

## 2. JUSTIFICACIÓN

### Subapartados

- 2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo
- 2.2. En el caso de los títulos de Máster: Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características
- 2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios. Éstos pueden haber sido con profesionales, estudiantes u otros colectivos

### 2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo.

Las telecomunicaciones constituyen un elemento clave de la Sociedad de la Información, facilitando el acceso e intercambio de información entre personas o máquinas, sistemas e instituciones. No es posible entender el actual progreso socioeconómico sin tener presente el despliegue de redes de comunicaciones cada vez más sofisticadas (fijas, de cable, satélite, móviles, etc.) que, además, dan lugar a un fenómeno de tanta trascendencia social como es la comunicación ubicua, de la cual Internet es un buen ejemplo, y que caracteriza la sociedad moderna. En el futuro, los ingenieros de telecomunicación constituirán una base fundamental necesaria para el funcionamiento de todas las instituciones, ya sea desde dentro de las mismas o formando parte de empresas que generen u ofrezcan servicios adelantados de comunicaciones y contenidos digitales.

La variedad de conocimientos que se imparten en las actuales enseñanzas de Ingeniería de Telecomunicación aportan un valor profesional muy apreciado por la sociedad. Por este motivo resulta necesario mantener esta variedad en la nueva estructura propuesta para las enseñanzas de grado y máster, aplicando un modelo que permita su evolución en el tiempo y su adaptación a las condiciones siempre cambiantes del sector de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.

En otros países europeos que ya han realizado la adaptación al EEES ha quedado patente la necesidad de formar ingenieros e ingenieras con una orientación generalista y capaces de elaborar, dirigir, coordinar y gestionar proyectos multidisciplinares que integren las tecnologías y sistemas propios de la ingeniería, así como capaces de afrontar nuevos retos de la ingeniería, la búsqueda, el desarrollo y la innovación. Esta necesidad no surge de la universidad si no de las empresas, por ejemplo de servicios y aplicaciones de telecomunicación, de consultoría o las operadoras.

El perfil de un graduado en el Máster de Ingeniería de Telecomunicación debe tener las habilidades y las competencias en sistemas de telecomunicación, telemática, electrónica y sistemas audiovisuales. Por este motivo la ETSETB-UPC quiere seguir el modelo de otras universidades europeas y americanas y ofrecer este perfil de formación.

Por otro lado, esta eclosión de la telecomunicación como tecnología de referencia del sector de servicios generales, favorece la aparición de unos nuevos escenarios de trabajo y de producción cada vez más multidisciplinares, en los que los Ingenieros de Telecomunicación tiene que aplicar sus conocimientos técnicos e interactuar con otros profesionales de ámbitos cada vez más diversos, como el de la salud, en el de los sistemas de transporte inteligente, la logística y la movilidad, el agropecuario y de la industria agroalimentaria, las infraestructuras del transporte aéreo, marítimo y ferroviario, el de los sistemas de control y seguridad de instalaciones, servicios y transacciones electrónicas, y otros ámbitos de más reciente creación y en fuerte expansión como el de las "Smart Cities" y la Urbótica, entre otros.

La especialización en estos ámbitos interdisciplinares de los diferentes grupos de investigación de la EETAC y el hecho de ubicarse en el Parque Mediterráneo de la Tecnología, compartiendo espacio con la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, los centros tecnológicos y de investigación y las empresas presentes en el Parque, añadiendo su proximidad al aeropuerto de Barcelona, al parque logístico de la Zona Franca y al Puerto de Barcelona, ha favorecido la creación de sinergias entre los centros universitarios y empresas e instituciones mediante el desarrollo de proyectos de investigación y de transferencia de tecnología de telecomunicación en ámbitos muy multidisciplinares.

El aprendizaje por proyectos, el trabajo cooperativo y el fomento de los proyectos de emprendimiento y de creación de empresas, ha sido la “marca de fábrica” que ha caracterizado la EETAC en la impartición desde el año 2001 del segundo ciclo de Ingeniería de Telecomunicación, por lo que consideramos que dicha experiencia es extrapolable al nuevo máster universitario en Ingeniería de Telecomunicación que proponemos.

Por otro parte, este carácter interdisciplinar ya se ha demostrado con los títulos de Máster oficial que venimos impartiendo “Master in Aerospace Science and Technnology”, “Master in Telecommunications Engineering and Managemet” y con el de “Master in Geomatics and Navigation” que pondremos en marcha el curso 2013-2014, y con los títulos propios de Master in Smart Health Innovation, y “Master in Airports and Air Navigation”, por lo que esta experiencia junto a la metodología docente comentada, es la que queremos trasladar a esta nueva titulación de Máster en Ingeniería de Telecomunicación, que partiendo del aprendizaje riguroso de las tecnologías de telecomunicación y de la gestión de proyectos tecnológicos que especifican las órdenes ministeriales, podamos potenciar el desarrollo de esta componente multidisciplinar y transversal que deben desarrollar los estudiantes para afrontar con éxito los retos que deberán afrontar a lo largo de su vida profesional en un entorno diverso y cambiante, en el que la telecomunicación será la tecnología indispensable para su desarrollo.

Es por ello que la EETAC quiere formar titulados y tituladas capaces de aplicar las Tecnologías de la Información y Comunicaciones a:

- Sociedad Inteligente (smart cities/grid/health/...) y calidad de vida y bienestar de las personas (hogar digital, mobile content/health/ .., e salud/inclusión/ ...)
- Transporte público y de mercancías (logística, smart transportation, mobile travel, ...)
- Desarrollo tecnológico del sector Agroalimentario
- Infraestructuras de Navegación Aérea
- Turismo (Sistemas de Información Geográfica, tracking del turista, ...)

### **Experiencias anteriores de la universidad en la impartición de títulos de características similares.**

#### **ETSETB (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona):**

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB) fue creada en Noviembre de 1971 dentro de la Universidad Politécnica de Catalunya. La ETSETB-UPC es la segunda escuela que empezó a impartir la titulación superior de Ingeniería de Telecomunicación en España; y ha sido referente y cuna de muchas de las escuelas de ingeniería e ingeniería técnica de telecomunicación que se crearon en el territorio español a partir de finales de la década de los 80.

La misión de la escuela es formar ingenieros competentes en los campos de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Hasta el momento, esto se ha llevado a cabo mediante la impartición de dos titulaciones de Ingeniería: La titulación en Ingeniería de Telecomunicación, con dos especialidades (Comunicaciones y Telemática) y la titulación de Ingeniería Electrónica.

La titulación actual de Ingeniería de Telecomunicación tiene su origen en el plan de estudios que se cursa desde 1992. Las materias que se ofrecen tienen dos componentes esenciales, una sólida formación en ciencias básicas y una formación que abarca un amplio abanico de áreas de la telecomunicación. En este plan de estudios, de los 265,5 créditos obligatorios y troncales, 97.5 créditos actuales son de comunicaciones, 40,5 de electrónica y 34,5 de

telemática. Con la oferta de asignaturas optativas y trabajos de fin de carrera los estudiantes deben cursar 72 créditos entre optativas y PFC. La especialización abarca prácticamente la totalidad del último curso de la carrera actual.

Toda la información referente a los planes de estudio actuales se encuentra en la siguiente dirección:

[http://www.etsetb.upc.es/es/info\\_sobre/estudios/ing\\_telecos/](http://www.etsetb.upc.es/es/info_sobre/estudios/ing_telecos/)

En Cataluña, más del 95% de los ingenieros e ingenieras de telecomunicación se han formado en ETSETB-UPC. A modo indicativo de la calidad de los estudios impartidos hasta la fecha en ETSETB, puede mencionarse que nuestros titulados son muy apreciados por las empresas del sector por diversos aspectos de la formación que reciben. En general se valora muy positivamente la formación tecnológica recibida y las competencias genéricas de razonamiento crítico y resolución de problemas. Los idiomas son también pieza clave en la formación para facilitar la ocupación: en la ETSETB-UPC se ofrece formación en inglés y la posibilidad de hacer intercambios internacionales y la inmersión en otras culturas.

Si se quiere destacar algunos aspectos diferenciales respecto a otras escuelas españolas resaltaríamos los siguientes:

- Alta cualificación y experiencia del profesorado tanto en el ámbito docente como en el de investigación.
- El prestigio de las universidades y escuelas de ingeniería extranjeras con las que se tienen acuerdos de movilidad: Ecole Polytechnique de Paris, Telecom Paris, RWTH Aachen, TU Darmstadt, KTH de Estocolmo, Politecnico di Torino en Italia, etc. Además se están estableciendo convenios con países asiáticos y actualmente, algunos estudiantes realizan su proyecto de fin de carrera (PFC) en la Beijing Institute of Technology.
- La gran oferta de convenios de prácticas remuneradas con empresas del sector. De todos los PFC realizados en empresas, alrededor de 30 se corresponden con estudiantes que lo desarrollan en una empresa extranjera.
- La calidad de las clases prácticas y un porcentaje elevado de créditos prácticos (21,4 % para la titulación de Ingeniería de Telecomunicación). Esfuerzo presupuestario importante en adquisición y mantenimiento de los equipos de laboratorio.
- Amplia oferta de asignaturas optativas que permite la especialización en muchos ámbitos.
- Promoción del asociacionismo y vida universitaria extraacadémica.

La ETSETB-UPC siempre aparece en primera o segunda posición (que se disputa con la ETSIT de la UPM) en el ranking de "El Mundo", único ranking que compara anualmente centros según las titulaciones ofrecidas.

A nivel de investigación, la producción científica en el campo de la tecnología electrónica y de las comunicaciones sitúa a la ETSETB en primer lugar en el ranking iberoamericano de instituciones de investigación

<http://investigacion.universia.net/isi/isi.html>

Por otro, la ETSETB-UPC se ha preparado para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior fundamentalmente con dos iniciativas impulsadas desde la propia escuela.

En primer lugar, la ETSETB-UPC participó en los planes pilotos de adaptación al EEES impulsado por la Generalitat de Catalunya con la impartición del Master of Science in Information and Communication Technologies. Este Máster que se inició en el curso 2004-2005 y que actualmente es oficial, ha resultado una experiencia exitosa y muy positiva tanto para los estudiantes como para el profesorado. A parte de las competencias específicas, el Máster ha sido muy útil para trabajar distintos aspectos, especialmente los relacionados con la implantación de nuevas metodologías docentes, con la incorporación planificada de competencias genéricas y con la medida, en ECTS, de la carga de trabajo del estudiante.

### **EETAC (Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels):**

En septiembre de 1991 se creó la Escuela Universitaria Politécnica del Baix Llobregat (EUPBL) con sede provisional en Sant Just Desvern, un centro de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en el cual se empezó a impartir la titulación de **Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Sistemas de Telecomunicación**, introduciendo una nueva metodología docente basada en la adopción de un sistema de evaluación continuada con una estructura cuatrimestral pura, sin exámenes de septiembre, con grupos de tamaño reducido, con un alto grado de experimentalidad mediante la inclusión de asignaturas íntegramente de laboratorio, e incorporando en el plan de estudios una asignatura de Técnicas de Comunicación Oral y Escrita.

En el año 1996, el director de la escuela, D. Javier Bará Temes, fue galardonado por la Generalitat de Catalunya con la distinción Jaume Vicens Vives por su "contribución en la puesta en marcha de la EUPBL, líder en la aplicación de la evaluación continuada de los estudiantes y que sirve de referencia por sus proyectos de mejora de la calidad docente".

En el curso 2000-2001 se puso en marcha la titulación de **Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Telemática** y, durante el curso siguiente, la Escuela se trasladó al nuevo **Campus del Baix Llobregat** de la UPC y pasó a denominarse **Escuela Politécnica Superior de Castelldefels (EPSC)**. En ese curso se comenzó a impartir también el **Segundo Ciclo de Ingeniería de Telecomunicación**, con un plan de estudios organizado según el modelo *Project Based Learning (PBL)*.

Esta titulación fue subvencionada por la Dirección General de Universidades, entendiéndose que se trataba de una estructura de plan de estudios ambiciosa e innovadora (bloques multidepartamentales, aprendizaje basado en proyectos, liderazgo, autoaprendizaje, técnicas de trabajo en grupo y elaboración de proyectos, bloques impartidos desde el primer día completamente en inglés, etc.).

Su plan de estudios obtuvo dos galardones en el año 2004. El 7º premio a la Calidad de la Docencia Universitaria, otorgado por el Consejo Social de la Universidad Politécnica de Cataluña, y la Distinción Jaume Vicens Vives a la Calidad de la Docencia Universitaria en la modalidad colectiva, distinción otorgada por la Generalitat de Catalunya.

Ese mismo año, la escuela recibió una de las 7 becas que Hewlett Packard donó a las universidades europeas para fomentar el uso de portátiles y WiFi en entornos docentes. La beca consistió en 44 ordenadores portátiles, impresoras, puntos de acceso y proyectores de video que se utilizaron en la titulación de segundo ciclo (cada 5 estudiantes recibieron 2 portátiles en régimen de préstamo durante todo el segundo ciclo).

En el curso 2002-2003 se comenzó a impartir en la escuela la titulación de **Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad en Aeronavegación**, titulación que obtuvo el reconocimiento por parte de la Asociación de Ingenieros Aeronáuticos de España con la concesión a la escuela del Premio Flyer 2005, en la categoría de Centros de formación aeronáutica.

En el año 2006, la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Catalunya (AQU Catalunya), con motivo de su 10º aniversario, concedió a la EPSC la Distinción de calidad a las políticas de aseguramiento de la calidad por su proyecto "Sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001, de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la Universidad Politécnica de Catalunya" y un Accésit a la distinción de calidad en la adaptación de las titulaciones al EEES, por su proyecto "Prueba piloto de adaptación al EEES en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels de la Universidad Politécnica de Catalunya".

Desde el curso 2006-07, la escuela ofrece el **Máster in Telecommunication Engineering&Management (MASTEAM)**, dentro del catálogo de másteres oficiales de la Universidad Politécnica de Catalunya y, desde el curso 2007-08, el **Master in Aerospace Science and Technology (MAST)**.

El MASTEAM, que es un máster de 120 ECTS y dos años de duración, es una adaptación/reconversión del segundo ciclo de telecomunicación que se imparte en la Escuela.

El curso 2009-10 fue el de la adaptación a los grados de los estudios de telecomunicación. Así comenzó a impartirse el **Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación** y el **Grado en Ingeniería Telemática**, que sustituyeron las Ingenierías Técnicas del mismo nombre.

En el curso 2010-11, se adaptan los estudios de aeronáutica. Así el **Grado en Ingeniería de Aeronavegación** sustituye la Ingeniería Técnica del mismo nombre y se crea el **Grado en Ingeniería de Aeropuertos**.

El 11 de noviembre de 2010, la Escuela cambió su nombre de EPSC, por el de **Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels (EETAC)**. Dos fueron los motivos de este cambio: adecuarse a la LOMLOU que marca la desaparición de las denominaciones de "Técnica" y "Superior" y hacer explícito en el nombre de la Escuela sus ámbitos de actividad.

Para el curso 2013-14 está previsto que comience a impartirse el **Master's degree in Geomatics and Navigation (GEONA)**. Dicho título ya está verificado.

Por otro lado, en este curso 2012-13 se ha iniciado la impartición del **Master in Smart Health Innovation** (título propio).

Este último máster va dirigido a titulados universitarios en el área de la salud, economistas, directivos y profesionales en la gestión del sector sanitario, titulados universitarios en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y profesionales de las telecomunicaciones y de la informática. Pretende formar un perfil profesional transversal que aglutine los conocimientos de las áreas de la telemedicina para facilitar la gestión eficiente de proyectos y su implementación como unas soluciones reales e innovadoras en el mercado. Este máster, centrado en la innovación en la Salud, nace del convenio de colaboración entre la Fundación Instituto de Investigación de la Santa Creu i Sant Pau, el Hospital Clínico y Provincial de Barcelona, la Fundación i2CAT, la Fundación TIC Salud y la Universidad Politécnica de Catalunya.

Toda la información referente a los planes de estudio actuales de las diferentes titulaciones de grado y máster se encuentra en la siguiente dirección:

<http://aerotelecom.eetac.upc.edu/els-estudis>

Además de las titulaciones antes citadas, en las instalaciones de la EETAC se llevará a cabo la formación de controladores aéreos, según consta en el certificado de referencia PFATC-12, por el que la Agencia Estatal de Seguridad Aérea del Ministerio de Fomento certifica a la Universidad Politécnica de Catalunya como organización de formación de controladores aéreos.

La investigación en la EETAC se realiza predominantemente en los campos de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) y la Aeronáutica: diseño de sistemas de comunicación en soporte físico o sin hilos, dispositivos activos de microondas, sensores inteligentes, redes de banda ancha, seguridad en redes, comunicaciones por satélite, navegación aérea, astronomía, fotónica y electrónica, materiales, fluidos y microgravedad. La información de los diferentes grupos de investigación se encuentra en la dirección:

<http://eetac.upc.edu/ca/recerca>

Conscientes de la problemática que supone la falta de acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para promover un desarrollo más igualitario en los países del sur, entendiendo la tecnología como un catalizador que permite mejoras en diferentes ámbitos como la educación o la sanidad, en el año 2003 nació, a iniciativa de varios profesores, estudiantes y personal de la EETAC, la asociación '**Telecos sin fronteras**' (TSF).

TSF es una organización no gubernamental (ONG) sin ánimo de lucro, que tiene como finalidad trabajar para reducir la llamada brecha digital en aquellos países menos favorecidos. Hasta la fecha se han desarrollado proyectos en Perú y Nicaragua. Más información de esta organización se puede encontrar en:

<http://www.telecossensefronteres.org/es/>

Otra asociación de estudiantes es el **Fórum Aero-Telecom** que, entre otras actividades, organiza desde el año 2011 el **Fórum Aero-Telecom** que da nombre a la asociación y que tiene como principal objetivo establecer vínculos entre el estudiantado y las empresas e instituciones del sector aeronáutico y de telecomunicaciones.

La EETAC, conjuntamente con la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, configuran el **Campus del Baix Llobregat**, que incluye también el Edificio Campus. Este edificio incorpora una sala multifunción para estudiantes (sala de estudios y comedor-cocina), zona de restauración, espacio para asociaciones y una moderna Biblioteca.

El Campus del Baix Llobregat acoge el Clúster agro@limentario de la Universidad Politécnica de Catalunya, Clúster formado por 21 grupos de investigación (entre los que se incluyen algunos de la EETAC), institutos y entes vinculados a la UPC. Su propósito es fomentar y promover la colaboración entre el sector tecnológico y el sector agroalimentario, para impulsar y potenciar la investigación y la innovación.

El **Campus del Baix Llobregat** está integrado en el **Parque Mediterráneo de la Tecnología (PMT)**, parque que tiene una superficie de 38 Ha y aloja centros de investigación y empresas, además de una residencia (Alojamientos Pius Font i Quer) inaugurada en otoño del 2011.

En la primavera del 2012 se ha inaugurado el edificio RDIT, de 10.000 m<sup>2</sup>, destinado a acoger proyectos de colaboración universidad-empresa y compañías de base tecnológica. El PMT también acoge una **Incubadora de base tecnológica**, que, entre otros objetivos, tiene la promoción y soporte de la innovación tecnológica y de nuevas iniciativas empresariales en el parque.

El listado de empresas y de centros tecnológicos y de investigación que tienen su sede en el PMT se puede consultar en la siguiente dirección:

<http://eetac.upc.edu/ca/escola>

Por lo que respecta a los principales indicadores, la tasa de graduación promedio en los últimos cursos en los estudios de Ingeniería de Telecomunicación (2º ciclo) + MASTTEAM, ha sido del 70%, la tasa de abandono del 5% y la de eficiencia del 90%.

Un 47% de los estudiantes matriculados en estas titulaciones en el curso 2010-11 realizaron prácticas en un total de 47 empresas, un 17.5% de los trabajos final de carrera o máster presentados el curso 2010-11 fueron realizados en empresa y un 44% de los titulados realizó una estancia académica internacional equivalente a un cuatrimestre como mínimo.

El nivel de satisfacción de los titulados con la formación recibida es alto, según se desprende de la encuesta de inserción laboral realizada por AQU Catalunya a los titulados de la promoción del 2007. Todos están en situación activa y prácticamente el 70% encontró trabajo antes de finalizar sus estudios.

Por lo que respecta a la movilidad "incoming", indicar que un 15% de los estudiantes que cursan actualmente el MASTTEAM son extranjeros.

Por último, presentamos a continuación algunos ejemplos que demuestran que profesores, titulados y estudiantes de nuestra escuela ya han trabajado aplicando las TIC a los ámbitos enumerados anteriormente en la justificación del itinerario EETAC.

- [La optatividad de los grados de telecomunicación de la EETAC, centrada en las smart cities](#)
- [Estudiantes de la EETAC participan en un proyecto de l'ONG Telecom Sense Fronteres](#)
- [Profesores y estudiantes de la EPSC diseñan un laboratorio para experimentar en técnicas de Inteligencia Ambiental](#)
- [i2Health: las TIC al servicio de la sanidad, con participación de titulados/das de la EETAC](#)
- [Estudiantes y titulados de la EETAC desarrollan un sistema de visitas on-line para el Hospital Sant Joan de Déu](#)
- [La EETAC desarrolla un detector inteligente para buscar aparcamiento](#)
- [Estudiantes de la EETAC desarrollan un asistente para la conducción basado en Android](#)
- [Un grupo de investigación de la EETAC participa en un proyecto de transmisión inalámbrica en condiciones de alta velocidad en el circuito de Montmeló](#)
- [La Vanguardia se hace eco de la EPSC y el nuevo Clúster Agroalimentario de la UPC](#)
- [Profesores de la EETAC participan en la red CONNECT-Aeroespace](#)
- [La tesis doctoral del profesor de la EETAC Xavier Prats, premiada](#)
- [Estudiantes de la EETAC de segundo ciclo/Mastteam presentan sus proyectos al 22@](#)
- [La Fundación i2CAT crea su primera 'spin-off' para soluciones audiovisuales](#)
- [Fractus creada por el profesor de la EETAC Carles Puente gana un importante litigio de patentes en los EEUU](#)
- [El proyecto aaaida del spin-off de la EETAC Alteraid en 'El Mundo'](#)
- [Un profesor de la Escuela invitado a impartir una ponencia en el ámbito del Wireless Sensor Networks](#)
- [Acto inaugural del encuentro internacional de expertos en comunicaciones móviles en la EETAC](#)
- [Profesor de la EETAC publica especificación de Internet](#)
- [Titulado de la Escuela participa en el desarrollo del Samsung Galaxy SIII](#)
- [Estudiante de la EETAC desarrolla videojuego para iPhone y Android](#)
- [El estudiante de la EETAC Mario Rico gana el premio Cátedra CMT-UPC](#)

- [Proyecto Visión: telepresencia inmersiva de la mano de la EETAC](#)
- [El estudiante de la EETAC Armand Ruiz finaliza con éxito su participación en el The Extreme Blue de IBM](#)
- [El proyecto de un profesor y un estudiante de la Escuela finalista en el concurso .idea de Ecotendências CosmoCaixa](#)
- [3r premio del Concurso de Ideas de negocio del Programa Innova para un proyecto de un profesor y estudiantes de la EPSC](#)

### **Datos y estudios acerca de la demanda potencial del título y su interés para la sociedad:**

Según la Asociación Multisectorial de empresas TIC (AMETIC), el hipersector TIC se caracteriza por una enorme diversidad de productos y servicios de alto contenido tecnológico y por constituir un mercado en constante y rápida evolución y ampliación, debido a los avances de la tecnología. Se trata de un sector complejo y determinante a la hora de impulsar las economías de los países avanzados, incidiendo sus avances en diversos aspectos de la vida social y económica de un país, constituyendo un soporte horizontal a otros sectores productivos, lo que lo convierte en un sector estratégico para el desarrollo industrial y social de los países.

[http://www.ametic.es/download/documents/Mapa%20Hipersectorial%20AMETIC\\_abril2012.pdf](http://www.ametic.es/download/documents/Mapa%20Hipersectorial%20AMETIC_abril2012.pdf)

Numerosos estudios y datos aparecidos en prensa en los últimos años constatan como la evolución tecnológica se traduce en una demanda muy elevada de profesionales en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación. En este sentido, la encuesta de inserción laboral 2011 realizado por la Agencia de Calidad Universitaria de Cataluña (AQU Catalunya), muestra que el 96,1% de los titulados graduados en 2007 está trabajando, de los cuales el 87,4% encontró trabajo en menos de tres meses, el 11,2% tardó entre tres meses y un año y solo un 1,4% tardó en obtener trabajo más de un año. Además, respecto a los estudiantes de los dos últimos cursos de la carrera, la encuesta indica que un 59,2% estudia y trabaja en empleos relacionados con la titulación, un 33% estudia a tiempo completo y solo un 7,8% compagina el estudio con el trabajo en empleos no relacionados con la titulación.

[http://www.aqu.cat/uploads/insercio\\_laboral/enquesta2011/grafics\\_tecnica.html](http://www.aqu.cat/uploads/insercio_laboral/enquesta2011/grafics_tecnica.html)

Estos resultados no están muy lejos de los recogidos en el PESIT VI, estudio realizado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) en el año 2004 y publicado en 2005, que sitúa la ocupación en España de los Ingenieros de Telecomunicación en el 91,5%, con una tasa de paro del 5,1% y los inactivos del 3,3%. En Cataluña, el citado estudio concluye que la tasa de empleo era del 97%, un 2,2% estaban en paro y un 0.8 % estaban inactivos [http://www.coit.es/index.php?op=estudios\\_214](http://www.coit.es/index.php?op=estudios_214)

Según otro estudio realizado por AETIC sobre el hipersector TIC en 2007, el empleo directo creció un 3% respecto al año 2006, con un total de 224910 personas.

Por tanto, con los datos aportados llegamos a la conclusión de que la empleabilidad de los titulados TIC y en particular de los ingenieros de telecomunicación es muy buena.

### **Relación de la propuesta con las características socioeconómicas de la zona.**

Cataluña, y en particular el área metropolitana de Barcelona, es una de las zonas económicas más dinámicas en España. En el caso particular de las TIC, según el estudio del FOBSIC mencionado anteriormente, existen 9412 empresas del sector en Cataluña que realizan sus actividades en cuatro grandes áreas: fabricación de equipos informáticos; fabricación de material electrónico, de equipos y aparatos de radio y televisión; servicios de telecomunicaciones; y actividades informáticas, siendo este último grupo el más numeroso. El mismo estudio señala que el 13,3% de las empresas que no son propias del sector TIC también emplean a profesionales TIC.

Cataluña quiere decididamente apostar por las TIC. Así, según el Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM), los sectores estratégicos definidos por la Generalitat de Catalunya se muestran en la figura siguiente.

	Mobilitat	Tèxtil	Disseny i ind creatives	Electr.-TIC	Ciències de la vida	Materials i maquinària
S E C T O R	<i>Automoció</i>	Textil industrial	Arts Gràfiques	<i>Electrònica</i>	<i>Biotecnologia</i>	Metall- Mecànic
	Aeroespai	Adoberia		TIC	Farmàcia	Bens d'Equip
	Motocicletes			Audiovisual	Química Fina	Plàstic
	<i>Ferroviani</i>				Alimentació	Acabats Superficials
		Moda i Marca			<i>Tecnologies mèdiques</i>	

En itálica se marcan los sectores que se identificaron propios del ámbito y algunos sectores complementarios como campo de aplicación.

En cuanto a ámbito local, los *Clusters* del 22@ de la ciudad de Barcelona que se definen como polos de interés estratégico son los siguientes:

- Media
- TIC
- TecMed
- Energía
- Textil moda

Más recientemente ha nacido **idigital** (<http://www.idigital.cat/home>). En esa página web se indica que **Idigital** es "la estrategia del Gobierno de la Generalitat de Catalunya que tiene como objetivo generar un polo de innovación digital en nuestro país, para fomentar el crecimiento económico, la competitividad empresarial y la ocupación de calidad".

También se dice que el objetivo que se persigue es "hacer realidad una Catalunya digital, plenamente integrada en Europa, y con una clara visión internacional, que lidere el desarrollo de la Sociedad de la Información y ponga sus beneficios al servicio de la ciudadanía y la empresa catalana" y que, para conseguir este propósito, se utilizarán "los clústeres empresariales y anillos sectoriales como instrumentos para diseñar y desplegar las políticas de soporte a la empresa con el impulso de las denominadas **5 i's (Innovación, Internacionalización, Inversión, Infraestructuras e Inclusión)**, que se convertirán en el eje vertebrador de nuestra actividad".

Siete son los clústeres que se identifican:

- Enseñanza
- Salud y bienestar
- Seguridad
- Movilidad
- Contenidos digitales
- Turismo
- Smart Cities

La Universidad Politécnica de Catalunya y la Fundación i2CAT, son entidades adheridas al Consejo TIC de Catalunya y entidades colaboradoras del **idigital**.

En el mes de julio de 2012 se ha publicado la convocatoria para dobles titulaciones del Eurocampus Pirineus Mediterrània. El Eurocampus Pirineus Mediterrània, 1er campus europeo en número de estudiantes, materializa desde hace tres años la cooperación

Euroregional entre Catalunya, Illes Balears, Midi-Pyrénées i Languedoc-Roussillon, en el marco de la educación superior, la investigación y la innovación.

Esta convocatoria para dobles titulaciones trata de potenciar la cooperación universitaria en el Eurocampus mediante la creación de dobles titulaciones binacionales, de manera prioritaria pero no exclusiva, en el marco de las tecnologías al servicio de la salud, de la agroalimentaria, de la gestión sostenible del agua y de energías renovables.

Así pues, el entorno socioeconómico de las dos escuelas es muy adecuado a la formación en TIC y es clave para el desarrollo de las empresas del entorno.

### **Justificación de la existencia de referentes nacionales e internacionales que avalen la propuesta:**

En el siguiente apartado de este mismo punto de la propuesta, se detallan los referentes externos tenidos en cuenta que avalan la propuesta de titulación de Máster en Ingeniería de Telecomunicación.

### **Adecuación de la propuesta a las normas reguladoras del ejercicio profesional vinculado al título:**

El objetivo de esta titulación es formar a los estudiantes para que adquieran las competencias necesarias para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación, de acuerdo con lo dispuesto en la Orden Ministerial CIN/355/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación (BOE 20.2.2009).

## **2.2. En el caso de los títulos de Máster: Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales e internacionales para títulos de similares características**

A continuación se resumen las principales características de títulos de máster en el ámbito de la ingeniería de telecomunicaciones ofertados por las mejores universidades internacionales.

### **Másteres Internacionales**

- **Massachusetts Institute of Technology**  
Oferta un máster en *Engineering in Electrical Engineers and Computer Science* de 150 ECTS, de los cuales un mínimo de 60 ECTS corresponden a asignaturas de una especialidad concreta (mismo Departamento) y deben realizar una Tesis de máster de mínimo 10 ECTS.

Algunas de las materias ofertadas son: Inteligencia Artificial, Circuitos, Comunicaciones, Sistemas de Ordenadores, Control, Interfaces gráficos y humanos, Materiales, Dispositivos y Nanotecnología, Métodos Numéricos, Óptica-Electromagnetismo y Energía, Señales y Sistemas.

- **Stanford University**  
Oferta un máster de 75 ECTS, de los cuales 72 ECTS corresponden a asignaturas del Departamento de Electrical Engineering (equivalente a Telecomunicaciones). No se exige Tesis de máster, pero en las asignaturas propias del máster se exige una nota mínima equivalente de 70 sobre 100.

Algunas de las materias ofertadas son: Electrónica integrada, Ingeniería de Sistemas, Bioingeniería, Fotónica/Electromagnetismo, Sistemas de Información, Sistemas HW/SW, Energía y Entorno.

- **University of California-Berkeley**

Oferta dos másteres de un año de duración y 80 ECTS: Master of Science in Engineering y Master of Science in Computer Science. Ambos másteres tienen la misma estructura: cursos de concentración técnica, cursos sobre liderazgo y experiencia en proyectos.

Los cursos de concentración incluyen: Electrónica (estado del arte y técnicas de diseño de circuitos integrados), Robótica y SW empotrado (procesos de control, automoción, instrumentación médica, etc.); Procesado de Señal y Comunicaciones (Comunicaciones, móviles, redes de ordenadores, procesado de video, multimedia, procesado biomédico, etc.).

- **Columbia University**

Ofrece un programa integrado de grado/máster en Electrical Engineering. Se requiere una nota de 75/100 para acceder. El programa de máster está compuesto por 60 ECTS de los cuales 30 ECTS deben de ser de cursos del propio máster, 12 ECTS como máximo de actividades de investigación y 6 ECTS en cursos diferentes de ingeniería y ciencia.

Los estudiantes pueden diseñar su propio CV o seguir itinerarios de concertación ya establecidos. Estos itinerarios son: Redes Multimedia, Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Multimedia, Ingeniería en Fotónica, Comunicaciones Móviles e Inalámbricas, Circuitos de Microelectrónica, Sistemas de Biología y Neuro-ingeniería.

- **Georgia Institute of Technology**

Oferta un máster en Electrical & Computing Engineering (ECE) de 50 ECTS. Hay dos versiones del mismo dependiendo si incorpora o no tesis de máster.

En el caso de incorporar tesis de máster los 50 ECTS se dividen en 10 ECTS en cursos de máster de la especialidad elegida, 10 ECTS en cursos no ligados a ingeniería, 10 ECTS en cursos de máster diferentes de Electrical and Computer Science (habitualmente son cursos de matemáticas) y 20 ECTS dedicados a la tesis de máster.

En el caso de no incorporar la tesis de máster, entonces el reparto de los 50 ECTS es el siguiente: 15 ECTS en cursos de máster de la especialidad elegida, 15 ECTS en cursos no ligados a ingeniería, 10 ECTS en cursos de máster diferentes de Electrical and Computer Science (habitualmente son cursos de matemáticas) y 10 ECTS de materias optativas.

Las áreas de especialización son: Telecomunicaciones, Electromagnetismo, Ordenadores, Procesado de Señal, Sistemas de Control, Microelectrónica, Óptica y Fotónica.

- **Mc Gill University**

Como en el caso anterior, oferta un máster de 80 ECTS en dos versiones, con tesis de máster y sin tesis de máster.

En el caso de incorporar tesis de máster, los 80 ECTS se dividen en 32 ECTS distribuidos en 6 cursos de máster y 48 ECTS para la realización de una tesis de máster que es evaluada externamente. Este tipo de máster está orientado a la investigación.

En el caso de no incorporar la tesis de máster, entonces el reparto de los 80 ECTS es el siguiente: 47 ECTS distribuidos en 9 cursos de máster y entre 20 a 32 ECTS en un proyecto evaluado internamente.

Las áreas de especialización son: Electromagnetismo, Circuitos y sistemas integrados, Sistemas inteligentes, Dispositivos nanoelectrónicos y materiales, Sistemas fotónicos, Ingeniería de potencia, Sistemas y control, Telecomunicaciones y Procesado de señal.

- **University of Toronto**

Oferta un máster en Ingeniería de duración 1 año a tiempo completo. Deben cursarse 9 cursos de los cuales 6 corresponden a materias técnicas (3 obligatorias y 3 optativas) y un máximo de 3 cursos sobre liderazgo y gestión. Además, al menos 3 cursos deben corresponder al área de especialización elegida. Existe la opción de incluir un proyecto, en cuyo caso sólo se deben completar 6 cursos técnicos.

Las áreas de especialización son: Ingeniería biomédica, Comunicaciones, Ingeniería de los ordenadores, Electromagnetismo, Electrónica, Sistemas de energía, Fotónica y Sistemas de control.

- **University of Auckland**

Oferta un Máster en Ingeniería de duración 1 año a tiempo completo y la opción de incluir un proyecto de investigación de corta duración. Está estructurado en 60 ECTS, de los cuales 15 ECTS corresponde a asignaturas de un ámbito distinto al de la ingeniería de telecomunicación (Electrical and electronic engineering) y en su caso 22,5 ECTS corresponden al proyecto de investigación. El resto de los créditos deben cursarse en asignaturas del ámbito de la ingeniería de telecomunicación.

Las áreas de especialización son: Bioingeniería, Ingeniería de Sistemas de Ordenadores, Ingeniería eléctrica y electrónica (equivalente a ingeniería de telecomunicaciones), Ingeniería del software.

- **Korea Advanced Institute of Science and Technology**

Ofrece dos másteres, uno en Tecnología de la Información y otro en Ingeniería Electrónica. La estructura de ambos másteres es equivalente. El estudiante debe cursar al menos 33 créditos de asignaturas y otros 33 créditos de tesis de máster. Además, hay 3 créditos de cursos generales y deben aprobar dos cursos sobre ética y seguridad.

La diferencia entre ambos másteres está en las especialidades posibles. En el caso del máster de Tecnología de la Información se ofertan catorce especialidades que incluyen: Computación Ubicua y Sistemas Empotrados, Seguridad de la Información, Innovación, Ingeniería del SW, Inteligencia Artificial, Sistemas de Ordenadores, Biosistemas, Ciencias Básicas y Tecnología, Internet, Comunicaciones Ópticas, Comunicaciones Multimedia y Procesado, Comunicaciones Móviles, Radio y Electrónica, Sistemas integrados en Chip.

Por su parte, el máster de Ingeniería Electrónica oferta 11 especialidades que incluyen entre otras: Comunicaciones y Redes, Sistemas de Control, Nanodispositivos y Sistemas Integrados, Ordenadores y Sistemas en Chip, Sistemas de Información y Sistemas Inalámbricos y Ópticos.

- **Hong Kong University**

Oferta un máster en Ingeniería (Master of Science in Engineering) en el que los estudiantes deben seguir 12 cursos de los que al menos 8 deben corresponder a materias del área de su especialidad.

Se han definido 8 áreas de especialización que se listan a continuación: Comunicaciones, Redes y ingeniería de ordenadores, Sistemas de control y bioingeniería, Electrónica, Energía eléctrica, Matemáticas para ingeniería, Ingeniería de la gestión y Tecnologías no contaminantes (Green Technology).

- **Technical University Munich**

Oferta tres másteres en Electrical Engineering and Information Technology, Communications Engineering y Systems of Information and Multimedia Technology – SIM, todos ellos de 120 ECTS.

En el máster en Electrical Engineering and Information Technology el alumno puede escoger entre 100 cursos diferentes, que incluyen entre otras las siguientes áreas de especialización: Ingeniería de potencia, Ingeniería de la información y las comunicaciones, Electrónica, Automática, y debe realizar 12 ECTS de prácticas relacionadas con la investigación.

El máster de Communication Engineering, es un programa de dos años divididos en cuatro semestres, incluyendo 3 semestres de estudios, un intercambio de 9 semanas en empresa y una tesis de máster de un semestre de duración (30 ECTS). El alumno debe cursar 36 ECTS de asignaturas obligatorias, otros 36 ECTS de asignaturas optativas, 6 ECTS de seminarios, 12 ECTS de prácticas en empresa y 30 ECTS de la tesis de máster.

El máster ofrece dos especialidades: Sistemas de Comunicaciones y la Electrónica de Comunicaciones. La opción de los sistemas de comunicación se concentra más en los aspectos relacionados con las tecnologías de los sistemas de comunicaciones, mientras que la opción de comunicaciones electrónicas se centra en el diseño de circuitos integrados y aspectos relacionados con el HW. El primer semestre es común a ambas ramas con cursos sobre Teoría de la información y codificación de fuente, Diseños de circuitos integrados digitales, Redes de comunicaciones de banda ancha, Procesamiento de señal de la señal (DSP) y Gestión. El segundo y tercer semestres están formados por una mezcla de cursos optativos y obligatorios según la especialidad elegida. La rama de sistemas de comunicaciones ofrece cursos sobre Codificación de canal, Comunicaciones móviles, Comunicaciones ópticas, Imagen y compresión de vídeo, Reconocimiento Multimedia, Diseño, Radionavegación, Redes de comunicación, Redes inalámbricas, Teoría de circuitos, Sistemas MIMO, Sistemas de tiempo real e Ingeniería de alta frecuencia. La rama de Comunicación Electrónica ofrece cursos sobre Automatización del diseño electrónico, Electrónica analógica/digital, Sistemas integrados, Fabricación y pruebas de circuitos integrados, Co-diseño Hardware/Software, Nanoelectrónica, Nanotecnología y Diseño de circuitos de alta frecuencia.

El máster Systems of Information and Multimedia Technology – SIM, es un máster orientado a la investigación científica en temas del área SIM, así como a la adquisición de conocimientos interdisciplinares. El máster está estructurado en 120 ECTS, de los cuales 30 ECTS corresponden a asignaturas obligatorias, 18 ECTS a asignaturas optativas, 14 ECTS a seminarios, 10 ECTS corresponden a prácticas en empresas. Además, hay dos grandes proyectos, el primero es equivalente a 15 ECTS mientras que el segundo corresponde a la Tesis de Máster, lo que equivale a 30 créditos. Finalmente quedan 3 ECTS destinados a potenciar habilidades no relacionadas directamente con la técnica.

Las principales áreas de especialización son: Tecnología Electrónica, Información y las Telecomunicaciones, Informática y Tecnología Multimedia

- **Technical University of Denmark**

Oferta un máster en Telecomunicaciones de 120 ECTS desglosados en 30 ECTS destinados a la adquisición de competencias profesionales básicas, un mínimo de 30 ECTS dedicados a la especialización tecnológica, hasta un máximo de 30 ECTS de asignaturas optativas (no necesariamente ligadas a su especialidad) y 30 ECTS correspondientes a la tesis de máster.

Las cuatro líneas de especialización del máster son: Comunicaciones ópticas dedicada al diseño de sistemas de redes de comunicaciones ópticas, señales y tecnología de transmisión dedicado al procesado y la transmisión de señales en sistemas de comunicación, tecnologías y protocolos de red dedicado al diseño, modelado e implementación de redes de comunicaciones móviles y fijas y servicios y mercados dedicado al desarrollo y análisis de aplicaciones, vistos tanto desde el punto de vista del usuario o como comercial.

- **Royal Institute of Technology (KTH)**

Como en el caso anterior, oferta un máster en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de 120 ECTS, desglosado en 30 ECTS destinados a la adquisición de competencias básicas en redes y sistemas de comunicaciones, 30 ECTS dedicados a la especialización en alguna de las áreas tecnológicas del máster, 30 ECTS de asignaturas optativas (no necesariamente ligadas a su especialidad) y 30 ECTS correspondientes a la tesis de máster.

Las áreas de especialización son: Ciencias de la computación, Seguridad de la información y las comunicaciones, Sistemas de comunicaciones, Implementación de productos y sistemas TIC, Aprendizaje computacional, Tecnología de medios de comunicación, Interacción persona-ordenador e Ingeniería y Gestión de los sistemas de información

- **Helsinki University of Technology (TKK)**

Oferta un máster de 120 ECTS en Ingeniería de Comunicaciones, estructurado en 60 ECTS comunes destinados a la adquisición de conocimientos básicos sobre

comunicaciones, 30 ECTS de asignaturas optativas y 30 ECTS destinados a la tesis de máster. Las áreas de especialización se centran en:

- Los sistemas de radiocomunicación con especial énfasis en las comunicaciones móviles, tecnologías de interfaz de radio así como la planificación de redes de radio y gestión de recursos.
- Procesado digital de señal con especial énfasis en el procesamiento de señales digitales en las comunicaciones, estructuras de transmisor/receptor, las técnicas de transmisión de multi-usuario y la teoría de estimación.
- Tecnología de red orientada a la interconexión de redes y el uso de la tecnología de conmutación de paquetes para todo tipo de servicios en redes de próxima generación.

Además, la universidad de Helsinki también oferta un máster en Ciencias e Ingeniería de Radio que cubre temas relacionados con el electromagnetismo, la tecnología espacial y la teoría de circuitos. Su estructura es similar al máster descrito anteriormente, ya que después de los cursos básicos comunes, los estudiantes pueden elegir entre dos áreas de especialización: técnicas de ingeniería de radio o la observación por el espacio y el medio ambiente.

- **Telecom Paris Tech**

Oferta un máster en Tecnologías de la Información de 90 ECTS, con orientación profesional, con objeto de que los estudiantes adquieran hábitos metodológicos y conocimientos científico-técnicos avanzados, que les permitan convertirse en un ingeniero en una empresa o un investigador en un laboratorio. En particular, se pretende capacitar a los estudiantes para dominar las habilidades relacionadas con las fases de estudio, diseño, desarrollo y operación aplicables a productos, sistemas, tecnologías o servicios relacionados con las TIC.

La estructura del máster consiste en 60 ECTS de cursos reglados, de los cuales entre 12 y 15 ECTS corresponde a gestión de proyectos y 30 ECTS asociados a la realización de una tesis de máster en empresas u otras Universidades.

Las áreas de especialización contempladas son: Comunicaciones digitales, Radio digital, Comunicaciones y seguridad informática, Sistemas de redes informáticas, Comunicaciones móviles, Diseño de sistemas embebidos y Tecnologías de la información multimedia.

Además, a partir de Septiembre del 2012 está previsto impartir un máster en Redes de Comunicaciones Avanzadas con dos objetivos complementarios:

- Adquirir un conocimiento profundo de las tecnologías y arquitecturas de red;
- Adquirir una sólida experiencia en el uso de herramientas teóricas y métodos de análisis de redes.

El máster se estructura en dos años, el primero contiene cursos y seminarios de carácter generalista en el ámbito del máster, mientras que el segundo incluye cursos técnicos especializados elegidos por los estudiantes. El segundo curso también incluye un programa de iniciación a la investigación. El máster concluye con una oferta de prácticas, que pueden llevarse a cabo en un laboratorio de investigación académica o industrial en Francia o en el extranjero.

Las áreas de especialización están relacionadas con las tecnologías y arquitecturas de red, incluyendo sistemas celulares / redes inalámbricas, las redes de núcleo IP y las redes ópticas. También se considerarán temas tan relevantes como las redes inalámbricas autónomas, la evolución de acceso de radio, las redes P2P y la evolución hacia la Internet del Futuro, incluyendo el modelado de la red, la evaluación de prestaciones, la teoría de grafos y colas, la geometría estocástica, teoría de la información, optimización algorítmica y la verificación del protocolos.

- **ETH Zurich**

Oferta un máster en Electrical Engineering and Information Technology Master de 90 ECTS, estructurado en 42 ECTS de cursos relacionados con la especialidad elegida por el estudiante, 2 proyectos de 8 ECTS cada uno, una estancia de 12 semanas en una empresa, equivalente a 2 ECTS y una tesis de máster de 30 ECTS.

Las áreas de especialización están relacionadas con: Comunicaciones, Redes de ordenadores, Micro y optoelectrónica, Electrónica de potencia y Sistemas de control.

Además, ETH Zurich también ofrece otros cuatro másters interdisciplinarios, máster en Ingeniería Biomédica, máster en Energía y Tecnología, máster en Micro y Nano Sistemas y máster en Robótica y Control, de estructura similar al anteriormente descrito.

- **Politécnico de Torino**

Oferta un máster en Telecommunications Engineering de 120 ECTS, estructurado en como mínimo 50 ECTS de cursos obligatorios relacionados con las telecomunicaciones, como mínimo 12 ECTS de cursos complementarios de especialización; 10 ECTS de cursos optativos y 20 ECTS de la tesis de máster.

Además, también oferta un máster en Ingeniería Electrónica de estructura similar a la anteriormente descrita.

- **Technical University of Delft**

Oferta un máster en Ciencias de 120 ECTS, estructurado en 25 ECTS de núcleo común, un mínimo de 25 ECTS de cursos de especialización, 10 ECTS (25 ECTS en el caso de una tesis de máster de 45 ECTS) de libre elección correspondientes a cursos preferentemente de otras líneas de especialidad u otros másters y una tesis de máster de 60 ECTS.

Por lo que respecta a la especialidad de telecomunicaciones, sus áreas de experiencia se centran en: Comunicaciones móviles e inalámbricas, Arquitecturas de redes y servicios, Electromagnetismo y Tecnologías de la observación.

Además, también se oferta un máster en Sistemas Empotrados de 120 ECTS y una estructura similar a la anteriormente descrita. Dentro de este máster existe una especialidad de Señales y Sistemas que permite al alumno especializarse en procesamiento de señal multimedia, procesamiento de señal para la comunicación, procesamiento de señales biomédicas o procesamiento de señales de sensores remotos y sistemas de radar.

- **Katholieke Universiteit Leuven**

Oferta un máster en Electrical Engineering de 120 ECTS, estructurado en 33 ECTS de asignaturas obligatorias comunes, 39 ECTS de cursos obligatorios de especialidad, 3 ECTS de cultura y lengua Neerlandesa y 24 ECTS de una tesis de máster. Para obtener los restantes 21 ECTS, el estudiante puede tomar cursos optativos de su especialidad (como mínimo 9 ECTS) y cursos de interés general (entre 6 y 12 ECTS).

Los estudiantes pueden optar por dos grandes áreas:

- Electrónica y circuitos integrados, en donde los estudiantes aprenden a diseñar y crear circuitos electrónicos e integrados (CI o chips) para una amplia gama de sistemas electrónicos en las telecomunicaciones, aplicaciones de audio y sensores biomédicos, sistemas y electrónica de potencia.
- Los sistemas integrados y multimedia, en donde los estudiantes aprenden a diseñar aplicaciones basadas en el procesamiento de la señal, la seguridad y la transmisión de señales digitales (con énfasis en multimedia) y su aplicación en sistemas de multi-chip y embebidos.

- **Grenoble Institute of Technology-INPG**

Oferta el máster Signal and Image Processing, Communication Systems, Multimedia de 120 ECTS, estructurado en 3 semestres de 30 ECTS cada uno, en donde se imparten cursos y seminarios cortos (generalmente de 1,5 a 4 ECTS) especializados y una tesis de máster de 30 ECTS.

Los cursos de los tres primeros semestres se agrupan en las siguientes materias: Fundamentos del procesado de señal, Aplicaciones del procesado de señal, Electrónica, Ordenadores, Comunicaciones y codificación, Tratamiento de la información, Señales imagen y multimedia, Procesado de señales naturales, Lenguas extranjeras y Formación relacionada con actividades profesionales.

### **Resumen de la revisión**

Como resultado de esta revisión de másteres en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación (Electrical and Electronic Engineering) en las universidades más importantes de todo el mundo, podemos reconocer claramente dos modelos diferentes, Europa continental y Países anglosajones.

El modelo anglosajón ofrece una gran cantidad de opciones con el fin de ser flexible a las exigencias de cada estudiante. Para garantizar la calidad del programa de estudios elegido por el estudiante, un profesor tutor debe controlar y sugerir planes de estudio apropiados a los objetivos e intereses de cada estudiante. Estas universidades ofrecen numerosas opciones de especialización a sus estudiantes, incluyendo habilidades tanto en investigación como de tipo profesional.

Por otro lado, el modelo europeo continental ofrece menos libertad para elegir el programa de máster. El plan de estudios por lo general consiste en un núcleo común de duración como mínimo un semestre, seguido por un semestre de especialización. Habitualmente, durante el tercer semestre se incluye una buena oferta de asignaturas optativas para proporcionar a los estudiantes diversidad tanto en el tema de estudios como de habilidades. Finalmente, el último semestre corresponde a la Tesis de Máster. En general, cada bloque es equivalente a 30 ECTS.

### **Másters en Telecomunicaciones, con competencias profesionales, en España**

Además de la revisión anterior de másteres internacionales con contenidos similares a los previstos para el máster en Ingeniería de Telecomunicación, también cabe destacar que ya existen en España algunos másteres oficiales que habilitan para la profesión de Ingeniero de Telecomunicación (<http://www.educacion.gob.es/educacion/universidades/educacion-superior-universitaria/que-estudiar-donde.html>), que pasamos a resumir:

- **Universidad Carlos III**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales de 90 ECTS, estructurados en 66 ECTS de asignaturas obligatorias, 12 ECTS de asignaturas optativas y 12 ECTS de tesis de máster.

El máster consta de tres módulos:

- *Tecnologías de Telecomunicación*. Este módulo consta de 54 créditos ECTS obligatorios (9 asignaturas de 6 ECTS) y de 12 créditos ECTS optativos (el estudiante elige 4 asignaturas de 3 ECTS entre 5 posibles asignaturas). Incluye los contenidos relacionados con las tecnologías de Telecomunicación requeridos para el acceso a la profesión de Ingeniero de Telecomunicación, así como contenidos avanzados que permiten especializar al alumno en tecnologías concretas en las asignaturas optativas.
- *Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación*. Este módulo consta de 12 créditos ECTS e incluye contenidos formativos relacionados con habilidades de gestión, integración y dirección en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación.
- *Trabajo de Fin de Máster*. Este módulo consta de 12 créditos ECTS e incluye la realización de un trabajo que permite al alumno completar de forma global la formación de los módulos anteriores.

- **Universidad de Valencia**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales de 90 ECTS, estructurado en 70 ECTS de asignaturas obligatorias relacionadas con las Tecnologías de las Comunicaciones, 10 ECTS destinados a la Gestión tecnológica de proyectos de Telecomunicación y otros 10 ECTS a la tesis de máster.

Los 70 ECTS de Tecnologías de las Comunicaciones se desglosan en tres grandes materias:

- *Sistemas de Comunicaciones y Audiovisuales.* Este módulo consta de 28 ECTS e incluye contenidos en Procesado de Señal Avanzado para Comunicaciones, Sistemas y Comunicaciones Multimedia, Teoría de las Comunicaciones Digitales, Comunicaciones inalámbricas Avanzadas y Movilidad, Radar y Radionavegación y Antenas y Sistemas de Radiofrecuencia para Comunicaciones.
- *Redes, Sistemas y Servicios.* Este módulo consta de 24 ECTS e incluye contenidos en Sistemas y Servicios Distribuidos, Redes y Protocolos Avanzados de Comunicaciones, Redes y Servicios de Comunicaciones Móviles, Planificación y Gestión de Redes y Seguridad en Redes.
- *Tecnología Electrónica y Terminales.* Este módulo consta de 18 ECTS e incluye contenidos en Diseño Microelectrónico, Diseño de Sistemas Embebidos, Arquitectura y Diseño Avanzado de Componentes de Comunicaciones, Sistemas de Instrumentación y Medidas Electrónicas.

- **Universidad Europea de Madrid**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales de 72 ECTS. El máster consta de tres módulos:

- *Tecnologías de Telecomunicación.* Este módulo consta de 50 créditos ECTS e incluye los contenidos relacionados con: Comunicaciones Digitales Avanzadas, Planificación y Gestión de Redes y Servicios Multimedia, Modelos para la prestación de Servicios, Redes de Nueva Generación, Diseño Electrónico Avanzado, Mercados Internacionales de la Convergencia y En la Frontera de los Sistemas de Telecomunicaciones.
- *Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación.* Este módulo consta de 10 créditos ECTS e incluye los contenidos relacionados con: Dirección de Proyectos TIC en la Edificación e Infraestructuras de Servicios, Integración de Tecnologías y Sistemas y Prácticas Profesionales.
- *Trabajo fin de máster.* Este módulo consta de 12 créditos ECTS e incluye la realización de un trabajo que permite al alumno completar de forma global la formación de los módulos anteriores.

- **Universidad Ramón Llull (La Salle)**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 72 ECTS. Las distintas materias se imparten en forma de seminarios y proyectos siguiendo una metodología de aprendizaje basada en proyectos. Por consiguiente, el máster se estructura según:

- Dos asignaturas troncales de 7 ECTS cada una, la primera dedicada al diseño de subsistemas de telecomunicación y la segunda dedicada a redes y sistemas de telecomunicación.
- Cuatro proyectos, dos con una carga docente equivalente a 8 y 7 ECTS respectivamente, en el ámbito del diseño de subsistemas de telecomunicación y otros dos, también con carga docente de 8 y 7 ECTS respectivamente, en el ámbito de las redes y sistemas de telecomunicación.
- Dos proyectos en empresa cada uno con una carga docente equivalente a 8 ECTS.
- Una tesis de máster de 12 ECTS que permite al alumno completar de forma global la formación recibida.

- **Universidad de Alicante**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 90 ECTS, estructurado en 72 ECTS de materias obligatorias, 6 ECTS de materias optativas y 12 ECTS dedicados a la tesis de máster.

Las materias obligatorias se desglosan en los siguientes módulos:

- *Tecnologías de Telecomunicaciones*. Este módulo consta de 60 créditos ECTS e incluye los contenidos relacionados con Tratamiento de la Señal, Electrónica, Radiocomunicaciones, Tecnologías de redes, protocolos y servicios de telecomunicación, Optoelectrónica.
- *Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación*. Este módulo consta de 12 créditos ECTS e incluye los contenidos relacionados con Proyectos multidisciplinares en las TIC y Aplicaciones multidisciplinares de las Telecomunicaciones

Por lo que respecta a las materias optativas, se ofertan 4 asignaturas optativas de 3 ECTS cada una de las que el alumno debe de escoger 2.

- **Universidad de Extremadura**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 90 créditos ECTS, de los cuales 66 ECTS de asignaturas obligatorias, 12 ECTS de prácticas externas y otros 12 ECTS de tesis de máster.

El máster consta de tres módulos:

- *Tecnologías de Telecomunicación*. Este módulo consta de 60 créditos ECTS obligatorios, distribuidos en 9 asignaturas de 6 ECTS cada una y una actividad de prácticas en empresa con una carga docente también de 6 ECTS.
- *Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación*. Este módulo consta de 18 créditos ECTS obligatorios, distribuidos en 2 asignaturas de 6 ECTS cada una y una actividad de prácticas en empresa con una carga docente también de 6 ECTS.
- *Trabajo fin de máster*. Este módulo consta de 12 créditos ECTS e incluye la realización de un trabajo que permite al alumno completar de forma global la formación de los módulos anteriores.

- **Universitat Oberta de Catalunya (UOC)**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 72 créditos ECTS, de los cuales 60 ECTS corresponden a asignaturas obligatorias (12 asignaturas de 5 ECTS), cuyos contenidos están relacionados con las Tecnologías de Telecomunicación y la Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación necesarios para el acceso a la profesión de Ingeniero de Telecomunicación, los 12 ECTS restantes se dedican a tesis de máster.

Además, se especifica que el estudiante tendrá que cursar hasta un máximo de 48 ECTS de complementos de formación dependiendo del grado desde el que accedan al máster. Así, para los grados o Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, se requieren 24 ECTS de complementos de formación para las especialidades de Sistemas de Telecomunicación y Telemática, 30 ECTS para la especialidad de Electrónica, 36 ECTS para la especialidad de Imagen y Sonido y 48 ECTS en el caso que el estudiante proceda de los grados de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas o Ingeniería superior de Informática.

<http://estudis.uoc.edu/ca/masters-universitaris/enginyeria-telecomunicacio/pla-estudis>

- **Universidad Alfonso X El Sabio**

Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 90 créditos ECTS, estructurados en cuatro módulos:

- *Tecnologías de Telecomunicación*. Este módulo consta de 54 créditos ECTS obligatorios orientados a adquirir las competencias relacionadas con las tecnologías de Telecomunicación requeridos para el acceso a la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.
- *Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación*. Este módulo consta de 12 créditos ECTS obligatorios. En este módulo se trata de adquirir las competencias relacionadas con la formación de personal directivo en el área de la gestión orientada a la dirección y gestión de proyectos de Telecomunicación.

- *Prácticas Externas*. Este módulo consta de 6 créditos ECTS y está orientado a la formación complementaria del futuro profesional en aspectos o competencias fuertemente relacionada con el ejercicio profesional.
- *Trabajo fin de máster*. Este módulo consta de 18 créditos ECTS e incluye la realización de un trabajo que permite al alumno completar de forma global la formación de los módulos anteriores.

También consta como másteres Universitarios en Ingeniería de Telecomunicación aprobados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), [http://srv.aneca.es/ListadoTitulos/busqueda\\_titulaciones](http://srv.aneca.es/ListadoTitulos/busqueda_titulaciones), los ofertados por las siguientes Universidades, si bien no se ha encontrado información detallada de los mismos:

- **Universidad Politécnica de Cartagena**  
Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 90 créditos ECTS, 51 créditos obligatorios, 18 créditos optativos y 21 créditos de Trabajo Fin de Máster.
- **Universidad del País Vasco**  
Oferta un máster en Ingeniería de Telecomunicación, con competencias profesionales, de 120 créditos ECTS, de los cuales 66 son créditos obligatorios, 21 créditos optativos, 9 ECTS relacionaos con prácticas en empresa y 24 créditos de Trabajo Fin de Máster.

### **Resumen de la revisión:**

Como resultado de esta revisión de másteres profesionales en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación ya verificados por ANECA, cabe concluir:

1. La mayoría de las universidades apuestan por másteres de 90 ECTS ya que les permite cumplir con los mínimos que establece la orden ministerial CIN/355/2009, de 9 de febrero de 2009, y les posibilita introducir una mínima optatividad en los estudios y/o prácticas en empresas.
2. Dedicar al Trabajo de Fin de Máster entre 12 y 18 ECTS habitualmente y excepcionalmente 21 o 24 ECTS. Ello viene impuesto por el estrecho margen de maniobra que imponen los 90 ECTS. En efecto, puesto que hay 60 ECTS cuyo contenido viene definido por la orden ministerial, sólo quedan 30 ECTS a repartir entre optatividad/prácticas en empresas y Trabajo de Fin de Máster. A mayor grado de optatividad, Trabajo de Fin de Máster más reducido.
3. En algunos casos se ha optado por un máster de 72 ECTS, en cuyo caso no hay optatividad y el Trabajo de Fin de Máster es de 12 ECTS.
4. Salvo en el caso de la UOC, en que se menciona específicamente la formación complementaria que se requiere en función del grado de acceso, en el resto no se indica, si bien cabe pensar que tal formación existirá, al menos para alguna de las titulaciones de grado. Por consiguiente, hablar de un máster de 72 ECTS o 90 ECTS puede ser confuso puesto que con los complementos de formación, la duración de los estudios realmente será mayor. Por ejemplo, en el caso de la UOC realmente no son 72 ECTS los créditos necesarios para alcanzar la titulación de máster, ya que como mínimo se exigen 24 ECTS de formación complementaria, por lo que realmente se estaría hablando de 96 ECTS en total.

### **Conclusiones:**

A tenor de la revisión, tanto de los másteres españoles en Ingeniería de Telecomunicaciones con competencias profesionales como de los másteres internacionales en el mismo ámbito, parece razonable pensar en un máster de 120 ECTS por las siguientes razones:

1. Permite una mayor flexibilidad en la organización de los estudios, ya que:
  - a. Posibilita la incorporación de un Trabajo de Fin de Máster de 30 ECTS, en consonancia con lo que es habitual en los másteres internacionales y lo recomendado por la propia Universitat Politècnica de Catalunya para sus estudios de máster.
  - b. Permite dotar al máster de una importante optatividad, tanto en forma de asignaturas optativas de complementos formativos, como de asignaturas optativas de especialización.
  - c. Permite asignar, en su caso, créditos para prácticas externas o de reconocimiento de experiencia profesional.
2. Un máster de 120 ECTS está en la línea de lo que ofertan las universidades internacionales de mayor prestigio en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicaciones, lo que a su vez facilita los acuerdos de doble titulación.

**2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios. Éstos pueden haber sido con profesionales, estudiantes u otros colectivos**

**EETAC:**

- Propuesta por parte del director a todo el equipo directivo de la hoja de ruta para la implementación del nuevo máster. Esencialmente en lo que se refiere a la estructura del máster, concepción transversal de las telecomunicaciones y propuesta inicial entre departamentos.
- Creación de una comisión formada por los representantes de los departamentos directamente implicados en el máster: Teoría de la Señal y Comunicaciones, Ingeniería Telemática, Ingeniería Electrónica, Arquitectura de Computadores y Organización de Empresas. A las reuniones de la comisión podían asistir los miembros del equipo directivo.
- Reunión de los directores y jefes de estudios de la EETAC y la ETSETB. Cada escuela expone sus propuestas y confirman su complementariedad. Se acuerda ir intercambiando información y el documento del "verifica".
- Primera reunión de la Comisión. En esta reunión, el director de la EETAC explica la propuesta del máster. Tras un debate, se acepta la estructura y la concepción del máster y se aprueba la distribución de los créditos de las materias de primer curso entre los diferentes departamentos.
- En la segunda reunión de la Comisión, se presenta la estructura detallada del segundo curso y, tras un debate, se acepta su estructura, la concepción de la optatividad, la posibilidad de realizar prácticas externas o reconocer experiencia laboral. Se discute como debería organizarse la optatividad, y si ésta debería permitir al estudiante una gran especialización o, por el contrario, debería favorecer su multidisciplinariedad.
- En la tercera y última reunión de la Comisión, se presenta la propuesta de ficha de la Optatividad (que previamente había sido presentada y debatida con los diferentes miembros de la Comisión de forma individual), que es aprobada. Esta ficha define la estructura y la metodología (aprendizaje basado en proyectos) de la optatividad.
- Las versiones definitivas del plan de estudios finalmente fueron sometidas a la aprobación en la Junta de Escuela de la EETAC del 20 de Julio de 2012.

### **ETSETB:**

- En Septiembre del 2010 la Directora de la ETSETB, tal y como informó a los órganos de gobierno, nombró un grupo de trabajo para el Master en Ingeniería de Telecomunicación con atribuciones profesionales, cuya misión era elaborar la propuesta del título para su verificación. Este grupo de trabajo estaba formado por los coordinadores de los grados del ámbito de la ingeniería de telecomunicación, el subdirector de Planificación y la propia Directora de la ETSETB. El coordinador del grado en Ciencias y Tecnologías de Telecomunicación (grado generalista), fue nombrado a su vez el responsable del Máster. Se tuvo en cuenta que el Máster es la prolongación del grado generalista y que conjuntamente substituyen a los anteriores estudios de Ingeniería de Telecomunicación de 5 años.
- Asimismo, en enero de 2012 se creó una comisión para la elaboración de otra propuesta de Máster en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, no sujeto a las órdenes ministeriales. El objetivo era crear un programa con más flexibilidad de contenidos, con un perfil de acceso más amplio, con la posibilidad de incorporar graduados de otros ámbitos afines, estudiantes extranjeros y además poder incluir más contenidos enfocados a la innovación y a la investigación. El Máster y la comisión se denominó Master of Science in Communications and Network Engineering. Está comisión estaba formada por la propia directora y 8 profesores, representantes de los principales grupos de investigación que imparten docencia en la escuela.
- Finalmente, también en enero de 2012 se propuso una nueva comisión para el máster en Ingeniería Electrónica, en funcionamiento desde hace años pero que en estos momentos se ha reformulado para adaptarse al Espacio Europeo de Educación Superior y al perfil de estudiante de los nuevos grados.
- Estos grupos de trabajo realizaron un informe preliminar para la Comisión Permanente de la ETSETB, con el objeto de mantener informada a toda la comunidad de la Escuela, a través de sus representantes, y de recabar sus opiniones respecto a las nuevas titulaciones.
- Los grupos de trabajo elaboraron las propuestas con las líneas generales de las titulaciones, en especial los aspectos referentes a su duración y estructura, que sometieron a la aprobación de la Junta de Escuela el día 7 de marzo de 2012.
- A resultas de la elección de un nuevo Director de la ETSETB en abril del 2012, la Junta de Escuela en su reunión del 23 de mayo del 2012 creó la subdirección de Estudios de Máster. Esta sub-dirección retomó el tema de la definición de los estudios del máster y nombró un responsable para cada uno de los másteres a elaborar, cuya principal tarea fue recoger todas las conclusiones y acuerdos tomados por los grupos de trabajo anteriores y elaborar unas primeras propuestas de planes de estudio. Dichas propuestas se sometieron a otra Comisión formada por todos los Coordinadores de Grado de la ETSETB, los Jefes de Estudio de Grado y de Másteres, la Directora de Escuela saliente y el Director actual. Dicha comisión acabó de perfilar los aspectos que creyó necesarios y acordó las versiones definitivas.
- Las versiones definitivas del plan de estudios finalmente fueron sometidas a la aprobación en la Junta de Escuela del 18 de Julio de 2012.

Para elaborar la propuesta, se trabajó fundamentalmente con:

- Los diferentes libros blancos publicados por ANECA, así como la información recopilada por la propia UPC, que contenía la información siguiente:
  - Información general (contexto, normativo y estado del proceso de implantación del EEES en los diferentes países y contexto demográfico del sistema universitario catalán).

- Información por ámbito de conocimiento (mapa de los estudios de cada ámbito 2006-2007- datos socioeconómicos y de inserción laboral de los titulados-oferta, demanda y matrícula de las titulaciones del ámbito).
- Las recomendaciones del acuerdo del Consejo de Universidades sobre las titulaciones vinculadas al ejercicio de la profesión de Ingeniería de Telecomunicación.
- A nivel internacional se han consultado las directrices del ABET (<http://www.abet.org/>) para la acreditación de programas de ingeniería en el ámbito "electrical/electronics/computing".

Además, se estudiaron detalladamente los precedentes de planes de estudios de esta titulación aprobados por ANECA y ya implantados, así como otros másteres de Universidades extranjeras de relevancia en el ámbito de las Telecomunicaciones (el estudio "Electrical Engineering Masters Curriculum. International Overview." está disponible para su consulta en UPC Commons).