particular de los indicadores de aprendizaje marcados con un asterisco se calcula el resultado obtenido en la Titulación en los últimos cuatro cursos, y una comparación entre el valor obtenido en el último curso, la media del Centro y la media del conjunto de la USC.
  - Tasa de graduación.
  - Tasa de eficiencia.
  - Tasa de éxito.
  - Tasa de abandono del sistema universitario.
  - Tasa de interrupción de los estudios.
  - Tasa de rendimiento.
  - Media de alumnos por grupo.
  - Créditos de prácticas en empresas.
  - Créditos cursados por estudiantes de Título en otras Universidades en el marco de programas de movilidad
  - Créditos cursados por estudiantes de otras Universidades en el Título en el marco de programas de movilidad.
  - Resultados de la inserción laboral.
  - Resultados de los recursos humanos.
  - Resultados de los recursos materiales y servicios
  - Resultados de la retroalimentación de los grupos de interés (medidas de percepción y análisis de incidencias).

- Resultados de la mejora del SGIC.

Asimismo, en relación al análisis de resultados tal y como se recoge en el proceso PM-01 Medición, Análisis y Mejora, el análisis de resultados del SGIC y propuestas de mejora se realizan a dos niveles:

- A nivel de Titulación: La Comisión de Título, a partir de la información proporcionada por el Responsable de Calidad del Centro, realiza un análisis para evaluar el grado de consecución de los resultados planificados y objetivos asociados a cada uno de los indicadores definidos para evaluar la eficacia del Título. Como consecuencia de este análisis, propone acciones correctivas/preventivas o de mejora en función de los resultados obtenidos. Este análisis y la propuesta de acciones se plasman en la Memoria de Título de acuerdo con lo definido en el proceso PM-02 Revisión de la eficacia y mejora del título.
- A nivel de Centro: En la Comisión de Calidad del Centro se exponen la/s Memoria/s de Título que incluye/n el análisis y las propuestas de mejoras identificadas por la/s Comisión de Título para cada uno de los Títulos adscritos al Centro.

A partir de las propuestas de mejora recogidas en la/s Memoria de Título para cada Título y el análisis del funcionamiento global del SGIC, la Comisión de Calidad del Centro elabora la propuesta para la planificación anual de calidad del Centro, de acuerdo a lo recogido en el proceso PE-02 Política y Objetivos de Calidad del Centro.

## **9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD DEL TÍTULO**

El sistema de garantía de la calidad aplicable al máster, seguirá las líneas generales marcadas por el Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) de las Universidades de Santiago de Compostela y A Coruña. En particular por la USC el responsable es el Vicerrectorado de Calidad y Planificación (<http://www.usc.es/vrcaplan>), en tanto que para la UDC es el Vicerrectorado de Calidad y Nuevas Tecnologías (<http://www.udc.es/reitoria/ga/vicerreitorias/vcnt/>), particularizado para el Centro, que pretende dar respuesta a los requisitos del Programa Verifica para el diseño del título.

Por parte de la UDC, el Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) que se aplicará en todas sus facetas al Máster será el de la Facultad de Informática de dicha universidad, certificado por el programa FIDES-AUDIT de la ACSUG. Consta de Manual y Procedimientos que se adjuntan como archivo pdf.

Por parte de la USC, el sistema de garantía de calidad particularizado sigue las líneas generales marcadas por el Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) de la USC y pretende dar respuesta a los requisitos del Programa Verifica para el diseño del título. Estas líneas son las expuestas a continuación.

### **9.1. Responsables del Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) del Plan de Estudios**

#### **La responsabilidad del SGIC a nivel institucional de la USC**

##### Vicerrectorado de Calidad y Planificación:

Nombrará un/a Coordinador/a del SGIC, que será el responsable de los procesos generales de calidad del SGIC. Entre las funciones principales atribuidas al Coordinador del SGIC podemos destacar las siguientes:

- Formar a los Responsables de Calidad de los Centros y apoyar técnicamente a la Comisión de Calidad de los Centros.
- Facilitar a los Centros los datos necesarios para la elaboración de la Memoria del Título y la Memoria de Calidad del Centro.
- Coordinar la adaptación y ampliación del SGIC a nuevos modelos de calidad.

##### Comisión de Calidad Delegada del Consello de Goberno de la USC

Las funciones principales de esta Comisión son:

- Aprobar el diseño del SGIC.
- Velar por el funcionamiento del SGIC en todos los centros y unidades.
- Aprobar las mejoras, adaptaciones y ampliaciones del SGIC necesarias.
- Aprobar la Memoria de Calidad del Centro.
- Aprobar los planes de mejoras de los Centros de cara a asegurar la dotación de los recursos necesarios.

#### **La responsabilidad del SGIC en los centros**

##### Decano/a o Director/a del Centro:



Respecto al SGIC, las funciones principales son las siguientes:

- Firmar y difundir la política y objetivos de calidad del Centro.
- Liderar el desarrollo, la implantación, revisión y mejora del SGIC del Centro.
- Proponer a la Junta de Centro para su aprobación la composición de la Comisión de Calidad del Centro.
- Presentar a la Junta de Centro, para su aprobación, el informe del cumplimiento de la política y objetivos de calidad, seguimiento del SGIC y propuestas de mejora.
- Presentar a la Junta de Centro, para su aprobación, la memoria del/los título/s de grado que incluye las propuestas de mejora.

#### Comisión de Calidad del Centro (CCC)

La Comisión de Calidad del Centro (CCC) es un órgano que participa en las tareas de planificación, desarrollo y seguimiento del SGIC del centro, en esta comisión recae la responsabilidad de difusión interna del Sistema y de sus logros.

- Entre las funciones principales de la CCC destacamos las siguientes:
- Realizar el diseño, la implantación, seguimiento y mejora del SGIC en el Centro.
- Elaborar la Memoria de Calidad del Centro que incluye:
  - Informe de resultados del sistema, que incluye la propuesta del plan de mejoras del centro para el curso siguiente.
  - Informe del seguimiento de la implantación del SGIC y sus propuestas de mejora.
  - Memoria del Título/s que incluye las propuestas de mejora.

La Comisión de Calidad del Centro estará compuesta por:

- Decano/a o Director/a del Centro
- Responsable de Calidad del Centro
- Coordinador/a de Titulación/es
- Un representante del PAS (Gestor/a del Centro para la titulación o persona que designe el Decano/a o Director/a del Centro)
- Un representante de los alumnos
- Otros miembros que el Decano/a o Director/a del Centro considere oportuno proponer a la Junta de Centro para el buen funcionamiento del SGIC

#### Responsable de Calidad del Centro

El Decano/a o Director/a de Centro asume personalmente las funciones relacionadas a continuación o bien podrá nombrar a un/a Responsable de Calidad del Centro (RCC) entre los miembros del equipo de Dirección. Con independencia de otras funciones que se le asignen en el momento de su nombramiento, las funciones básicas del RCC pueden concretarse en:

- Coordinar el funcionamiento de la CCC y facilitar a la comisión toda la información necesaria para analizar la calidad de la formación impartida y el funcionamiento del SGIC en el centro.

- Ser el interlocutor con el Área de Calidad y Mejora de los procedimientos del Vicerrectorado de Calidad.

#### Comisión/es de Título/s

En los casos en que se considere necesario, la Comisión de Calidad del Centro podrá proponer la creación de una o varias Comisiones de Título.

Entre sus funciones cabe destacar las siguientes:

- Analizar la información proporcionada por el Coordinador del Título y RCC para llevar a cabo el seguimiento y la valoración de la eficacia y la adecuación del Título.
- Realizar un informe de los resultados del título y las propuesta de mejora (Memoria de Título) y, cuando sea necesario, hacer propuesta de modificación o suspensión del título.

La Comisión de Título estará compuesta por:

- Decano/a o Director/a del Centro
- Responsable de Calidad del Centro
- Coordinador/a de Titulación
- Un representante del PAS (Gestor/a del Centro para la titulación o persona que designe el Decano/a o Director/a del Centro)
- Un representante de los alumnos
- Otros miembros que el Decano/a o el Coordinador de Título considere oportuno, por ejemplo agentes externos que puedan velar por la calidad del título

#### Coordinador/a de Título

El/la Coordinador/a de Título será responsable de liderar y organizar la Comisión del Título cuando exista. Entre sus funciones cabe destacar las siguientes:

- Velar para que los procedimientos relativos a la titulación sean realizados según las directrices establecidas por el SGIC.
- Presentar a la Comisión de Calidad delegada del Consello de Goberno la memoria del/los título/s de máster para su evaluación, previo informe del órgano colegiado al que esté adscrito el título.
- Recopilar todos los datos necesarios para que la Comisión de Calidad del Centro/Comisión Título pueda realizar los diferentes análisis de seguimiento del título, establecer planes de mejora o de modificación del Título.
- Velar por la implantación de las mejoras de la titulación aprobadas.
- Informar a la Comisión de Calidad de las actuaciones de la Comisión de Título: seguimiento del Título, valoración de su eficacia y propuestas de mejora.

## **9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado**

La evaluación de la docencia se integra dentro del objetivo de la búsqueda de la mejora continua de la calidad de las enseñanzas impartidas en la USC, e incluye por una parte

el análisis de la satisfacción de los estudiantes con la docencia que reciben y, por otra, la satisfacción del profesorado que la imparte.

### **Evaluación del profesorado por parte del alumnado**

La evaluación de la docencia a través de encuestas para conocer la opinión de los alumnos se realiza desde el año 1988. El proceso se realiza con periodicidad cuatrimestral y sus resultados se recogen en un informe que se difunde a la comunidad universitaria, dando respuesta al requisito de información pública. [http://www.usc.es/~Calidad/avaliac\\_docente.htm](http://www.usc.es/~Calidad/avaliac_docente.htm).

Esta evaluación se integra en un proceso global de evaluación de la actividad docente, cuyo Manual ha sido validado recientemente por la ANECA. En el citado Manual figuran todos los elementos que dan cumplimiento a este apartado. [http://www.usc.es/~Calidad/doc/docentia\\_manual\\_usc.pdf](http://www.usc.es/~Calidad/doc/docentia_manual_usc.pdf).

### **Autoevaluación del profesorado**

Desde el año 2002 la USC evalúa la satisfacción del profesorado en relación al proceso de docencia. Actualmente la aplicación de las encuestas se realiza on line, y al igual que en el caso de la evaluación de la satisfacción del alumno, el informe final de los resultados obtenidos es publicado en la página web de la USC dando así respuesta al proceso de información pública.

Los informes resultantes de la evaluación y la autoevaluación serán analizados por la Comisión de Título, y el resultado de este análisis y las propuestas de mejora que afecten al proceso y al plan de estudios serán incorporados a la Memoria de Título.

### **Revisión y mejora de la calidad de la enseñanza**

Dentro del SGIC se ha documentado el proceso de Revisión de la eficacia y mejora del Título cuyo objeto es establecer la sistemática para la revisar y mejorar la planificación y desarrollo de los títulos, de cara a garantizar no sólo el cumplimiento de los objetivos establecidos en sus programas formativos sino la actualización de los mismos para lograr el cumplimiento de las expectativas y necesidades, actuales y futuras, de sus grupos de interés.

De acuerdo a lo recogido en el citado documento, los Centros de la USC, por medio de la Comisión de Título, realizan un seguimiento sistemático del desarrollo de cada programa formativo tomando como referencia la Memoria de Diseño del Título, desde los objetivos hasta los contenidos y los resultados académicos resultantes, con el fin de comprobar que el plan de estudios se está llevando a cabo de acuerdo con su proyecto inicial y que se están obteniendo los resultados académicos previstos, comprueba además que no han existido vacíos y duplicidades entre los programas impartidos. Dicho análisis quedará documentado en la Memoria de Título, que incluye un apartado donde se recogen las acciones a realizar para corregir o mejorar los resultados obtenidos en cada uno de los apartados analizados, así como su planificación.

### **9.3. Procedimientos para garantizar la calidad de los programas de calidad y las prácticas externas**

## **Procedimiento para garantizar la calidad de los programas de movilidad**

El proceso de movilidad adquiere un peso importante en el contexto del EEES, por ello, y con el fin de garantizar su calidad la USC ha definido el marco normativo que regula el procedimiento de movilidad, tanto para los estudiantes de la USC que acceden a otras universidades como para los estudiantes de otras universidades que acceden a la USC, tal y como se indica en el apartado 5.2 de la presente memoria.

Asimismo dentro del SGIC se ha documentado el proceso de Gestión de los programas de movilidad de los estudiantes que tiene por objeto establecer la sistemática para facilitar la movilidad de los estudiantes, posibilitando así que el alumno realice parte de sus estudios en otra universidad.

Las actividades principales realizadas dentro de este proceso son:

- Formalización de los convenios con otras universidades.
- Coordinación de los programas de movilidad para los estudiantes propios que acceden a otras universidades y para los estudiantes foráneos que acceden a la USC.
- Seguimiento, revisión y mejora del programa de movilidad.

Como se ha indicado anteriormente, la USC tiene centralizada la gestión de los programas de intercambio en la Oficina de Relaciones Exteriores (ORE), a pesar de esta centralización, los procedimientos de intercambio afectan a otros agentes en los centros: Equipos de Dirección, Responsables Académicos de Movilidad, Coordinadores de Movilidad, Responsables de Unidades de Apoyo a la Gestión, etc.

Dentro de la etapa de seguimiento, revisión y mejora del programa de movilidad, la ORE recoge la opinión de los estudiantes sobre el proceso mediante una encuesta de satisfacción. El informe sobre los resultados obtenidos será analizado por la Comisión de Título, y el resultado de este análisis y las propuestas de mejora que afecten al proceso serán incorporados a la memoria de Título.

Además, la ORE realiza un Informe Anual del Programa de Movilidad que remitirá al Coordinador del SGIC de la USC. En él, además de plasmar el funcionamiento y los logros del programa, se establecerán propuestas de mejora que serán analizadas por la Comisión de Calidad Delegada del Consello de Goberno de la USC.

## **Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas.**

A nivel institucional, las prácticas externas se rigen por el Real Decreto 1393/2007, y por la “Normativa de prácticas externas en empresas e instituciones” aprobada por el Consejo de Gobierno de 30 de mayo de 2008.

Dentro del SGIC se ha definido el proceso de Gestión de las prácticas externas que tiene por objeto establecer la sistemática para organizar y gestionar las prácticas de los estudiantes en empresas e instituciones de forma que se garantice la calidad, el reconocimiento académico y el aprovechamiento más adecuado de las mismas por parte de los/las estudiantes. Estas prácticas están orientadas a completar la formación de los alumnos y titulados universitarios así como facilitar su acceso al mundo profesional.

Con el objetivo de comprobar el correcto desarrollo de las prácticas por parte de las entidades colaboradoras y del propio alumnado así como para detectar situaciones

irregulares y carencias del proceso, se han implantado los siguientes mecanismos de control, sin perjuicio de otros que pudiesen añadirse:

- Orientación al estudiante a través del coordinador de prácticas.
- Medición de la satisfacción de los estudiantes y empresas a través de encuestas.
- Memoria del proceso y Plan de mejora.

La Comisión de Título realizará el análisis de los datos relativos a la realización de las prácticas externas para incorporarlos, junto con las propuestas de mejora identificadas, a la Memoria del Título.

#### **9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida**

##### **Procedimiento de análisis de la inserción laboral de los graduados.**

En el caso del análisis de la inserción laboral de los titulados, es la ACSUG la responsable de facilitar datos de análisis a la USC y la UDC. La ACSUG realiza desde el curso 1996/97 estudios sobre la inserción laboral de los titulados del Sistema Universitario de Galicia que aportan además información sobre su grado de satisfacción.

La CCC, siguiendo el procedimiento de Medición, análisis y mejora definido en el SGIC, analizará el funcionamiento y los resultados alcanzados para cada uno de los procesos del SGIC del centro, incluyendo los datos de inserción laboral, de cara a garantizar que a partir de este análisis se toman decisiones para la mejora de la calidad de las enseñanzas impartidas y del propio SGIC, los resultados de este análisis y las propuestas de mejora asociadas serán incluido en la memoria anual de calidad del centro.

La Comisión Título analizará anualmente los datos de inserción siguiendo el proceso de revisión de la eficacia y mejora del título, el resultado de este análisis es incluido en la Memoria Anual de resultados del Título.

##### **Procedimientos de análisis de la satisfacción de los graduados con la formación recibida.**

Se ha documentado en el SGIC el proceso de Medición de la satisfacción de los grupos de interés, cuyo objeto es establecer la sistemática para medir y analizar los resultados de su satisfacción, incluyendo a los egresados, recogiendo la información en el momento de la formalización de la solicitud de certificación de título.

Este proceso se realiza anualmente, siendo el órgano responsable del mismo el Área de Calidad y Mejora de los procedimientos que se encarga de medir, analizar y tratar los cuestionarios, para finalmente elaborar un informe que será publicado en la página web de la USC dando así respuesta al proceso de información pública.

La Comisión Título analizará los datos de satisfacción de los egresados, el resultado de este análisis así como las propuestas de mejora identificadas, son incluidos en la Memoria de resultados del Título.

**9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a la sugerencias y reclamaciones. Criterios específicos en el caso de extinción del título.**

**Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados**

La USC ha definido una sistemática para evaluar la satisfacción de los grupos de interés identificados. En la mayor parte de los casos estas mediciones están coordinadas por el Vicerrectorado de Calidad y Planificación, y es el Área de Calidad y Mejora de los procedimientos la que se encarga de la realización de las mediciones y posterior análisis de los datos obtenidos.

A continuación se presenta una tabla que contiene las actividades de medición de satisfacción que se realizan sistemáticamente y de forma centralizada para los distintos grupos de interés.

	ALUMNOS POTENCIALES	ALUMNOS	PAS	PERSONAL DOCENTE	SOCIEDAD	EMPLEADORES
Satisfacción sobre actividades progr. A Ponte						
Satisfacción con 7 las jornadas de presentación						
Alumnos/as sobre las materias ponte						
Satisfacción con la oferta académica						
Satisfacción con la gestión académica						
Satisfacción con el proceso de prácticas						
Satisfacción con el proceso de movilidad						
Satisfacción con el proceso de docencia						
Satisfacción sobre las Materias Ponte						
Evaluación sobre la gestión académica						
Autoevaluación del proceso de docencia						
Satisfacción sobre la gestión académica						
Satisfacción con las actividades formativas						
Informe satisfacción estudiantes egresados						
Satisfacción con las prácticas en empresas						
Encuesta de inserción laboral						

La CCC y la Comisión de Título tendrán en este proceso un elemento clave de análisis para comprobar si el SGIC y el título están orientados y dan respuesta a las necesidades y expectativas de sus grupos de interés. El resultado de este análisis es incluido en la Memoria de Calidad del Centro y Memoria Anual de resultados del Título respectivamente.

**Gestión de reclamaciones, quejas y sugerencias**

Dentro del SGIC se ha documentado el proceso de Gestión de las incidencias que tiene por objeto establecer la sistemática para la registrar, gestionar y analizar de las

incidencias (sugerencias, quejas y reclamaciones) que le son comunicadas por sus grupos de interés, con el fin de mejorar los servicios que presta.

La USC tiene implantado un sistema de atención a sugerencias, quejas y reclamaciones de los distintos colectivos de la Comunidad Universitaria (estudiantes, personal académico y de administración y servicios), que canaliza y da respuesta a las incidencias relativas al funcionamiento de los servicios docentes, administrativos y de apoyo de la USC. También ofrece a la Comunidad Universitaria un sistema de comunicación abierto a opiniones y sugerencias para la mejora de la gestión académica y, por extensión, del servicio público que presta la USC. A Continuación se especifican las distintas vías de comunicación de incidencias:

- Oficina de Análisis de Reclamaciones (OAR): <http://www.usc.es/oarmp> principal responsable de la gestión de reclamaciones y quejas en toda la USC. Dicho proceso está integrado dentro del Sistema de Gestión Académica del Área Académica, certificado por la ISO 9001 desde el año 2005.
- Oficina del Valedor del Estudiante: recoge también sugerencias y quejas de la comunidad universitaria. Esta Oficina realiza un informe anual de difusión pública con los datos obtenidos relativo al citado proceso.
- Incidencias recogidas en el propio Centro
  - Los responsables del título establecerán mecanismos de recepción, registro y tratamiento de las incidencias usando los medios materiales y humanos de los departamentos encargados de su impartición.
  - Los informes generados por la OAR y por la Oficina del Valedor forman parte de la información que la Comisión de Calidad del Centro recopila para el análisis y mejora de la formación impartida y del propio SGIC definido.
  - Asimismo la Comisión Título analizará anualmente los datos de incidencias asociadas al Título, el resultado de este análisis es incluido en la Memoria Anual de resultados del Título.

### **Criterios específicos en el caso de extinción del Título.**

La suspensión del título podrá producirse por cualquiera de los supuestos recogidos en el RD 1397/2007 o por decisión de la autoridad con competencias en materia de implantación, modificación y supresión de títulos (Consello de Goberno de la USC, Consello de Goberno de la UDC, Xunta de Galicia).

Dentro del SGIC de la USC se ha documentado el subproceso Suspensión del Título que tiene por objeto establecer la sistemática para aplicar en el caso de suspensión de un título en la USC, de forma que se garantice que los/las estudiantes que hubiesen iniciado las correspondientes enseñanzas van a disponer de un adecuado desarrollo efectivo de las mismas hasta su finalización.

De manera similar, la UDC documenta el proceso de suspensión del título en el manual y procedimientos del SGIC del centro, en este caso la Facultad de Informática.

La propuesta de suspensión de título puede ser originada por alguna de las siguientes circunstancias:

A nivel externo:

- No obtener un informe de acreditación positiva del título y que el plan de ajustes no subsane las deficiencias encontradas.

- Que la ANECA, ante una propuesta de modificación del plan de estudios, considere que supone un cambio apreciable en su naturaleza y objetivos y que debe considerarse, por tanto, un nuevo plan de estudios. Esta circunstancia dará lugar a que se deba proceder como corresponde a un nuevo Título y conlleva la extinción del anterior.
- A Propuesta de la Comunidad Autónoma Gallega.

A nivel Interno:

- La propuesta de suspensión de título puede ser originada a nivel interno a propuesta del Vicerrectorado con competencias en oferta académica por necesidades organizativas de la USC, o tras valorar peticiones razonadas por parte de los responsables académicos del título y/o comisiones competentes.

En cualquiera de los casos en los que la propuesta de suspensión se promueva a nivel interno, la propuesta se eleva al vicerrectorado con competencias en materia de títulos que la analiza y comprueba su necesidad, oído el órgano colegiado al que esté adscrito el título. Si la propuesta cumple todos los requisitos es elevada para su aprobación final al Consejo de Gobierno, previo pronunciamiento de la Comisión de Titulaciones y Programas de Estudio del Claustro Universitario, tras su análisis, si procede, de los informes de la Comisión de Titulaciones o la Comisión de Doctorado o a la Comisión para Estudios de Máster Oficial, de la Comisión de Organización Docente y del Consejo Social además de los informes preceptivos que establezca la normativa en vigor.

En el caso de aprobación de la suspensión, ésta es notificada a la ANECA, al Consejo Social, a la Comunidad Autónoma Gallega, al Consejo de Universidades así como al RUCT para la baja en el citado registro.

Cuando se produzca la suspensión de un Título oficial, la USC garantiza el adecuado desarrollo efectivo de las enseñanzas que hubieran iniciado sus estudiantes hasta su finalización. Para ello, el Consejo de Gobierno aprueba los criterios relacionados, entre otros, con:

- La admisión de matrículas de nuevo ingreso en la titulación.
- La supresión gradual de la impartición de la docencia.
- Si el título extinguido es sustituido por otro similar (modificando la naturaleza del título), fija las condiciones que facilitan a los/las estudiantes la continuidad de estudios en el nuevo título y las equivalencias entre las materias de uno y otro plan.

## **9.6. Mecanismos para publicar la información del plan de estudios**

El proceso de Información pública, definido en el SGIC, tiene por objeto establecer el modo en que los Centros de la USC hacen pública, revisan periódicamente y actualizan la información relativa a las titulaciones que imparten, para su conocimiento por los grupos de interés.

En el centro los mecanismos que garantizan la publicación periódica de información actualizada son los siguientes:

- En el caso de la USC, la guía de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Actualizada todos los cursos que incluye el plan de estudios, horarios de clases, tutorías y exámenes, normas de uso de aulas de informática y bibliotecas, guías docentes de



todas las materias, asignación de grupos, profesores encargados de la docencia y su localización, programas de movilidad, etc.

- En el caso de la USC, la página web de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería: <http://www.usc.es/etse> contiene toda la información sobre normativa, anuncios de actividades, resoluciones decanales, monografías sobre resultados de inserción laboral, experiencias docentes, etc.

## **10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN**

### **10.1. Cronograma de implantación de la titulación**

Al ser un máster de un curso único académico no tiene sentido realizar una implantación progresiva. El curso de implantación será el 2010/11.

### **10.2. Procedimiento de adaptación de los estudiantes al nuevo plan de estudios**

Con carácter general los procedimientos de adaptación de los estudios existentes al nuevo máster serán los que determinen la USC y la UDC.

Para los alumnos que procedan del Máster Interuniversitario de Investigación en Tecnologías de la Información por la USC y la UDC se podrán adaptar hasta 18 créditos correspondientes a cursos o materias del plan antiguo, según la tabla de equivalencias siguiente:

MATERIAS PLAN ANTIGUO	MATERIA PLAN NUEVO
Computación Distribuida	Computación en Sistemas Distribuidos
Arquitectura y Tecnología de Microprocesadores	Arquitectura y Tecnología de Computadores
Arquitecturas Multiprocesador Arquitecturas Distribuidas	Arquitectura y Tecnología de Supercomputadores
Computación Paralela	Programación Paralela

### **10.3. Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto**

La implantación del Máster en Computación de Altas Prestaciones sustituirá al Máster Interuniversitario de Investigación en Tecnologías de la Información por la UDC.