

# Libro blanco de la Ingeniería de Telecomunicación

CODITEL. Julio de 2022

## Contexto de los estudios de Ingeniería de Telecomunicación

En el momento de la redacción de este libro blanco (abril 2022), la situación de los estudios de Ingeniería de Telecomunicación es la siguiente:

- La profesión de Ingeniería Técnica de Telecomunicación está regulada por la **Orden CIN/352/2009**, y la profesión de Ingeniería de Telecomunicación por la **Orden CIN/355/2009**. La Ingeniería de Telecomunicación ha experimentado notables avances y transformaciones desde el año 2009, apareciendo nuevas tecnologías y herramientas que son demandadas por el mercado laboral en el sector de la Ingeniería de Telecomunicación, tales como la inteligencia artificial, los sistemas de comunicaciones móviles de última generación, la ciberseguridad, las tecnologías cuánticas, etc.
- El **objetivo 4.4** de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** de las Naciones Unidas insta a “aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento”. Es por tanto responsabilidad de los miembros de CODITEL promover los cambios necesarios en los planes de estudio del Grado y Máster de competencias profesionales para que los egresados/as tengan una formación actualizada, siendo capaces de adaptarse a un entorno tecnológico cambiante, y en sintonía con las demandas del mercado laboral, facilitando así la inserción laboral y cumpliendo con la función social que se espera de estos títulos.
- La **disposición adicional novena del Real Decreto 822/2021** permite la creación de programas académicos con recorridos sucesivos en el ámbito de la Ingeniería y la Arquitectura. Esto abre la posibilidad de crear un recorrido formativo compuesto por el Grado descrito en la orden 352/2009 y el Máster descrito en la orden 355/2009 adquiriendo, a la finalización del programa, las competencias de ingeniero de telecomunicación. Para dar coherencia a este recorrido, procede adaptar los planes de estudios del Grado y Máster de manera conjunta, de forma que estén actualizados y a la vez formen un conjunto con coherencia académica.
- El **artículo 22 del Real Decreto 822/2021** permite la posibilidad de incluir una Mención Dual que ofrezca un proyecto formativo común que se desarrolle de forma complementaria entre el centro universitario y una entidad colaboradora, como puede ser una empresa. Esto abre una posibilidad muy interesante de complementar la formación de Ingeniería de Telecomunicación en la colaboración con las empresas, especialmente al final de los estudios, es decir, en los últimos cursos del grado y último curso del Máster, lo que obliga a replantearse los planes de estudio.
- El **Anexo II del Real Decreto 822/2021** introduce un nuevo modelo de memoria para la verificación del plan de estudios de un título universitario oficial. En este nuevo modelo, en lugar de especificar las competencias que adquirirá el estudiante en cada materia, deben detallarse los resultados del proceso de formación y aprendizaje, que se concretan en conocimientos o contenidos, competencias y habilidades o destrezas asumidos por el estudiantado. Esto es un nuevo argumento que refuerza la conveniencia de repensar y consensuar la manera de implementar las órdenes CIN en el contexto actual.
- La creciente digitalización de todos los sectores de la economía y la necesidad de gestión y manejo de grandes cantidades de datos **han aumentado enormemente la demanda**

**de Ingenieros/as de Telecomunicación**, ya que estos estudios proporcionan una formación transversal con un muy amplio abanico de competencias digitales, lo que los convierte en profesionales muy versátiles. Los miembros de CODITEL estamos experimentando un interés creciente de las empresas demandando un número de personas tituladas mayor que las que actualmente egresamos desde las diferentes escuelas. Esto nos obliga a mejorar nuestras acciones de captación y promoción de la titulación, a replantear nuestros planes de estudios para que sean más atractivos y generen interés social, con intención de aumentar las vocaciones y poder dar respuesta a las necesidades del mercado laboral, siempre sin menoscabo de la calidad de la formación que proporcionamos. Las empresas deben colaborar con este propósito colaborando con las universidades en la actualización de los planes de estudios y en la promoción de la profesión, así como ofreciendo unas condiciones laborales atractivas.

- Se ha detectado que **en los planes de estudios de algunas escuelas se han incorporado algunas nuevas tecnologías que en otras aún no se contemplan**. Esto disminuye la homogeneidad en la formación de las personas tituladas habilitadas para el ejercicio de una misma profesión regulada. Es conveniente por tanto tomar acciones que modernicen la profesión y aseguren una cierta homogeneidad en los aspectos más importantes de la formación de cualquier Ingeniero/a de Telecomunicación de España.
- Ante la necesidad de actualizar los planes de estudio, conviene **interpretar adecuadamente, y de forma consensuada por todas las escuelas con estudios de ingeniería de telecomunicación, con el prisma que nos proporciona la actualidad de la tecnología, las competencias listadas en las órdenes CIN previamente mencionadas**. Sugerimos que, si se abordara en algún momento un cambio o actualización de las órdenes CIN, se usen las aportaciones de este documento como punto de partida.
- Con la anterior estructura de los estudios de Ingeniería existía una total homogeneidad en el nombre de los títulos habilitantes para ejercer las profesiones reguladas de Ingeniería Técnica y de Ingeniería de Telecomunicación. Con la implantación de la estructura Grado+Máster, y al no obligar la norma al uso de un nombre específico, hay una **importante heterogeneidad en los nombres de Grados conducentes a la misma profesión** regulada de Ingeniería Técnica de Telecomunicación (no así en el nombre del Máster, que es el mismo en todas las escuelas). Esto confunde al estudiantado de Bachillerato a la hora de identificar los títulos que conducen a la profesión regulada, restando visibilidad a estos estudios, y posiblemente haciendo que se pierdan vocaciones. Además, confunde a los empleadores y a la sociedad en general, haciendo difícil identificar qué profesión regulada puede ejercer cada egresado a partir únicamente del nombre de su título universitario. Parece por tanto conveniente llegar a un acuerdo para converger a una denominación común.

## Libro Blanco de la profesión de Ingeniería de Telecomunicación

A la vista del contexto de los estudios de Ingeniería de Telecomunicación anteriormente expuesto, los miembros de CODITEL consideramos conveniente emprender las siguientes acciones:

- Con el fin de que haya uniformidad en los nombres de los títulos conducentes a la profesión de Ingeniero de Telecomunicación, se recomienda a los miembros de CODITEL el uso de los siguientes nombres:
  - Para el Grado descrito por la orden 352/2009 que proporcione acceso al máster sin complementos de formación: **Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación**
  - Para el Máster descrito por la orden 355/2009: **Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación**
  - Para el Programa Académico con Recorridos Sucesivos que incluya al Grado y Máster de competencias profesionales: **Programa Académico de Ingeniero/a de Telecomunicación**
- Se elaborará un **Libro Blanco de la Profesión** de Ingeniería de Telecomunicación. Este libro Blanco recogerá las competencias actuales de las órdenes CIN, sin ningún cambio. En algunas de esas competencias (que siguiendo en nuevo RD deben denominarse resultados del proceso de formación y aprendizaje), se añadirá un breve texto que matice o añada alguna aclaración que permita reinterpretar este resultado de aprendizaje en clave de actualidad, atendiendo a la inevitable transformación de la profesión de Ingeniería de Telecomunicación. Este Libro Blanco se adjunta a este documento en los Anexos I y II. El Anexo I lista los resultados de aprendizaje del Grado, y el Anexo II los del Máster. En ambos casos los resultados de aprendizaje de las órdenes CIN se muestran en color negro, y las aclaraciones de algunos de ellos añadidas en 2022 en color rojo.
- Este Libro Blanco nace con la intención de ser una **guía para la elaboración de nuevos planes de estudio**, especialmente de Máster, con intención de crear unos estudios de Ingeniería de Telecomunicación atractivos, aumentando así las vocaciones y el número de estudiantes que opten por esta profesión. La intención es que la profesión de Ingeniería de Telecomunicación sea muy **transversal, actual y ajustada a las necesidades del mercado laboral**. Opcionalmente, la orientación profesional del Máster se puede reforzar con formación en la empresa a través de la Mención Dual, recientemente permitida por el RD 822/2021. También conviene recordar que el MUIT permite el acceso al doctorado, y que en muchos casos existen acuerdos de doble máster tanto nacional (de ámbitos más específicos) como internacional. Por tanto, el MUIT, en tanto que máster de orientación profesional, abre las puertas al mercado laboral, pero también a la investigación o la internacionalización.
- Se realizarán y promoverán, en colaboración con la CODIGAT, los Colegios profesionales, la Administración, y las empresas, **acciones coordinadas de promoción de la profesión** de Ingeniería de Telecomunicación para dar a conocer a la administración, al estudiantado de Bachillerato, a las empresas, y a la sociedad en general el nuevo impulso que se le está dando a la profesión, y conseguir más vocaciones, especialmente entre las mujeres, pues el porcentaje de mujeres en la profesión es actualmente muy bajo.

# Anexo I. Resultados del proceso de formación y aprendizaje del Grado de competencias profesionales de Ingeniería Técnica de Telecomunicación

En color negro se listan los resultados de aprendizaje de la orden CIN/352/2009, y en color rojo se añade en alguno de esos resultados de aprendizaje algún matiz que permite reinterpretar ese resultado en clave de actualidad.

## Competencias que los estudiantes deben adquirir (según el apartado 3 de la orden CIN/352/2009):

Capacidad para redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la concepción y el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.

Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

- **El entorno social demanda que se integre la sostenibilidad como una competencia básica, enfocada desde las asignaturas técnicas, como elemento esencial para evaluar el impacto social, económico y ambiental de las tecnologías TIC.**

Conocer y aplicar elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como de legislación, regulación y normalización en las telecomunicaciones.

- **La formación integral de los futuros ingenieros de telecomunicación requiere la impartición de conceptos de economía y gestión, con la finalidad tanto de fomentar las vocaciones empresariales y emprendedoras como la progresión profesional hacia la dirección de empresas.**
- **Dentro de esta capacidad se debe enfatizar los conocimientos de legislación y regulación de referencia.**

Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias que los estudiantes deben adquirir (según la planificación de enseñanzas de la orden CIN/352/2009)

## Módulo de Formación básica

- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
  - Sin dejar de ser una asignatura de ciencia básica, trabajar los conceptos matemáticos aplicándolos en la medida de lo posible a la resolución de problemas relacionados con la ingeniería de telecomunicación.
  - Para la parte de estadística y optimización, y la de algorítmica numérica, énfasis en su aplicación a la ingeniería de datos
  - Especial énfasis en el dominio de números complejos
- Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
  - Proporcionar conocimiento en algoritmos de programación y capacidad de uso de los lenguajes de programación requeridos por la profesión de la ingeniería de telecomunicación en cada momento.
  - Énfasis en la integración de datos de diferentes fuentes, y en el modelado, almacenamiento y gestión de datos
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
  - Proporcionar conocimientos básicos de mecánica cuántica enfocados a la posterior comprensión en el Máster en Ingeniería de Telecomunicación de las aplicaciones de comunicación o computación cuántica, dada la relevancia de estas tecnologías para las comunicaciones en un futuro próximo.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.
  - Proporcionar conocimiento sobre la gestión de proyectos de ingeniería, incluyendo herramientas software adecuadas para ello.
  - Conocimientos sobre emprendimiento, creación de empresas de base tecnológica, marcos de financiación.

## Módulo Común a la rama de telecomunicación

- Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.
  - **Énfasis en la búsqueda de información para nutrir bases de datos con intención de su posterior almacenamiento y gestión (ingeniería de datos)**
- Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.
- Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
  - **Se deberá hacer especial hincapié en las necesidades de los sistemas de comunicaciones actuales.**
- Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.
  - **Especial énfasis en la capa física de los sistemas de comunicaciones actuales y en las modulaciones empleadas.**
- Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.
  - **Capacidad para el diseño y planificación de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación en edificios.**
  - **Conocimientos básicos de generación y distribución de electricidad. Conocimientos de dimensionado, seguridad y automatización eléctrica.**
- Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.
  - **Conocimiento de las técnicas fundamentales de la ingeniería del software**
  - **Conocimiento de técnicas básicas de programación paralela**
- Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
- Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.
  - **Capacidad de diseño y síntesis de máquinas de estado algorítmicas y máquinas de interpretación de un repertorio de instrucciones. Interfaz hardware-software, e interfaz binaria de aplicaciones.**
  - **Capacidad de utilización de circuitos integrados para los sistemas basados en microprocesadores y microcontroladores en aplicaciones relacionadas con la ingeniería de telecomunicación.**
- Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.
  - **Capacidad para el diseño y verificación de sistemas digitales basados en dispositivos programables.**

- Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.
- Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.
- Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.
- Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
- Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
  - Incluir el conocimiento de aspectos legales relacionados con la ciberseguridad, la inteligencia artificial, la ciencia de datos y la distribución de contenidos
  - Conocimiento de las normativas de protección de datos

## Módulo de tecnología específica. Sistemas de Telecomunicación

- Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.
  - Conocimiento de las tecnologías y equipos actuales y del manejo de sus especificaciones técnicas.
- Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.
  - Conocimiento de técnicas de indexación de imágenes a partir del contenido

## Módulo de tecnología específica. Telemática

- Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos.
- 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.

- Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis.
- Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.
- Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, commutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.
- Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos.
- Capacidad de programación de servicios y aplicaciones telemáticas, en red y distribuidas.

## Módulo de tecnología específica. Sistemas Electrónicos

- Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.
- Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.
- Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.
- Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.
- Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.
- Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.
- Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.
- Capacidad de analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.

## Módulo de tecnología específica. Sonido e Imagen

- Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado,

almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

- Capacidad de analizar, especificar, realizar y mantener sistemas, equipos, cabeceras e instalaciones de televisión, audio y vídeo, tanto en entornos fijos como móviles.
- Capacidad para realizar proyectos de locales e instalaciones destinados a la producción y grabación de señales de audio y vídeo.
- Capacidad para realizar proyectos de ingeniería acústica sobre: Aislamiento y acondicionamiento acústico de locales; instalaciones de megafonía; especificación, análisis y selección de transductores electroacústicos; sistemas de medida, análisis y control de ruido y vibraciones; acústica medioambiental; sistemas de acústica submarina.
- Capacidad para crear, codificar, gestionar, difundir y distribuir contenidos multimedia, atendiendo a criterios de usabilidad y accesibilidad de los servicios audiovisuales, de difusión e interactivos.
  - **Conocimiento de técnicas de indexación de imágenes a partir del contenido**

## Trabajo fin de grado

- Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

## Anexo II. Resultados del proceso de formación y aprendizaje del Máster de competencias profesionales de Ingeniería de Telecomunicación

En color negro se listan los resultados de aprendizaje de la orden CIN/355/2009, y en color rojo se añade en alguno de esos resultados de aprendizaje algún matiz que permite reinterpretar ese resultado en clave de actualidad. Se recomienda que los nombres de las asignaturas y/o en las unidades temáticas que implementen estos resultados de aprendizaje se incluyan los nombres de tecnologías reconocibles por los estudiantes y los empleadores (por ejemplo internet de las cosas, visión por computador, circulación autónoma, domótica, etc.).

### Módulo de Tecnologías de Telecomunicación

- Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
  - **Capacidad de aplicar técnicas de aprendizaje automático a la clasificación de imágenes y vídeo (con aplicación, entre otros, a la conducción autónoma), así como de eventos sonoros para el reconocimiento de voz y de interlocutores.**
  - **Capacidad de aplicar técnicas de aprendizaje automático a sistemas de comunicaciones (diseño de componentes, estimación y predicción de canal, inteligencia en la red, procesamiento de lenguaje natural ...).**
  - **Capacidad de aplicar herramientas estadísticas para el tratamiento y extracción de conclusiones a partir de los datos (analítica avanzada de datos) en aplicaciones relacionadas con la ingeniería de telecomunicación.**
- Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
- Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
  - **Especial atención a los sistemas de comunicaciones móviles de última generación, a sus aplicaciones (por ejemplo e-salud, industria 4.0, domótica, ciudades inteligentes, comunicaciones entre vehículos ...) y a la convergencia entre sistemas (por ejemplo redes terrestres y no terrestres).**
  - **Conocimiento de los modelos abiertos de redes de acceso por radio (open RAN).**
- Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
  - **Utilización de la simulación de eventos discretos para diseñar, dimensionar y evaluar redes.**
  - **Conocimiento de los distintos entornos inteligentes como por ejemplo la industria 4.0 o internet de las cosas y su aplicación a diversos entornos, incluidos a entornos rurales y de sus peculiaridades.**
- Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.
  - **Conocimiento de los sistemas de seguridad y defensa a nivel hardware.**
- Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
  - **Capacidad para aplicar técnicas de gestión de incidentes de ciberseguridad, así como técnicas de protección y seguridad de sistemas e infraestructuras de comunicaciones.**

- Capacidad para proveer comunicaciones seguras mediante cifrado.
  - Capacidad para utilizar técnicas y aplicaciones de *blockchain* para garantizar la trazabilidad y unicidad de transacciones de comunicación.
- Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.
  - Considerar en el proceso de planificación y toma de decisiones la posibilidad de sustituir algunos componentes hardware por sus equivalentes software (radio definida por software)
- Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermedio y servicios.
  - Capacidad para diseñar aplicaciones y sistemas de internet de las cosas (IoT) e internet de todo (IoE), mediante la selección, integración, programación y comunicación de redes de sensores teniendo en cuenta los campos específicos de aplicación (industria conectada, ciudades inteligentes, entornos de hospitality, ....).
  - Capacidad para diseñar entornos de realidad virtual y aumentada y de seleccionar y configurar dispositivos con este fin.
  - Capacidad para el diseño y construcción de aplicaciones de ocio y entretenimiento usando las tecnologías actuales.
  - Capacidad de diseñar y configurar arquitecturas híbridas de computación (cloud/fog/edge computing).
- Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.
  - Conocimiento aplicado de las tecnologías modernas de virtualización así como de las arquitecturas convergentes y las peculiaridades de las redes móviles de última generación.
- Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.
  - Capacidad de diseñar circuitos de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia para aplicaciones de telecomunicación y computación.
- Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
  - Conocimiento de los lenguajes de verificación hardware.
- Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
  - Capacidad para la realización y verificación de codiseños hardware-software y System-on-a-Chip.
- Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia (hasta los terahercios).
  - Aplicar estos conocimientos avanzados a las tecnologías cuánticas de la comunicación (criptografía cuántica, computación cuántica, teletransportación cuántica, internet cuántico, ...).
  - Especial atención a los conocimientos de fotónica integrada.

- Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.
  - Especial atención a la aplicación de esta instrumentación electrónica para aplicaciones biomédicas.
  - Especial atención a las aplicaciones de estos actuadores/sensores en el despliegue de sistemas ciber-físicos, sistemas de Internet de las cosas y modelos digitales gemelos, además de la robótica industrial y de servicios

## Módulo de Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación

- Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.
  - Destacar también aplicaciones industriales, energías renovables, transporte inteligente, logística y aplicaciones militares y de defensa.
- Capacidad para la elaboración, dirección, coordinación, y gestión técnica y económica de proyectos sobre: sistemas, redes, infraestructuras y servicios de telecomunicación, incluyendo la supervisión y coordinación de los proyectos parciales de su obra aneja; infraestructuras comunes de telecomunicación en edificios o núcleos residenciales, incluyendo los proyectos sobre hogar digital; infraestructuras de telecomunicación en transporte y medio ambiente; con sus correspondientes instalaciones de suministro de energía y evaluación de las emisiones electromagnéticas y compatibilidad electromagnética.
  - Conocimientos básicos de las implicaciones prácticas para el desarrollo de las redes como la reglamentación municipal o la fiscalidad en el sector de las telecomunicaciones.
  - Conocimientos de la legislación vigente, y procedimientos de homologación, certificación y visado de proyectos.

## Trabajo fin de Master

- Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Telecomunicación de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas