# Guía docente
# 300043 - MXS - Movilidad, Redes y Servicios

**Última modificación:** 11/05/2026

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels
**Unidad que imparte:** 744 - ENTEL - Departamento de Ingeniería Telemática.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2026 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Otros:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

## CAPACIDADES PREVIAS

· Conocer los principios de la transmisión de señales de radiofrecuencia.
· Conocer los principales mecanismos de control de acceso al medio.
· Conocer las características fundamentales de las redes de conmutación de paquetes y de circuitos.
· Conocer la pila de protocolos TCP/IP desde el nivel de red hasta el nivel de aplicación (ambos incluidos).
· Conocer los principales parámetros de evaluación de las prestaciones de una red.
· Uso de sistemas operativos Windows, Linux/Unix y familiaridad con analizadores de protocolos.

## REQUISITOS

Prerrequisito:
- ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
Correquisito:
- ARQUITECTURA Y PROTOCOLOS DE INTERNET, EMISORES Y RECEPTORES

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

**Específicas:**
1. CE 24 TEL. Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.(CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

**Genéricas:**
5. USO EFICIENTE DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN - Nivel 2: Utilizar correctamente el instrumental, equipos y software de los laboratorios de uso específico o especializados, conociendo sus prestaciones. Realizar un análisis crítico de los experimentos y resultados obtenidos. Interpretar correctamente manuales y catálogos. Trabajar de forma autónoma, individualmente o en grupo, en el laboratorio.

**Transversales:**
2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.
3. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.
4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
6. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 1: Identificar las propias necesidades de información y utilizar las colecciones, los espacios y los servicios disponibles para diseñar y ejecutar búsquedas simples adecuadas al ámbito temático.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Las actividades presenciales de la asignatura se llevan a cabo de forma individual y en grupo, casi a partes iguales. No obstante, la evaluación individual tiene un mayor peso respecto a la evaluación en grupo.

Las clases de teoría consisten esencialmente en clases expositivas por parte del profesor (aunque se incentivará la participación de los alumnos), que proporcionan la base de conceptos fundamentales de la asignatura. El profesor utilizará presentaciones de transparencias y/o la pizarra como medios de soporte para estas clases. Las presentaciones de transparencias estarán disponibles en el campus digital ATENEA con anterioridad a las clases correspondientes.

Una parte de los contenidos de la asignatura se llevará a cabo mediante actividades dirigidas en formato seminario, en el que los estudiantes trabajarán en grupo temas propuestos por el profesor (que ampliarán y/o complementarán los conocimientos proporcionados en las clases de teoría).

En cuanto a las clases de laboratorio, los estudiantes dispondrán de un guión de cada actividad en el campus digital ATENEA, que deberán preparar previamente a la actividad correspondiente. Las sesiones prácticas se llevarán a cabo en presencia del profesor. El proyecto de red multisalt también tendrá un guión de soporte que facilitará a los estudiantes el uso de las herramientas que haya que emplear para evaluar su diseño.

En cuanto al uso de la tercera lengua, la asignatura se hace íntegramente en inglés.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al acabar la asignatura de Movilidad, Redes y Servicios, el estudiante debe ser capaz de:

· Explicar el concepto de la movilidad en una red, los diferentes tipos de movilidad que pueden existir, los problemas y soluciones que derivan de su soporte, el impacto que puede tener en las comunicaciones del usuario y nuevos servicios que de ella derivan.
· Diseñar aspectos básicos de una red celular.
· Identificar y comparar los tipos de movilidad, impacto en las comunicaciones del usuario y mecanismos de soporte a la movilidad en redes WWAN, WMAN, WLAN, multisalt sin hilos y entre redes heterogéneas.
· Identificar parámetros básicos de prestaciones en las redes mencionadas y evaluarlas en base a dichos parámetros.
· Identificar y escoger las técnicas de mejora más indicadas para optimizar el rendimiento de las comunicaciones del usuario en presencia de movilidad.
· Utilizar un entorno específico de simulación empleado en el estudio de la movilidad en redes.
· Diseñar, configurar y evaluar una pequeña red con soporte de la movilidad que responda a una problemática determinada.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Horas grupo pequeño | 39,5 | 26.33 |
| Horas grupo grande | 26,5 | 17.67 |
| Horas aprendizaje autónomo | 84,0 | 56.00 |

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN

**Descripción:**
Concepto y tipos de movilidad.
Soporte de la movilidad.
Impacto de la movilidad y nuevos servicios.

**Actividades vinculadas:**
Teoría, laboratorio y actividades dirigidas (seminarios).

**Dedicación:** 23h 48m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 30m
Actividades dirigidas: 3h
Aprendizaje autónomo: 13h 18m

### REDES CELULARES

**Descripción:**
Conceptos básicos de una red celular:
· Celda, reúso de frecuencia, clúster.
· Distancia de reúso.

Técnicas y operaciones habituales en redes celulares:
· Attach/dettach, gestión de la localización (incluye paging y actualización de la localización), y traspaso.
· Monitorización del canal, supresión de silencios, control de potencia y otros.

**Actividades vinculadas:**
Teoría y laboratorio.

**Dedicación:** 23h 48m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 30m
Actividades dirigidas: 3h
Aprendizaje autónomo: 13h 18m

### REDES DE ÁREA LOCAL SIN HILOS (WLAN)

**Descripción:**
Mecanismos básicos del estándar IEEE 802.11
· Capa MAC (CSMA/CA i QoS)
· Capas físicas: diferencias entre los primeros y los estándares IEEE 802.11 modernos
· Efectos de la movilidad, ruido e interferencias
Mecanismos avanzados en redes IEEE 802.11
· Gestión de los recursos radio
· Trato de la movilidad
· Ahorro de energía

**Actividades vinculadas:**
Teoría, laboratorio y actividades dirigidas (visita guiada).

**Dedicación:** 18h 41m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 30m
Actividades dirigidas: 2h 40m
Aprendizaje autónomo: 10h 31m

## REDES DE ÁREA EXTENDIDA SIN HILOS (WWAN)

**Descripción:**
Redes de 2G (GSM/GPRS)
Redes de 3G (UMTS/HSPA)
Redes de 4G (LTE/LTE-A)
Evolución

**Actividades vinculadas:**
Teoría, laboratorio y actividades dirigidas (seminarios y visita guiada).

**Dedicación:** 38h 22m
Grupo grande/Teoría: 10h
Actividades dirigidas: 6h 50m
Aprendizaje autónomo: 21h 32m

## REDES MULTISALTO SIN HILOS

**Descripción:**
Redes móviles ad-hoc (MANETs) y Redes Malladas sin Hilos (WMNs):
· Características
· Aplicaciones
· Encaminamiento: protocolos reactivos y proactivos
Redes de Sensores sin Hilos (WSNs):
· Características
· Aplicaciones
· Interfaces radio
· Encaminamiento
· Soluciones basadas en IP, Internet de les Cosas

**Actividades vinculadas:**
Teoría, laboratorio y actividades dirigidas (seminarios, visita guiada).

**Dedicación:** 40h 48m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h
Actividades dirigidas: 5h
Aprendizaje autónomo: 22h 48m

## IMPACTO DE LA MOVILIDAD: TÉCNICAS DE MEJORA

**Descripción:**
Técnicas a nivel físico
Técnicas a nivel de enlace
Técnicas a nivel de red y niveles superiores:
· Mejoras extremo a extremo
· Proxies de mejora de las prestaciones

**Actividades vinculadas:**
Teoría.

**Dedicación:** 4h 32m
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 32m

## ACTIVIDADES

### VISITAS GUIADAS Y/O CHARLAS DE PROFESIONALES DEL SECTOR

**Descripción:**
Visitas a instalaciones de operadores o asistencia a charlas relacionadas con el temario de la asignatura ofrecidas por personas expertas en la materia. Esta actividad varía de un cuatrimestre a otro según disponibilidad de los ponentes y de los centros visitados.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizada la sesión de laboratorio, el estudiante será capaz de:
· Conocer las infraestructuras de una red sin hilos desplegada en un entorno real. Saber identificar los equipos que la componen.
· Relacionar la capacidad de los equipos con el número de usuarios al que dan servicio.
· Conocer las tareas de operación y mantenimiento que se llevan a cabo en esta red para su correcto funcionamiento.

**Material:**
En las charlas, copia del material (e.g. transparencias) ofrecidas por la persona ponente.

**Dedicación:** 9h
Actividades dirigidas: 9h

### LABORATORIO DE INTRODUCCIÓN A LAS REDES MÓVILES

**Descripción:**
Asumiendo que el estudiante dispone de los conocimientos necesarios sobre los mecanismos de acceso al medio con IEEE 802.11, impartidos en la asignatura Interconexión de Redes, esta actividad pretende mostrar en un entorno real IEEE 802.11 diversos conceptos básicos de una red móvil sin hilos, introducidos en el primer tema de teoría de la asignatura. Por otra parte, la práctica trata algunos aspectos particulares de las redes IEEE 802.11.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizada la sesión de laboratorio, el estudiante será capaz de:
· Utilizar software de descubierta de redes 802.11 i para:
o Descubrir y evaluar la cobertura de redes existentes y el impacto de posibles fuentes de interferencia.
o Descubrir las características de funcionamiento de las redes existentes
· Interpretar las tramas de gestión de 802.11 para:
o Entender cómo funcionan los softwars de descubierta y cómo se pueden detectar posibles intrusos
o Entender el funcionamiento del proceso de búsqueda d'APs y evaluar el retraso que supone en caso de traspaso y asociación
· Interpretar las tramas de control y datos de 802.11 para:
o Entender los mecanismos de control de flujo que utiliza
o Conocer les causas que motivan su rendimiento real (bps útiles)

**Material:**
Enunciado de la práctica (disponible en el campus digital ATENEA).

**Entregable:**
Cuestionario debidamente cumplimentado a entregar al final de la sesión de laboratorio. Entrega obligatoria.

**Dedicación:** 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

## LABORATORIO DE REDES CELULARES

**Descripción:**
Esta práctica pretende proporcionar al estudiante herramientas de simulación para la evaluación y el diseño de redes móviles celulares.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizada la sesión de laboratorio, el estudiante será capaz de:
· Determinar parámetros de diseño de una red celular como la distancia de reúso, medida de clúster, etc.
· Evaluar las prestaciones esperadas por un usuario en diferentes puntos de las celdas.
· Evaluar el impacto de la densidad de usuarios por unidad de superficie en el diseño y prestaciones de una red celular.
· Comparar los resultados obtenidos por simulación con los de modelos analíticos.

**Material:**
Enunciado de la práctica con cuestionario incluido (disponible en el campus digital ATENEA).

**Entregable:**
Cuestionario debidamente cumplimentado a entregar al final de la sesión de laboratorio. Entrega obligatoria.

**Dedicación:** 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

## LABORATORIO DE WLAN

**Descripción:**
El objetivo de esta actividad es consolidar los conocimientos teóricos sobre redes WLAN basadas en IEEE 802.11, profundizando en sus prestaciones y limitaciones.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizada la sesión de laboratorio, el estudiante será capaz de:
· Conocer cuáles son los aspectos críticos que determinan el rendimiento de una WLAN
o Impacto de la movilidad
o Impacto de las interferencias
· Estimar el rendimiento de una red WLAN en escenarios diversos
Teniendo en cuenta todo esto, el alumno será capaz de dimensionar una red WLAN según unos requisitos, sabiendo escoger los dispositivos oportunos (productos adecuados) y sabiendo ubicarlos correctamente.

**Material:**
Enunciado de la práctica con cuestionario incluido (disponible en el campus digital ATENEA).

**Entregable:**
Cuestionario debidamente cumplimentado a entregar al final de la sesión de laboratorio. Entrega obligatoria.

**Dedicación:** 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

## EXAMEN DE LABORATORIO

**Descripción:**
Esta actividad corresponde a la realización un examen de laboratorio a mitad del cuatrimestre

**Objetivos específicos:**
La evaluación de la consolidación de los conocimientos adquiridos en el laboratorio por parte del estudiante.

**Material:**
Manuales de prácticas, así como los resultados obtenidos durante su realización.

**Entregable:**
El ejercicio escrito elaborado por el estudiante durante la actividad.

**Dedicación:** 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

## TÍTULO ACTIVIDAD 6: PROYECTO DE RED MULTISALT SIN HILOS

**Descripción:**
Esta actividad consiste en un proyecto en el que los estudiantes, por grupos, diseñarán y evaluarán una red multisalt sin hilos que pueda satisfacer los requisitos de una aplicación real. Los aspectos a diseñar incluyen la elección del número de nodos de la red, su ubicación (teniendo presente las características de movilidad de cada uno de ellos), el protocolo de encaminamiento multisalt a utilizar y su configuración. Los estudiantes dispondrán en el laboratorio de equipos reales y/o herramientas de simulación que les permitirán evaluar y, en su caso, corregir, sus diseños en diversos niveles.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizado el proyecto, el estudiante será capaz de:
· Habilitar y configurar los mecanismos oportunos para crear una red ad-hoc de ordenadores con interfaces radio WLAN.
· Identificar los diferentes tipos de mensajes generados por el protocolo de encaminamiento usado y relacionarlos con su propósito.
· Configurar los parámetros más relevantes de los protocolos de encaminamiento utilizados y entender su impacto en las prestaciones de la red.
· Evaluar el impacto de la movilidad (especialmente, los cortes de conectividad) en las capas superiores.
· Alcanzar los objetivos anteriores utilizando un protocolo de encaminamiento reactivo (p.ej. AODV) y utilizando un protocolo proactivo (p.ej. OLSR).
· Configurar y utilizar un simulador para la evaluación de las prestaciones de una red multisalt sin hilos.

**Material:**
Enunciado de los requisitos del proyecto, junto con material tutorial para la configuración de escenarios reales y/o simulados de red multisalt sin hilos.

**Entregable:**
Cuestionario debidamente cumplimentado a entregar al final de la última sesión de laboratorio. Entrega obligatoria.

**Dedicación:** 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h

**TÍTULO ACTIVIDAD 7: SEMINARIOS**

**Descripción:**
Esta actividad consta de seis seminarios de 2h cada uno, en los que se tratarán con detalle aspectos específicos de las materias presentadas o introducidas en las sesiones de teoría.

**Objetivos específicos:**
Una vez realizadas todas las sesiones de la actividad, el estudiante será capaz de:
· Conocer aspectos básicos de la regulación del espectro radioeléctrico y los usos de las diferentes bandas de frecuencias.
· Conocer las principales tecnologías que proporcionan localización en una red sin hilos, así como sus prestaciones.
· Conocer aspectos básicos sobre las tecnologías que constituyen la evolución de las redes celulares de área extendida.
· Conocer mecanismos avanzados en redes de área local sin hilos.
· Conocer las principales características de alguna solución para redes de sensores sin hilos, ya sea referente a una arquitectura completa de protocolos o a una capa en particular.

**Material:**
Material disponible en el campus digital ATENEA.

**Entregable:**
Cuestionario elaborado en grupo y/o cuestionario corto idividual.

**Dedicación:** 12h
Actividades dirigidas: 12h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

La calificación de la asignatura consistirá en:
· Dos exámenes parciales de teoría
· Un control de laboratorio
· Proyecto de red multisalt sin hilos
· Nota seminarios + visitas guiadas
· Nota subjetiva
o Por defecto, será igual a la media del resto de notas.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Todas las actividades propuestas son obligatorias. En consecuencia, toda actividad que no haya sido realizada por el alumno será calificada con un cero.
Los exámenes y los controles se llevarán a cabo de forma individual. Las actividades dirigidas incluirán componentes de evaluación individual y de evaluación en grupo.
Para que el estudiante pueda ser evaluado de la parte de laboratorio (incluyendo el proyecto de red multisalt sin hilos):
· La asistencia en horas de laboratorio tiene carácter obligatorio
· Las faltas de asistencia deberán ser justificadas.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**
- Schiller, Jochen H. Mobile communications. 2nd ed. London: Addison-Wesley, 2003. ISBN 0321123816.
- Gast, Matthew S. 802.11 wireless networks : the definitive guide [en línea]. 2nd ed. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2005 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=540752. ISBN 0596100523.
- Molisch, Andreas F. Wireless communications. West Sussex, England: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 047084888X.

**Complementaria:**
- Holma, Harri; Toskala, Antti. WCDMA for UMTS - HSPA evolution and LTE. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 9780470319338.
- Gómez, C.; Paradells Aspas, Josep; Caballero Herrero, José Eugenio. Sensors everywhere : wireless network technologies and solutions. [S.l.]: Fundación Vodafone España, 2010. ISBN 9788493474058.
- Perahia, Eldad; Stacey, Robert. Next generation wireless LANs : throughput, robustness, and reliability in 802.11n. New York: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521885843.