



# (Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento)

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Asignatura</b>               | Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento                               |
| <b>Materia</b>                  | Ingeniería de Computadores  |
| <b>Departamento responsable</b> | Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos                            |
| <b>Créditos ECTS</b>            | 6   |
| <b>Carácter</b>                 | Optativo  |
| <b>Titulación</b>               | Graduado/a en Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid |
| <b>Curso</b>                    | 4º  |
| <b>Especialidad</b>             | No aplica   |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Curso académico</b>            | 2013-2014  |
| <b>Semestre en que se imparte</b> | Segundo (febrero a junio)  |
| <b>Semestre principal</b>         | febrero a junio  |
| <b>Idioma en que se imparte</b>   | Castellano   |
| <b>Página Web</b>                 | <a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR">www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR</a> |



## 2. Profesorado

| NOMBRE Y APELLIDO                     | DESPACHO | Correo electrónico |
|---------------------------------------|----------|--------------------|
| Luis Gómez Henríquez (Coord.)         | 4104     | lgomez@fi.upm.es   |
| M <sup>a</sup> Isabel García Clemente | 4105     | mgarcia@fi.upm.es  |
| Antonio García Dopico                 | 4202     | dopico@fi.upm.es   |
| José Luis Pedraza Domínguez           | 4105     | pedraza@fi.upm.es  |

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

|   |   |
|---|---|
| <b>Asignaturas superadas</b>                      | <ul style="list-style-type: none"><li>Arquitectura de Computadores</li></ul>  |
| <b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>Poseer destrezas fundamentales de la programación.</li><li>Conocimientos básicos de concurrencia.</li></ul> |



## 4. Objetivos de Aprendizaje

| <b>COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN</b> |  |              |
|---|--|--------------|
| <b>Código</b>   | <b>Competencia</b>   | <b>Nivel</b> |
| CE-7  | Entender el soporte físico (hardware) de los ordenadores desde el punto de vista del soporte lógico (software), por ejemplo, el uso del procesador, de la memoria, de los discos, del monitor, etc.  | 4            |
| CE-14/15  | Conocer el software, hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.   | 4            |
| CE-17   | Conocer los temas informáticos avanzados de modo que permita a los alumnos vislumbrar y entender las fronteras de la disciplina, por medio de la inclusión de experiencias de aprendizaje que dirigen a los alumnos desde los temas elementales a los temas avanzados, o los temas de los que se nutren los novísimos desarrollos. | 4            |
| CE-26/27  | Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software, incluyendo el sistema operativo, y concebir, llevar a cabo, instalar y mantener arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.   | 4            |

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento  
Nivel de adquisición 2: Comprensión  
Nivel de adquisición 3: Aplicación  
Nivel de adquisición 4: Análisis y Síntesis



## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

| RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA |  |                        |                      |
|--|--|------------------------|----------------------|
| Código                                     | Resultado de aprendizaje   | Competencias asociadas | Nivel de adquisición |
| RA1  | Dado un campo de aplicación de la informática, evaluar y diseñar el sistema informático más apropiado para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación   | CE-7/14/15             | 4                    |
| RA2  | Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro. | CE-26/27               | 4                    |
| RA3  | Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.  | CE-14/15               | 4                    |
| RA5  | Explicar cuáles son los límites y fronteras de los fundamentos científicos de la informática, y la base de las nuevas tendencias y desarrollos y de los temas avanzados y su posible aplicación.   | CE-17                  | 3                    |



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento consta de una parte teórica, que incluye problemas y casos prácticos, y un proyecto.

### Evaluación de la parte teórica:

Se realizarán tres exámenes parciales en los que no se permitirá ningún tipo de documentación. El primero se realizará en la semana 5 y evaluará el tema 1. El segundo examen se realizará en la semana 9 y evaluará el tema 2. El último examen parcial se realizará en la semana 13 y evaluará el tema 3.

La nota de la evaluación por parciales se calculará según la siguiente fórmula:

$$1/3 * \text{Nota primer parcial} + 1/3 * \text{Nota segundo parcial} + 1/3 * \text{Nota tercer parcial}$$

Adicionalmente, en la convocatoria de junio se permitirá recuperar uno de los exámenes parciales.

Para los alumnos que al comienzo de curso soliciten evaluación mediante “solo prueba final” se realizará un examen final en la fecha que indique Jefatura de Estudios.

El examen de la convocatoria extraordinaria de julio consistirá en una serie de preguntas cortas, y una parte de problemas para cada uno de los exámenes parciales de la asignatura. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación.

### Evaluación del proyecto:

Se realizará a partir de los resultados obtenidos por el alumno, y de una prueba objetiva de respuestas cortas que se realizará en la fecha del examen final de junio. Esta evaluación se aplicará a todos los alumnos, tanto a los que realicen evaluación por parciales como a los que hayan solicitado evaluación mediante “solo prueba final”.

Para la convocatoria extraordinaria de julio se establecerán unos plazos de entrega y se realizará un examen en la fecha que indique Jefatura de Estudios.



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La **Nota final** de la asignatura se calcula según la siguiente fórmula:

$$0,75 * \text{Nota de teoría} + 0,25 * \text{Nota del proyecto}$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mayor o igual a 5 tanto en la **Nota de teoría** como en la **Nota del proyecto**.

Para los alumnos que soliciten evaluación mediante "solo prueba final", la Nota final se calcula siguiendo la fórmula anterior, correspondiendo la Nota\_Teoría a la nota obtenida en el examen final que se realizará en la fecha fijada por Jefatura de Estudios.

En caso de aprobar una parte de la asignatura, pero no la totalidad, se conservarán del siguiente modo las calificaciones de las partes superadas:

- Teoría: Se conservará independientemente cada uno de los parciales hasta la convocatoria de julio.
- Proyecto. Se conservará para el siguiente curso académico.

Las fechas de publicación de notas y revisión se indicarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa (según se indica en la página web de la asignatura), en las fechas que se determinen.

**Para obtener una versión actualizada de este apartado, consúltese la página web de la asignatura.**



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Sistema de evaluación mediante sólo prueba final

En la convocatoria ordinaria, la elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación mediante sólo prueba final corresponde al estudiante. Quien desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá **OBLIGATORIAMENTE** comunicarlo **DURANTE LOS 15 PRIMEROS DÍAS** a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura (2 de septiembre), mediante escrito dirigido al profesor coordinador de la asignatura, que entregará dentro del plazo establecido y a través del Registro de la Secretaría de Alumnos.

En dicho escrito deberá constar:

"D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y nº de matrícula \_\_\_\_\_,

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura \_\_\_\_\_, titulación \_\_\_\_\_, curso \_\_\_\_\_

Firmado:

"

Esta solicitud sólo se considerará a los efectos del semestre en curso. En posteriores semestres deberá necesariamente ser cursada de nuevo.

No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante que haya optado (por omisión) por el sistema de evaluación continua podrá solicitar al Tribunal de la Asignatura ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran el sistema de evaluación mediante sólo prueba final. El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible.



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Actuación ante copias y otros comportamientos fraudulentos

Los exámenes se realizarán a nivel personal y las prácticas y proyectos en los grupos establecidos. Si se detecta que algún alumno ha copiado en algún examen o algún grupo ha copiado en la realización de las prácticas o proyecto, **será evaluado como suspenso en todas las partes de la asignatura hasta la misma convocatoria del curso académico siguiente** (excluida).

Todas las notas obtenidas en la convocatoria en la que se ha detectado copia serán **invalidadas**. En particular, en el caso de las prácticas y proyecto, se tendrá en cuenta que la responsabilidad del trabajo está compartida por todos los miembros del grupo, por lo que en caso de detectar alguna copia la norma se aplicará a todos los miembros de todos los grupos involucrados en la copia (tanto los que copian como los que se dejan copiar).

Se entiende por copiar, tanto la utilización de información como la de recursos asignados a otro alumno o grupo. Para evitar problemas y reclamaciones que no se podrán atender se recomienda a los alumnos que sean especialmente cuidadosos con los ficheros que se utilicen para la realización de las prácticas o proyectos, puesto que de ello depende que el trabajo pueda o no ser copiado. En concreto, utilice siempre dispositivos extraíbles cuando trabaje en un PC del Centro de Cálculo (no deje los ficheros en el disco duro ni siquiera de forma transitoria) y haga uso de los mecanismos que proporciona el sistema operativo cuando estos estén disponibles (máquinas Unix).





## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

| CONTENIDOS ESPECÍFICOS   |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| Bloque / Tema / Capítulo   | Apartado   | Indicadores Relacionados |
| <b>Tema 1:<br/>Procesadores con paralelismo interno</b>          | 1.1 Introducción. Aspectos avanzados del <i>pipeline</i>                     |                          |
|  | 1.2 Procesadores superescalares  |                          |
|  | 1.3 Procesadores VLIW y EPIC   |                          |
|  | 1.4 Sistemas <i>multicore</i>  |                          |
| <b>Tema 2:<br/>Sistemas para computación de alto rendimiento</b> | 2.1 Clasificación de arquitecturas de altas prestaciones. Top 500            |                          |
|  | 2.2 Multiprocesadores de memoria compartida: UMA, NUMA.                      |                          |
|  | 2.3 Multiprocesadores de memoria distribuida y <i>clusters</i>               |                          |
|  | 2.4 Procesadores vectoriales   |                          |
|  | 2.5 Procesadores gráficos (GPUs)   |                          |
| <b>Tema 3:<br/>Desarrollo de aplicaciones paralelas</b>          | 3.1 Programación paralela: OpenMP  |                          |
|  | 3.2 Programación de sistemas distribuidos: MPI                               |                          |
|  | 3.3 Programación de GPUs: CUDA   |                          |
|  | 3.4 Depuración y <i>profiling</i> de aplicaciones paralelas: <i>valgrind</i> |                          |

## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza








| MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| Escenario   | Modalidad           | Finalidad  |
|    | Clases Teóricas     | <i>Hablar a los estudiantes</i>  |
|   | Seminarios-Talleres | <i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes</i> |
|  | Clases Prácticas    | <i>Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar</i>   |
|  | Prácticas Externas  | <i>Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional</i>                    |
|  | Tutorías            | <i>Atención personalizada a los estudiantes</i>  |
|  | Trabajo en grupo    | <i>Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos</i>                                      |
|  | Trabajo autónomo    | <i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i>   |

Tabla 5. Métodos de enseñanza

| MÉTODOS DE ENSEÑANZA  |                                       |  |
|---|---------------------------------------|--|
|   | Método                                | Finalidad  |
|    | Método Expositivo/Lección Magistral   | Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante  |
|    | Estudio de Casos                      | Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados                                   |
|    | Resolución de Ejercicios y Problemas  | Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos   |
|    | Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) | Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas  |
|   | Aprendizaje orientado a Proyectos     | Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos |
|  | Aprendizaje Cooperativo               | Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa   |
|  | Contrato de Aprendizaje               | Desarrollar el aprendizaje autónomo  |

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>CLASES DE TEORIA</b>    | <p>Este método se utiliza para exponer los contenidos básicos de la asignatura.</p> <p>Para ello se utilizarán, además de la exposición oral, otros recursos didácticos (audiovisuales, documentos, etc).</p>                                 |
| <b>CLASES DE PROBLEMAS</b> | <p>Este método se utiliza como complemento de las clases de teoría para aplicar lo aprendido en dichas clases, con el objetivo de afianzar conocimientos y aplicar dichos conocimientos a diversas situaciones prácticas que se planteen.</p> |
| <b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>  | <p>Se utiliza para que el alumno trabaje y profundice, de forma individual en los contenidos de la asignatura.</p>  |
| <b>TRABAJOS EN GRUPO</b>   | <p>Se utiliza este método para que el alumno trabaje en grupo en la resolución de un proyecto de mayor entidad que las prácticas de laboratorio.</p>  |
| <b>TUTORÍAS</b>            | <p>Se utiliza este método para resolver dudas puntuales a un alumno de forma personalizada.</p>   |



## 8. Recursos didácticos

| <b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b> |   |
|----------------------------|---|
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>        | Stallings, W. <i>"Organización y arquitectura de computadores"</i> , Prentice Hall, 2010, 8ª Edición.                                   |
|                            | D.E. Culler, J.P. Singh, with A. Gupta: <i>"Parallel Computer Architectures: a Hardware/Software Approach"</i> , Morgan Kaufmann, 1999. |
|                            | Hennessy, J. L, Patterson, D. A.; <i>"Computer Architecture: A quantitative Approach"</i> , 5th. Ed.. Morgan Kauffmann Pub., 2012       |
|                            | Rajkumar Buyya (editor), <i>High Performance Cluster Computing</i> , Prentice Hall PTR, Vol 1 y 2, 1999                                 |
|                            | Randal E. Bryant and David R. O'Hallaron. <i>Computer Systems: A Programmer's Perspective</i> , 2 Ed. Carnegie Mellon University, 2011. |
| <b>RECURSOS WEB</b>        | Página web de la asignatura<br>( <a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR">http:// www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR</a> )     |
| <b>EQUIPAMIENTO</b>        | Aula El Águila, o la asignada por Jefatura de estudios  |
|                            | Sala de trabajo en grupo  |



### 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

| Semana               | Actividades en Aula   | Actividades en Laboratorio | Trabajo Individual   | Trabajo en Grupo  | Actividades de Evaluación   | Otros   |
|----------------------|---|----------------------------|--|---|---|---|
| Semana 1<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 1 (4 horas)</li> </ul>  |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (4 horas)</li> </ul>              |   |   |   |
| Semana 2<br>( horas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 1 (3 horas)</li> <li>Clase práctica (1 hora)</li> </ul>                                   |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   |   |
| Semana 3<br>( horas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>Clase práctica (1 hora)</li> <li>Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutoría (0,5 horas)</li> </ul> |
| Semana 4<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>Clase práctica (1 hora)</li> <li>Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   |   |
| Semana 5<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 2 (4 horas)</li> </ul>  |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul> |   |
| Semana 6<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 2 (3 horas)</li> <li>Clase práctica (1 hora)</li> </ul>                                   |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (5 horas)</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   |   |
| Semana 7<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de contenidos del Tema 2 (2 horas)</li> <li>Clase práctica (1 hora)</li> <li>Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y ejercicios (3 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutoría (0,5 horas)</li> </ul> |



| Semana                | Actividades en Aula   | Actividades en Laboratorio | Trabajo Individual   | Trabajo en Grupo  | Actividades de Evaluación   | Otros   |
|-----------------------|---|----------------------------|--|---|---|---|
| Semana 8<br>(horas)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 2 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (4 horas)</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |   |   |
| Semana 9<br>(horas)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (4 horas)</li> </ul>  |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul> |   |
| Semana 10<br>( horas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (3 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> </ul>                                     |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>      |   |   |
| Semana 11<br>( horas) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul> |
| Semana 12<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (4 horas)</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>      |   |   |
| Semana 13<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del proyecto (3 horas)</li> </ul>  |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (1 hora)</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul> |
| Semana 14<br>(horas)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del proyecto (1 hora)</li> </ul>   |                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (1 hora)</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (4 horas)</li> </ul>      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (2 horas)</li> </ul>   |



| Semana                                  | Actividades en Aula   | Actividades en Laboratorio | Trabajo Individual  | Trabajo en Grupo   | Actividades de Evaluación   | Otros   |
|---|---|----------------------------|---|--|---|---|
| Semana 15 (horas)                       | <ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Realización del proyecto (4 horas)</li></ul> |   | <ul style="list-style-type: none"><li>Tutoría (2 horas)</li></ul> |
| Semana 16 (horas)                       | <ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Realización del proyecto (4 horas)</li></ul> | Entrega de la memoria del proyecto y realización de una prueba de respuestas cortas (1 hora)                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Tutoría (2 horas)</li></ul> |
| Semana 17 (Periodo de exámenes) (horas) | <ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul> |                            | <ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul> |  | <ul style="list-style-type: none"><li>Recuperación de exámenes parciales (2 horas)</li><li>Examen de proyecto</li></ul> |   |

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.





**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid