

**Información del Plan Docente**

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	438 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	
<b>Módulo</b>	---

**1. Información Básica**

**1.1. Introducción**

Breve presentación de la asignatura

La asignatura Redes Móviles se enmarca dentro de la materia Arquitectura de Redes y Servicios de la tecnología específica Telemática, que engloba otras tres asignaturas obligatorias, con las cuales guarda relación. Tiene como las anteriores, carácter obligatorio en el itinerario de Telemática.

Esta asignatura proporcionará al alumno el conocimiento y la comprensión de los aspectos técnicos, económicos, regulatorios, etc. que caracterizan a los servicios de comunicaciones en movilidad, de los principios en los que se basan las comunicaciones inalámbricas, de las tecnologías de acceso radioeléctrico utilizadas por los diferentes sistemas de comunicaciones móviles de área extensa, de los procedimientos y funciones que debe implementar una red móvil y de la metodología de análisis, diseño, dimensionado y optimización de redes móviles celulares.

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, que se distribuyen en sesiones presenciales de clases teóricas, clases de problemas, trabajos prácticos tutelados, una visita externa, actividades de trabajo personal del estudiante y sesiones de evaluación.

**1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura**

Para seguir con normalidad esta asignatura es imprescindible que el alumno que quiera cursarla haya cursado y superado previamente las asignaturas obligatorias comunes Fundamentos de Redes y [Tecnologías e interconexión de redes de segundo curso y Planificación y Dimensionado de redes de tercer curso, así como la asignatura de tercer curso Redes de Acceso, de la Tecnología Específica de Telemática.](#)

Por otro lado se recomienda al alumno la asistencia activa a clase (tanto de teoría como de problemas y supuestos prácticos). Del mismo modo se recomienda al alumno el aprovechamiento y respeto de los horarios de tutorías del profesorado para la resolución de posibles dudas de la asignatura y un correcto seguimiento de la misma.

### **1.3.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La asignatura forma parte de la materia denominada Arquitectura de Redes y Servicios que cubre competencias obligatorias dentro de la titulación del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación en la tecnología específica de Telemática.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura servirán de complemento a las asignaturas de Redes de Acceso, Redes de Transporte y Diseño y Evaluación de Redes que forman parte de la misma materia, proporcionando al alumno el conjunto de todas ellas, la visión global que éste necesita sobre la construcción, explotación y gestión de las redes de telecomunicación.

### **1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura**

La asignatura se imparte en el segundo semestre del tercer curso de la titulación con un total de 6 créditos ECTS. Las actividades principales de la misma se dividen en clases teóricas, resolución de problemas o supuestos prácticos en clase y trabajos tutelados. Esta distribución tiene como objetivo fundamental facilitar la comprensión y asimilación de todo aquel conjunto de conceptos que permitan cubrir las competencias a adquirir por esta asignatura y su relación con las telecomunicaciones. Por último, existirá un examen final de evaluación de los contenidos teórico/prácticos, en el que se evaluará el nivel de comprensión de los conceptos teóricos y la competencia en la resolución de problemas o supuestos prácticos. Para más detalles relativos al sistema de evaluación consultar el apartado destinado para tal fin en esta guía docente.

## **2.Resultados de aprendizaje**

### **2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

R1. Conoce y utiliza el concepto de red móvil, diferencia y conoce la red de acceso y el núcleo de red y clasifica las redes móviles atendiendo a técnicas de conmutación, ámbito geográfico, modo de explotación y servicios proporcionados.

R2. Comprende y describe las arquitecturas de las redes móviles, conoce los elementos de red y sus correspondientes funciones así como las relaciones entre ellas.

R3. Conoce y comprende las características fundamentales de los principales sistemas de comunicaciones móviles en servicio y las tendencias evolutivas en ámbitos de área extensa, metropolitana, local y personal, así como los servicios proporcionados.

R4. Comprende las necesidades de regulación derivadas del uso del espectro radioeléctrico y conoce las implicaciones del uso de bandas libres y licenciadas.

R5. Conoce los distintos procedimientos de gestión de recursos radio, gestión de la movilidad, gestión de conexiones y seguridad en redes móviles.

R6. Comprende los conceptos de cobertura, capacidad y calidad de servicio y las relaciones entre ellos, conoce las herramientas y procedimientos necesarios para la planificación de redes celulares de diferentes tecnologías de acceso y sabe dimensionar la red de acceso en lo que se refiere a los recursos radio.

R7. Sabe plantear todas las implicaciones de instalación técnica, despliegue de infraestructuras, rentabilidad económica y captación de clientes en los nuevos modelos de negocio soportados por las redes móviles.

R8. Sabe aplicar los conceptos aprendidos en el equipamiento comercial del laboratorio adquiriendo autonomía en el trabajo y tomando contacto con tecnologías de amplio uso en el mundo empresarial.

R9. Desarrolla la habilidad de trabajar en equipo para realizar los diseños y configuraciones consideradas, repartiendo la carga de trabajo para afrontar problemas complejos, intercambiando información entre distintos grupos, de manera coordinada y organizada.

R10. Plantea correctamente el problema a partir del enunciado propuesto e identifica las opciones para su resolución. Aplica el método de resolución adecuado e identifica la corrección de la solución.

R11. Identifica, modela y plantea problemas a partir de situaciones abiertas. Explora y aplica las alternativas para su resolución. Maneja aproximaciones.

R12. Desarrolla el espíritu crítico antes las soluciones planteadas y la capacidad de seleccionar la mejor opción tecnológica, justificando la selección en parámetros técnicos, económicos y de usabilidad.

## **2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje**

La comprensión de *Redes Móviles*, así como de los principios en los que esta materia se sustenta es imprescindible para el ejercicio de las competencias de un graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y en particular en su perfil Telemático, por lo que las capacidades adquiridas en esta asignatura serán de gran utilidad para su formación.

Igualmente, adquiere gran importancia la formación recibida en el laboratorio y en los trabajos tutelados realizados a lo largo del curso, pues promueven la aplicación práctica de los contenidos teóricos derivados de la descripción de estándares (tipos de tecnología para el acceso móvil, sus correspondientes protocolos, y mecanismos de cálculo de cobertura y capacidad) y el análisis crítico de los resultados derivados de las tareas de planificación, dimensionado y optimización de la red y de las prestaciones recibidas por el usuario.

## **3.Objetivos y competencias**

### **3.1.Objetivos**

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo general de esta asignatura es que el alumno conozca los principios de funcionamiento de las principales tecnologías en las que se basan las redes móviles y, teniendo en cuenta aspectos tales como el área de cobertura, los servicios proporcionados, el número de usuarios, el modo de explotación, etc., comprenda la metodología de dimensionado y planificación de las redes móviles y sea capaz de aplicarla utilizando las herramientas usadas en el ámbito empresarial.

### **3.2.Competencias**

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

(C1) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.

(C2) Planificar, presupuestar, organizar, dirigir y controlar tareas, personas y recursos.

(C3) Combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.

(C4) Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

(C5) Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.

(C6) Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

(C9) La gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.

(C10) Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

(C11) Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.

(CT2) Aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, tales como sistemas de gestión, señalización y conmutación, encaminamiento y enrutamiento, seguridad (protocolos criptográficos, tunelado, cortafuegos, mecanismos de cobro, de autenticación y de protección de contenidos), ingeniería de tráfico (teoría de grafos, teoría de colas y teletráfico) tarificación y fiabilidad y calidad de servicio, tanto en entornos fijos, móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía y datos.

(CT3) Construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis.

(CT4) Describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.

(CT5) Seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

(CT6) Diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

## **4. Evaluación**

### **4.1. Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia**

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:

El alumno dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios de las pruebas vendrán determinadas por la Escuela. La calificación de dicha prueba se obtendrá de la siguiente forma:

**E1: Examen final (80-100%).** Puntuación de 0 a 10 puntos. La calificación de esta prueba podrá representar el 80% de

la nota final cuando se disponga de una calificación igual o superior a 5 en la evaluación de los trabajos tutelados. En caso contrario, representa el 100% de la nota. Se trata de una prueba escrita que puede incluir tanto la resolución de problemas como preguntas teóricas y prácticas formuladas en modo de test de respuesta múltiple (las respuestas incorrectas penalizarán como  $1/(N-1)$  siendo N el nº de posibles respuestas). Mediante esta prueba se evalúan todos los resultados de aprendizaje definidos para la asignatura.

**E2: Trabajos tutelados (20%).** Puntuación de 0 a 10 puntos . Los trabajos tutelados que deberán ser llevados a cabo por cada alumno durante el curso serán evaluados a través de las memorias presentadas por los alumnos y de las sesiones de seguimiento en las que el alumno expondrá de forma oral el trabajo realizado y responderá a las cuestiones que se le planteen. De este modo se evaluarán todas las competencias de la asignatura. La calificación de estas pruebas representará el 20% de la nota final. Para los alumnos que no alcancen una calificación de 5 puntos en E2, el examen final representará el 100% de la calificación final.

*Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10 en E1 en caso de representar el 100% de la nota. Cuando representa el 80%, será necesaria una puntuación mínima de 4,5 puntos en E1 y 5 puntos en E2. En este caso, la puntuación final será el máximo entre (80% E1+20% E2, 100% E1). Esta puntuación final debe ser superior a 5 para superar la asignatura.*

**En resumen:**

La nota final se calculará mediante la siguiente expresión:

$\text{Max} (0,8x E1+0,2x E2, E1)$  siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

$$(0,8x E1+0,2x E2) \geq 5 \text{ y } E1 \geq 4,5; E2 \geq 5$$

O

$$E1 \geq 5$$

## **5. Metodología, actividades, programa y recursos**

### **5.1. Presentación metodológica general**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se realizarán para conseguir los resultados de aprendizaje propuestos son las siguientes:

**Clase magistral participativa** (45 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

**Clases de problemas en el aula** (12 horas). Resolución de problemas y casos prácticos propuestos por el profesor, con posibilidad de exposición de los mismos por parte de los alumnos de forma individual o en grupos autorizada por el profesor. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial, y puede exigir trabajo de preparación por parte de los alumnos (M13).

**Realización de dos trabajos prácticos tutelados** (30 horas). Esta actividad no presencial permitirá avanzar en todos los resultados de aprendizaje propuestos. Se realizarán sesiones de seguimiento por parte del profesor en las que cada alumno presentará el trabajo realizado.

**Visita externa** (3 horas). Se realizará una visita a la empresa TELTRONIC.S.A.U., fabricante de equipos de comunicaciones móviles para el mercado profesional.

**Atención personalizada al alumno a través de las tutorías .**

**Pruebas de evaluación.**

**Trabajo personal del estudiante.**

## **5.2. Actividades de aprendizaje**

1 Sesiones teórico/prácticas en el aula, cuyos contenidos principales se organizan en las unidades temáticas descritas en el Programa detallado en el siguiente apartado.

2 Trabajos prácticos tutelados que tienen por objeto resolver casos prácticos de análisis, diseño, dimensionado y planificación de redes móviles mediante la aplicación de las técnicas y procedimientos vistos en las sesiones teóricas y de problemas. La evolución del trabajo será presentada periódicamente al profesor y se entregará una memoria final explicativa de la metodología de resolución seguida por el alumno y justificativa de la solución propuesta.

3 Visita externa a la empresa TELTRONIC.S.A.U, ubicada en el Polígono Industrial de Malpica, en Zaragoza, y dedicada al diseño y fabricación de terminales, equipos de red y aplicaciones para comunicaciones móviles profesionales (seguridad pública, bomberos, etc.).

### **5.3. Programa**

#### **Bloque 0. Introducción .**

- *Presentación de la asignatura .*
- *Revisión de conceptos generales .* Introducción y justificación de las redes móviles. Implicaciones de la movilidad.

#### **Bloque 1. Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles.**

- *Redes celulares. Funciones generales. Arquitectura de red móvil: Redes de acceso y núcleo de red.*
- *Espectro, estandarización y regulación.*
- *Efectos del canal radioeléctrico y de los sistemas de transmisión: Pérdidas de propagación, desvanecimientos lentos y rápidos, efecto Doppler. Clasificación de entornos. Interferencia co-canal, interferencia en canal adyacente, distorsión no lineal.*
- *Técnicas de ingeniería radio: Nivel físico: Modulación, codificación de canal, entrelazado, diversidad, ecualización de canal. Duplexado (FDD y TDD). Acceso Múltiple (FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA).*
- *Tecnologías, servicios y aplicaciones.*

#### **Bloque 2. Funciones de red móvil.**

- *Gestión de la movilidad: Procedimientos de localización, paging, handover. Gestión de recursos radio. Gestión de la calidad de servicio.*
- *Arquitectura de red: Elementos funcionales de la red móvil. Topología de red. Redes 2G, 3G y 4G. Otras redes de acceso inalámbricas: Redes celulares (GSM, UMTS, LTE, TETRA)*

#### **Bloque 3. Redes móviles de segunda generación.**

- *Redes GSM y GPRS:*
- *Estructura de la Interfaz radio. Definición y organización de canales físicos y lógicos.*
- *Implementación de las funciones de red sobre la interfaz radio.*

#### **Bloque 4. Redes móviles de tercera generación.**

- *Principios de funcionamiento de las redes móviles basadas en CDMA.*
- *Dimensionado de redes móviles de tercera generación basadas en CDMA. Red de acceso y red troncal.*
- *Redes móviles de tercera generación: UMTS, HSDPA/HSUPA:*
  - *Estructura de la interfaz radio. Definición y organización de canales físicos, de transporte y lógicos.*
  - *Implementación de las funciones de red sobre la interfaz radio.*
  - *Evolución hacia las redes móviles de cuarta generación: LTE*

### **5.4. Planificación y calendario**

El calendario de la asignatura estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente. La fecha de la visita externa se acordará durante el curso.

### **5.5. Bibliografía y recursos recomendados**

#### **Bibliografía básica**

- Eberspächer, J.. GSM - Architecture, Protocols and Services / J. Eberspächer, H.J. Vögel, C. Bettstetter, C.

## 30354 - Redes móviles

Hartmann Ed. Wiley, 2008

- Heine, G. GPRS: Gateway to Third Generation Mobile Networks / G. Heine, H. Sagkob Artech House, 2003
- Pérez Romero, J. Radio Resource Management Strategies in UMTS / J. Pérez Romero, O. Sallent, R. Agustí, M. A. Díaz-Guerra Wiley, 2005.

### Bibliografía complementaria.

- WCDMA for UMTS - HSPA evolution and LTE / edited by Harri Holma and Antti Toskala . - 4th ed., repr. Chichester (England) : John Wiley & Sons, 2008
- Dahlman, E. 3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband / E. Dahlman, S. Parkvall, J. Sköld, P. Beming. Academic Press- Elsevier, 2008.