



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000050 - Redes Corporativas**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000050 - Redes Corporativas
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Angel Fernandez Del Campo (Coordinador/a)	B-211	angel.fernandez.delcampo@upm.es	Sin horario. Concertar tutoría mediante correo electrónico.
Carlos Miguel Nieto	B-211	carlos.miguel@upm.es	Sin horario. Concertar tutoría mediante correo electrónico.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Señales Aleatorias
- Redes Y Servicios De Telecomunicacion
- Redes De Ordenadores
- Fundamentos De Los Sistemas Telematicos
- Inglés I

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE-TL2 - Capacidad para 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

CE-TL5 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos

CE-TL6 - Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG10 - Creatividad

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG6 - Uso de la lengua inglesa

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA84 - Capacidad para aplicar técnicas de calidad de servicio (QoS) e ingeniería de tráfico (MPLS,..) para adecuar los requisitos de los diferentes flujos de tráfico a las prestaciones proporcionadas por la red.

RA83 - Capacidad de diseñar, desplegar y gestionar arquitecturas de redes y servicios telemáticos, en redes de acceso, troncales y privadas, tanto en entornos fijos como móviles, utilizando herramientas de análisis y dimensionado de red.

RA85 - Capacidad de diseñar, dimensionar y configurar los sistemas y protocolos de control de red (encaminamiento y señalización) y habilitadores de servicios de red (DNS, localización, control de sesión, inteligencia de red).

RA91 - Capacidad de seguimiento de la innovación tecnológica de los sistemas de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Proporcionar al alumno conocimientos sobre las tecnologías de redes aplicables al ámbito corporativo. Contribuir a que adquieran las competencias para especificar los requisitos, desarrollar e implantar las soluciones más adecuadas aplicándolos a casos concretos, así como analizar las prestaciones y calidad del servicio.

Para alcanzar estos objetivos la asignatura proporciona a los alumnos conocimientos avanzados de redes de comunicaciones, tanto en su versión tradicional organizada en capas como en las nuevas aproximaciones arquitecturales basadas en SDN (Software Defined Networks - Redes definidas por Software).

La asignatura presenta, además, los conceptos base en el acuerdo de prestaciones entre proveedores de redes de telecomunicaciones y sus usuarios corporativos como son los SLA/SLS (Service Level Agreements/Service Level Specifications - Acuerdos de nivel de servicios/Especificaciones de nivel de servicios).

Para llegar a la necesaria cuantificación técnica de estas prestaciones, la asignatura introduce los conceptos, modelos y las técnicas de implantación de la QoS (Quality of Service - Calidad del Servicio) y, específicamente, la cuantificación del nivel de disponibilidad de los servicios a través de los análisis RAM (Reliability, Availability and Maintainability Analysis - Análisis de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad)

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción, teletráfico y caracterización de servicios.
  - 1.1. Introducción. Servicios y aplicaciones en Redes Corporativas.
  - 1.2. Acuerdos de nivel de servicio (SLA). Especificación del nivel de servicio (SLS). Análisis de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de servicios (RAM).
  - 1.3. QoS en servicios MetroEthernet.
  - 1.4. Seminario MPLS. Construcción y distribución de etiquetas.
  - 1.5. Ingeniería de tráfico.
2. Redes todo Ethernet
  - 2.1. Arquitectura y encaminamiento: RSTP, MSTP y SPB.
  - 2.2. Ethernet de operador (CE). PB (QinQ). PBB (mac in mac). PBB-TE.
3. Virtualización en Redes Corporativas.

- 3.1. Arquitectura de una Red Corporativa.
- 3.2. Virtualización a nivel de red, túneles, VPN-IP, acceso remoto, acceso a Internet y movilidad.
- 3.3. Virtualización de servicios en Ethernet: VPWS, VPLS y H-VPLS.
- 3.4. Virtualización a nivel físico. Transporte SONET/SDH.
4. Redes definidas por software (SDN).
  - 4.1. Integración Layer 123. Conmutación en capa única. Openflow.
  - 4.2. Controladores de red. Aplicaciones de red. Casos de uso.
  - 4.3. Redes SD-WAN.
5. Laboratorio.
  - 5.1. Tráfico y calidad de servicio (QoS).
  - 5.2. Virtualización de redes Ethernet. VPLS sobre MPLS.
  - 5.3. Redes definidas por software. Conmutación. Openflow.
  - 5.4. Redes definidas por software. Controladores de red.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Introducción. Servicios y aplicaciones en Redes Corporativas.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Acuerdos de nivel de servicio (SLA). Especificación del nivel de servicio (SLS). Análisis de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de servicios (RAM).</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>QoS en servicios MetroEthernet.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Seminario MPLS. Construcción y distribución de etiquetas.</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tráfico y calidad de servicio (QoS).</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
4	<p><b>Ingeniería de tráfico.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Redes todo Ethernet. Arquitectura y encaminamiento (I): RSTP, MSTP.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

6	<p><b>Redes todo Ethernet. Arquitectura y encaminamiento (II): SPB.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
7	<p><b>Ethernet de operador (CE). PB (QinQ) y PBB (mac in mac).</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>PBB-TE.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Arquitectura de una Red Corporativa.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Virtualización a nivel de red, túneles, VPN-IP, acceso remoto, acceso a Internet y movilidad.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Virtualización de servicios en Ethernet: VPWS, VPLS y H-VPLS.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Virtualización a nivel físico. Transporte SONET/SDH.</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Primera prueba de seguimiento</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p>
11	<p><b>Redes definidas por software (SDN). Integración Layer 123. Conmutación en capa única. Openflow.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Virtualización de redes Ethernet. VPLS sobre MPLS.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

12	<p><b>Controladores de red. Aplicaciones de red. Casos de uso.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Redes SD-WAN.</b> Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de profesor</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14		<p><b>Redes definidas por software. Conmutación. Openflow.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Redes definidas por software. Controladores de red.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15				
16				
17				<p><b>Segunda prueba de seguimiento</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Prueba de prácticas de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:30</p> <p><b>Examen final. Teoría y Ejercicios (Hace media con la evaluación del laboratorio)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:45</p> <p><b>Examen Final. Prueba de prácticas de laboratorio (Hace media con la evaluación de la Teoría y Ejercicios)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30</p>

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Primera prueba de seguimiento	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	35%	/ 10	CE-TL5 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5
17	Segunda prueba de seguimiento	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	/ 10	CE-TL5 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5
17	Prueba de prácticas de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	20%	/ 10	CG9 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final. Teoría y Ejercicios (Hace media con la evaluación del laboratorio)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:45	80%	5 / 10	CE-TL5 CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5

17	Examen Final. Prueba de prácticas de laboratorio (Hace media con la evaluación de la Teoría y Ejercicios)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	20%	5 / 10	
----	--	--	------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba de evaluación final extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:15	100%	5 / 10	CE-TL5 CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG2 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá hacerlo constar mediante el procedimiento que se le facilite al principio de la realización de la 2ª prueba de seguimiento que coincidirá en fecha y lugar con el examen de teoría y ejercicios de la prueba final..

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

Las pruebas de evaluación pueden ser preguntas sobre los conceptos explicados o resolución de ejercicios. En las

pruebas de conceptos no se podrá usar ningún material de apoyo, en las pruebas de resolución de ejercicios se podrá usar cualquier material de apoyo y/o equipamiento que no disponga de comunicación inalámbrica; esté, o no, deshabilitada.

Las pruebas de seguimiento cubrirán toda la materia impartida en la asignatura hasta la fecha en que se realicen; aunque se focalizarán en la materia correspondiente al último periodo evaluado.

Durante las clases presenciales se propondrán a los alumnos pequeñas pruebas sobre conceptos o sobre resolución de ejercicios. La resolución de estas pruebas, junto otras participaciones del alumno en actividades presenciales, serán calificadas por el profesorado con hasta 2 puntos sobre 10 de la nota final de la asignatura. Esta calificación puede sustituir, si supone una mejora, la evaluación obtenida en uno cualquiera de los ejercicios propuestos en la segunda prueba de seguimiento de la asignatura. Para aplicar esta sustitución es condición necesaria el haber obtenido al menos un 40% de la nota máxima en la mencionada segunda prueba de seguimiento de la asignatura.

La calificaciones de las partes de "Teoría y Ejercicios" y de "Prácticas de laboratorio", en "prueba" final" hacen media también en cuanto a la calificación mínima necesaria.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente, y de forma similar, a través del sistema de prueba final.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Computer Networks: A Systems Approach, Larry L. Peterson, Bruce S. Davie, Morgan Kaufmann; 5 edition (March 25, 2011), English, ISBN-10: 0123850592, ISBN-13: 978-0123850591	Bibliografía	<a href="https://learning.oreilly.com/library/view/computer-networks-5th/9780123850591/">https://learning.oreilly.com/library/view/computer-networks-5th/9780123850591/</a>

Comparing, Designing, and Deploying VPNs, 2006. Safari, CISCO:	Bibliografía	<a href="https://learning.oreilly.com/library/view/comparing-designing-and/1587051796/">https://learning.oreilly.com/library/view/comparing-designing-and/1587051796/</a>
Metro Ethernet Services - A Technical Overview	Bibliografía	<a href="https://www.mef.net/Assets/White_Papers/Metro-Ethernet-Services.pdf">https://www.mef.net/Assets/White_Papers/Metro-Ethernet-Services.pdf</a>
Andrew. S. Tanenbaum. Computer Networks. 5/ed. Prentice Hall. 2011	Bibliografía	<a href="https://learning.oreilly.com/library/view/computer-networks-fifth/9780133485936/">https://learning.oreilly.com/library/view/computer-networks-fifth/9780133485936/</a>
Original Stanford White Paper on OF	Bibliografía	<a href="http://ccr.sigcomm.org/online/files/p69-v38n2n-mckeown.pdf">http://ccr.sigcomm.org/online/files/p69-v38n2n-mckeown.pdf</a>
Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Satallings 2016.	Bibliografía	Libro base para SDN <a href="https://learning.oreilly.com/library/view/foundations-of-modern/9780134175478/">https://learning.oreilly.com/library/view/foundations-of-modern/9780134175478/</a>
Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, Paul Goransson, 2016	Bibliografía	Introducción general a las Redes Definidas por Software <a href="https://learning.oreilly.com/library/view/software-defined-networks/9780128045794/">https://learning.oreilly.com/library/view/software-defined-networks/9780128045794/</a>
M. Pioro & D. Medhi. "Routing, Flow and Capacity Design in Communication and Computer Networks". Morgan Kaufmann, 2004.	Bibliografía	<a href="https://learning.oreilly.com/library/view/routing-flow-and/9780125571890/">https://learning.oreilly.com/library/view/routing-flow-and/9780125571890/</a>
A. Farrel (editor). "Network Quality of Service. Know it all". Morgan Kaufmann, 2008	Bibliografía	<a href="https://www.elsevier.com/books/network-quality-of-service-know-it-all/farrel/978-0-12-374597-2">https://www.elsevier.com/books/network-quality-of-service-know-it-all/farrel/978-0-12-374597-2</a>
SDx Central	Recursos web	<a href="https://www.sdxcentral.com">https://www.sdxcentral.com</a>
Portal Moodle de la asignatura	Recursos web	<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>
Laboratorio de Redes	Equipamiento	Laboratorio de redes B.123