



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 Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 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>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ignacio Soto Campos (Coordinador/a)	B-218	ignacio.soto@upm.es	L - 16:00 - 18:00 También se pueden pedir en otro horario mediante el envío de un correo a ignacio.soto@upm.es.

Carlos Mariano Lentisco Sanchez	B-203	c.lentisco@upm.es	Sin horario. Pidiéndolas por correo a c.lentisco@upm.es
------------------------------------	-------	-------------------	--

\* 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

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

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías 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 básicos sobre los acuerdos de prestaciones entre proveedores de redes de telecomunicaciones y sus usuarios corporativos: 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. Concepto de red corporativa. 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. MPLS
  - 1.5. Teletráfico avanzado
2. Redes 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. Separación del plano de control y el de datos. 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. Openflow.
  - 5.4. Redes definidas por software. Controladores de red.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción. Redes Corporativas: concepto, tecnologías y servicios.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Acuerdos de nivel de servicio (SLA). Especificación del nivel de servicio (SLS). Análisis de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de servicios (RAM).</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>QoS en servicios MetroEthernet.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>MPLS</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Teletráfico avanzado</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Redes todo Ethernet. Arquitectura y encaminamiento (I): STP, RSTP, MSTP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tráfico y calidad de servicio (QoS).</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Redes todo Ethernet. Arquitectura y encaminamiento (II): SPB</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Ethernet de operador (CE). PB (QinQ) y PBB (mac in mac), PBB-TE</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			



8	<p><b>Arquitectura de una Red Corporativa. Redes privadas virtuales: VPNs (nivel 1, nivel 2, nivel 3). Virtualización a nivel de red: túneles, VPN-IP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Evaluación progresiva: Primera prueba de seguimiento</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p> <p><b>Evaluación progresiva: Prueba de prácticas de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
9	<p><b>Virtualización de servicios en Ethernet: VPWS, VPLS y H-VPLS.</b> Duración: 03:30 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>			
10	<p><b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 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>		
11	<p><b>Redes definidas por software (SDN). Openflow.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Controladores de red. Aplicaciones de red. Casos de uso. (1)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Controladores de red. Aplicaciones de red. Casos de uso. (2)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Redes SD-WAN.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Redes definidas por software. Openflow.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p><b>Problemas / Resolución de casos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Redes definidas por software. Controladores de red.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15				
16				
				<p><b>Evaluación progresiva: Segunda prueba de seguimiento</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:45</p> <p><b>Evaluación progresiva: Prueba de prácticas de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p>

17				<p>Evaluación continua Presencial Duración: 00:45</p> <p><b>Evaluación global. Prueba de evaluación final (I): Teoría y Ejercicios.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:45</p> <p><b>Evaluación global: Prueba de evaluación final (II), prueba de prácticas de laboratorio.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p>
----	--	--	--	--

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Evaluación progresiva: Primera prueba de seguimiento	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	40%	/ 10	CE-TL5 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG5 CG2
8	Evaluación progresiva: Prueba de prácticas de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	5%	/ 10	CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6
17	Evaluación progresiva: Segunda prueba de seguimiento	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	40%	/ 10	CE-TL5 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG5 CG2
17	Evaluación progresiva: Prueba de prácticas de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:45	15%	/ 10	CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación global. Prueba de evaluación final (I): Teoría y Ejercicios.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:45	80%	/ 10	CE-TL5 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG5

							CG2
17	Evaluación global: Prueba de evaluación final (II), prueba de prácticas de laboratorio.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	/ 10	CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6

### 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	02:45	80%	/ 10	CE-TL5 CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6 CG5 CG2
Prueba de prácticas de laboratorio extraordinaria	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	/ 10	CG9 CG10 CG1 CG6 CE-TL2 CE-TL6

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación global se realiza mediante una prueba final con dos partes, una evalúa los conocimientos teóricos y la capacidad de resolución de problemas y casos conseguidos en la asignatura; y la otra evalúa los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio (prácticas 1 a 4). La nota resultante será la media ponderada de las notas obtenidas en cada parte con los pesos indicados para cada una.

La evaluación progresiva de la asignatura consiste en dos pruebas de seguimiento sobre los conocimientos teóricos y la capacidad de resolución de problemas y casos conseguidos en la asignatura; y dos pruebas de evaluación de prácticas de laboratorio (una cubre la práctica 1, y otra las prácticas 2, 3 y 4), en las que se evalúan los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio. Las pruebas de seguimiento de la evaluación progresiva cubren toda la materia impartida en la asignatura hasta la fecha en que se realicen. No hay nota mínima en ninguna de las pruebas de la evaluación progresiva, siendo la nota obtenida la media ponderada de las notas obtenidas en las distintas pruebas (primera prueba de seguimiento, primera prueba de laboratorio, segunda prueba de seguimiento, segunda prueba de laboratorio) con los pesos indicados en cada prueba. La segunda prueba de seguimiento será al mismo tiempo que la prueba de evaluación global y, cada estudiante puede decidir pasarse a la evaluación global (haciendo las pruebas de la evaluación global) o continuar con la evaluación progresiva (realizando solo la segunda prueba de seguimiento y la segunda prueba de prácticas de laboratorio). En la evaluación progresiva y en la evaluación global se usan los mismos tipos de técnicas evaluativas para evaluar la adquisición de competencias de los estudiantes.

En las pruebas de evaluación de la asignatura no se podrá utilizar ningún tipo de material (libros, apuntes...), ni calculadora, ni dispositivos con conexión a Internet.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en esta convocatoria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria. En concreto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria tendrá dos partes, una que evalúa los conocimientos teóricos y la capacidad de resolución de problemas y casos conseguidos en la asignatura; y otra que evalúa los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio (prácticas 1 a 4). La nota resultante será la media ponderada de las notas obtenidas en cada parte con los pesos indicados para cada una. .

## 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	Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela. (Existe una Sexta Edición: <a href="https://www.elsevier.com/books/computer-networks/peterson/978-0-12-818200-0">https://www.elsevier.com/books/computer-networks/peterson/978-0-12-818200-0</a> )
Comparing, Designing, and Deploying VPNs, 2006. Safari, CISCO:	Bibliografía	Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela: <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	Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela. (Existe una sexta edición <a href="https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Tanenbaum-Computer-Networks-RENTAL-EDITION-6th-Edition/PGM2899476.html">https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Tanenbaum-Computer-Networks-RENTAL-EDITION-6th-Edition/PGM2899476.html</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. Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela: <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. Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela. <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	Disponible en O'Reilly a través de la biblioteca "on-line" de la Escuela: <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	Laboratorios del Departamento

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las solicitudes de tutorías se realizarán principalmente por petición por correo electrónico usando las direcciones oficiales proporcionadas por la UPM. Las tutorías podrán ser presenciales o por Teams o herramienta similar.

Esta asignatura se soportará fundamentalmente en la plataforma Moodle.

Esta asignatura es de carácter técnico en TIC y se relaciona con el ODS9. "Industria, innovación e infraestructuras", y por sus contenidos orientados a la formación en los fundamentos y principios de la comunicación de datos, con el ODS4. "Educación", en concreto con los subobjetivos:

- 9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- 9.c Aumentar el acceso a las TIC y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet.
- 4.4 Aumentar el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.
- 17.6 Mejorar la cooperación en materia de ciencia, tecnología e innovación y su acceso, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas.

Algunos ejercicios plantearán como contribuir a los ODS9 y ODS4, en particular y principalmente al primero de ellos: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Y por su carácter básico se mostrará como algunas herramientas matemáticas se emplean para el modelo de sistemas potenciando su resiliencia y calidad del servicio, y el acceso universal y asequible a las redes públicas de comunicaciones fijas y móviles, e Internet.