

EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA CORRESPONDENCIA DE LOS TÍTULOS OFICIALES DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA, LICENCIATURA, ARQUITECTURA TÉCNICA, INGENIERÍA TÉCNICA Y DIPLOMATURA A LOS NIVELES DEL MARCO ESPAÑOL DE CUALIFICACIONES PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Denominación del Título objeto de correspondencia	Ingeniero de Telecomunicación
Legislación Reguladora	Real Decreto 1421/1991
Conduce a profesión regulada	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

En la fecha que se indica, la Presidencia de la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura, elevó al Director de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación la siguiente propuesta de informe de evaluación para determinar la correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) del título arriba mencionado; en la misma fecha, la Dirección de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 21.1 del Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, aprueba la propuesta de informe elaborada por la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura y ordena el envío de este informe a la Dirección General de Política Universitaria.

1. Objeto

El presente informe tiene por objeto estudiar la correspondencia del título oficial de Ingeniería de Telecomunicación con los niveles del MECES, establecido en el artículo 4 del *R.D. 1027/2011*.

Este informe se ha elaborado a partir del informe realizado por una subcomisión designada por ANECA, que ha sido realizada por una subcomisión designada por ANECA compuesta por cuatro miembros, uno de ellos seleccionado por la agencia, otro como miembro de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación (CODITEL), uno propuesto por el Colegio Oficial de la Ingenieros de Telecomunicación (COIT) y finalmente, el propio decano del COIT, teniendo los miembros del COIT un solo voto y cuyo resultado ha sido consensuado.

A continuación se detalla un breve CV de sus componentes:

Elisa Sayrol Clois es Doctora en Ingeniería de Telecomunicación por la Universitat Politècnica de Catalunya el año 1994. Profesora titular del departamento de teoría de la señal y comunicaciones de la UPC y pertenece al grupo de investigación de procesamiento de imagen y vídeo. Ha publicado numerosos artículos en estas áreas y ha participado en diversos proyectos de investigación nacionales y europeos.

2006. Desde abril de 2006 hasta abril de 2012 fue su Directora. Bajo este cargo, fue responsable de llevar a cabo una profunda reforma para adaptar los planes de estudio al EEES. Desde septiembre de 2012 hasta diciembre de 2013 fue Vicerrectora de Relaciones Institucionales de la UPC.

Actualmente es miembro del Conseil d'Administration (consejo social) de l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées ENSTA ParisTech. También es la secretaria de la comisión de Ingeniería y Arquitectura de la Dirección de Evaluación y Acreditación de la Agencia Andaluza del Conocimiento.

Félix Pérez Martínez es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid en 1982. Catedrático del Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid, siendo el Director de la misma desde enero de 2013. Su actividad profesional ha estado siempre ligada a la docencia y la investigación en las áreas de las tecnologías de radiofrecuencia y los sistemas radar. Es autor de más de 300 publicaciones, de las que en torno a un centenar se han realizado en el ámbito internacional. Ha participado en más de 100 proyectos de I+D, siendo IP en unos 75. Es vocal del Consejo del Colegio de Ingenieros de Telecomunicación y presidente de CODITEL.

Ha sido Presidente del Comité de Enseñanzas Técnicas de ANECA, miembro de su Consejo de Dirección y Coordinador de Evaluación de Profesorado de esta Agencia. En la actualidad es miembro de la Comisión Asesora de Unibasq, la Agencia de Evaluación y Acreditación del País Vasco.

Eugenio Fontán Oñate es Ingeniero Superior de Telecomunicaciones por la ETSI de la UPM (1983). Especialista en Procesado digital de Señales (1993). Dos cursos de suficiencia investigadora (2001-2002).

Ha trabajado en el sector broadcast (1980-1996). Como Ingeniero, siendo Director Técnico de la Cadena SER y especialista jefe de proyectos de la Unión Europea de Radiodifusión (UER/EBU). Ha sido libre jerciente y uno de los fundadores del Grupo de Ejercicio Libre profesional del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (1986). Como ejecutivo, Director de Cadena Ibérica de Radio-Radio España, con participación propia y del Grupo Hachette y Televisa (1992-1996).

Asesor del Presidente de Gobierno José María Aznar en materia de Telecomunicaciones y en Industrias de la Defensa (1996-2001) en el Gabinete de la Presidencia.

Director General de la Joint Venture en el sector de Telecomunicaciones entre el Grupo FCC y (Xfera, ahora Yoigo, entre otras participadas)

Como emprendedor ha creado empresas en el sector de la Ingeniería de Radio y aplicaciones de comunicación personal en las bandas de VHF y ha sido uno de los fundadores de ONDAS Media, empresa con un capital de 30M€, orientada a prestar servicios de radio por satélite en Europa, siendo su Vicepresidente Técnico y de Regulación.

Desde 2010 es Decano Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación Y Presidente de la Asociación Española de ingenieros de Telecomunicación y Gerente del cluster Aeroespacial de la Comunidad de Madrid.

Francisco Javier Gabiola Ondarra es Ingeniero de Telecomunicación y Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid en 1992.

Profesor Director desde el año 2000 en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Alfonso X el Sabio (UAX) ha publicado numerosos artículos y libros además de participar en diversos proyectos de investigación.

Actualmente es Vicerrector para Convergencia Europea y Acreditación en la Universidad Alfonso X el Sabio y Secretario General del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) además de Vocal del Consejo de Representantes del Instituto de Ingeniería de España (IIE).

Ha formado parte del Comité de Dirección de la Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva (ACAP) hasta su conversión en el Consejo Consultivo sobre Calidad Universitaria de la Fundación para el Conocimiento Madrid del que forma parte actualmente

Este informe se ha dividido en cuatro apartados, que son los siguientes:

- Objeto: Presenta el objetivo del presente informe, la composición de la subcomisión que lo ha elaborado, así como su estructura
- Antecedentes: Recopila los antecedentes de los estudios oficiales de Ingeniería de Telecomunicación.
- Análisis de correspondencia: Se consideran varios factores que pueden determinar la correspondencia, de acuerdo con el artículo 22 del *Real Decreto 967/2014*.
- Conclusiones: Presenta las conclusiones obtenidas.

2. Antecedentes: los estudios de Ingeniería de Telecomunicación

En este apartado se describen los estudios de Ingeniería de Telecomunicación anteriores y posteriores a la entrada en vigor del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en España (Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior – MECES) – (BOE 3 de agosto de 2011)

Respecto a los planes de estudios anteriores al EEES, es decir, los que condujeron al título oficial de Ingeniero de Telecomunicación, se han analizado el conocido como "Plan 64" y sus desarrollos y los derivados de Real Decreto 1421/1991, de 30 de agosto, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero de Telecomunicación y las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes a la obtención de aquel. (BOE 10 de octubre de 1991)

El plan de estudios conocido como "Plan 64" era válido para todo el territorio nacional y establecía una duración de la carrera de cinco años. El plan estaba conformado por la Orden de 20 de agosto de 1964 (BOE 22-08-1964), que establecía las enseñanzas de los dos primeros cursos, y por la Orden de 29 de mayo de 1965 (BOE 03-06-1965), que establecía las de los tres últimos. En estas órdenes, derivadas de la Ley 2/1964 de 29 de abril, sobre reordenación de las Enseñanzas Técnicas (BOE 1 de mayo de 1964) se definen un conjunto de asignaturas (anuales o cuatrimestrales) y dos especialidades (según se determina por el Decreto 1296/1965, sobre el establecimiento de especialidades correspondientes al Plan de Estudios de 1964 de las Escuelas Técnicas Superiores – BOE- 29 de mayo de 1965), sin merma de la formación generalista, toda vez que el título otorgaba derechos profesionales plenos independientemente de la especialidad cursada.

A finales de los años setenta se reordenan las Enseñanzas Técnicas permitiendo que los planes de estudio pudieran extenderse a 6 años. Dichos planes de estudios, que en la ETSIT de la UPM se conoció como "Plan 64-M", eran ya propios de cada Universidad y se establecía carga horaria por asignatura. Este plan empezó a impartirse en la ETSIT de la UPM en 1976, si bien su publicación en el BOE no se produjo hasta el 23 de abril de 1985 (Orden de 23 de noviembre de 1984).

Posteriormente, en aplicación de la Ley Orgánica 11/1983, de Reforma Universitaria, se aprobó el Real Decreto 1421/1991 por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero de Telecomunicación y las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes a la obtención de aquel. Los planes de estudios se estructuraron en dos ciclos con una duración total entre cuatro y cinco años (si bien, en la práctica, la duración total fue de cinco años en todas las Escuelas) y los planes de estudio de Ingeniería de Telecomunicación se consensuaron en 75 créditos por curso, lo cual suponían un total de 375 créditos equivalentes a 3750 horas.

El estudio exhaustivo de todos los planes de estudio de ingeniería de telecomunicación excede los objetivos de este informe. Por este motivo y a modo de ejemplo, se han tomado como muestra significativa los planes de estudio que seguían las directrices generales del Real Decreto 1421/1991 de las Universidades Politécnicas de Madrid, Catalunya y València previos a la implantación del EEES. La elección de estas tres universidades se ha realizado con criterios de antigüedad, por el número de titulados y por ser referentes en la elaboración de nuevos planes de estudios. Así las conclusiones obtenidas pueden trasladarse a otras escuelas que impartieron ingeniería de telecomunicación en España hasta la implantación del EEES. En particular se han utilizado: la Resolución de 17 de mayo de 1994 -BOE 31 mayo 1994-(Corrección de errores por Resolución 6 de junio 1994 – BOE 23 junio 1994) donde se publicó el plan de estudios de la ETSIT de la UPM; la Resolución de 26 de febrero de 1993 – BOE 5 de abril de 1993- correspondiente a los planes de estudios de la ETSIT de la UPC; la Resolución del 19 de abril de 1996 - BOE del 15 de mayo de 1996 – correspondientes a los planes de estudios de la ETSIT de la UPV.

En la actualidad, los planes de estudio que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación adaptados al EEES tienen nivel de máster y están regulados por la Orden CIN/355/2009. Se establece un número mínimo de 60 créditos ECTS más un trabajo fin de máster de entre 6 y 30 créditos ECTS, y un número máximo de 120 créditos ECTS. En esta orden se indican las competencias generales y específicas a alcanzar en los correspondientes estudios expresadas en créditos ECTS.

La Orden CIN/355/2009 también establece que uno de los requisitos de acceso al máster es haber adquirido previamente las competencias correspondientes a los títulos de grado que habiliten para la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación, que se recogen en el apartado 3 del anexo de la Orden CIN/352/2009. Por ser estudios de grado, el requisito de acceso al máster supone haber superado 240 créditos ECTS (artículo 12 del Real Decreto 1393/2007), que deben estar repartidos en 4 cursos académicos (artículo 4 del Real Decreto 1125/2003).

Por lo tanto, en total son necesarios un mínimo de 5 años y 300 créditos ECTS, más un trabajo fin de máster de entre 6 y 30 créditos ECTS, para obtener un título de máster que habilite para ejercer la profesión de Ingeniero de Telecomunicación

3. Análisis de la correspondencia con el nivel 3 del MECES

Este apartado analiza por separado tres factores principales utilizados para determinar la correspondencia del título oficial de Ingeniería de Telecomunicación con el nivel 3 del

MECES. El primer factor es la formación adquirida con los planes de estudio de dicho título. El segundo factor es el acceso a los estudios de doctorado. El tercer y último factor analizado es el reconocimiento internacional, directo e indirecto, de correspondencia a nivel de máster.

3.1. Formación adquirida

Para establecer si la formación científica, técnica y transversal otorgada por el título oficial de Ingeniería de Telecomunicación anterior al EEES se corresponde con el nivel 3 del MECES, se han comparado las directrices generales comunes de los planes de estudio de estos títulos establecidas por el Real Decreto 1497/1987 y las directrices generales propias del título de Ingeniero de Telecomunicación establecidas por el Real Decreto 1421/1991, con los requisitos formativos que los Reales Decretos 1393/2007 y 1027/2011 exigen en general a los títulos de máster y en particular a la Orden CIN/355/2009.

La comparación se ha centrado en los siguientes puntos:

- Formación adquirida. Se analiza la correspondencia de contenidos, competencias específicas y carga horaria.
- Correspondencia de las competencias generales
- Correspondencia de duración de los estudios

3.1.1. Formación adquirida. Correspondencia de contenidos, competencias y carga horaria.

La comparación directa no es posible debido a que el *Real Decreto 1421/1991* especifica las materias que necesariamente debía incluir el plan de estudios (materias troncales) y el número mínimo de horas de clase que debía dedicarse a cada materia troncal, mientras que la *Orden CIN/355/2009* especifica el número mínimo de créditos ECTS que el plan de estudios debe asignar globalmente a módulos de materias.

El sistema de educación superior adaptado al EEES se articula sobre la base de créditos ECTS, definidos por el Real Decreto 1125/2003. Los créditos ECTS miden el número de horas totales de trabajo que el alumno debe dedicar para superar la materia, de tal forma que 1 crédito ECTS es un número fijo de horas de trabajo, decidido por cada universidad, pero comprendido entre 25 y 30 horas. En dichas horas está incluido el tiempo de clase, tiempo de estudio personal y el tiempo dedicado a evaluación. No obstante, como es preciso confeccionar horarios de clase y realizar la programación docente de cada curso, en las Escuelas de Ingenieros de Telecomunicación se ha tomado, de forma bastante general aunque flexible, que 1 crédito ECTS a nivel de máster equivale aproximadamente a entre 8 y 12 horas de clase.

Para realizar la comparación entre créditos del Real Decreto y la Orden CIN, el criterio adoptado ha sido la de equiparación o "extrapolación" de créditos consistente en atribuir un crédito ECTS a cada 9,5 horas de enseñanza convencional, por ser éste un valor representativo entre las escuelas que han estado impartiendo la Ingeniería de Telecomunicación.

Para el caso del trabajo fin de máster de la Orden CIN, se ha equiparado con el proyecto fin de carrera de las titulaciones anteriores al EEES y se han considerado 5 horas presenciales de labor tutorial, y 20 horas de trabajo no presencial del alumno.

La Orden CIN/355/2009 especifica que deberá cursarse como mínimo un módulo de tecnologías de telecomunicación de 50 créditos ECTS, un bloque de gestión tecnológica de proyectos de telecomunicación de 10 créditos ECTS y un trabajo fin de máster de 6 créditos ECTS. En el Anexo 3 se describen y codifican las competencias de cada módulo. Se ha incluido con la codificación GR0, las Competencias de la Orden CIN/352/2009 adquiridas en el grado de acceso al máster.

En primer lugar, se ha realizado la comparación entre los requisitos formativos del Real Decreto 1421/1991 con los de la Orden CIN/355/2009 que se resumen en la Tabla 1. Las dos primeras columnas indican respectivamente las materias troncales y el número mínimo de horas de clase que establece el Real Decreto 1421/1991, su descripción extendida se incluye en el Anexo 1. La tercera columna recoge las competencias específicas de la Orden CIN/355/2009 que se corresponden con cada materia troncal en virtud de su ámbito temático y su nivel taxonómico.

El porcentaje distinto de 100, añadido al código de la competencia, indica la distribución porcentual de cada materia troncal entre las diferentes competencias con que se corresponde cuando no es con una sola. Estos porcentajes son el resultado de una estimación basada en el ámbito temático y el nivel taxonómico de cada competencia. La estimación ha sido ajustada con una muestra representativa de planes de estudio de Máster en Ingeniería de Telecomunicación, y de planes de estudio de grado con acceso directo a este máster habilitante de las Universidades que se han tomado como referencia.

Si las horas de clase mínimas asignadas por el Real Decreto 1421/1991 a cada materia troncal se distribuyen entre las competencias específicas de la orden CIN/355/2009 aplicando los porcentajes estimados, se suman las horas de clase resultantes para cada competencia y se transforman en créditos por "extrapolación", se obtienen las cifras que se muestran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 1. Correspondencia entre materias troncales del RD 1421/1991 y competencias específicas de la Orden CIN/355/2009		
Materias troncales Real Decreto 1421/1991	Mínimo de horas	Competencias CIN/355/2009
Arquitecturas de Redes, Sistemas y Servicios.	90	GR0(100%)
Circuitos Electrónicos.	90	GR0(100%)
Circuitos y Medios de Transmisión.	90	GR0(100%)
Fundamentos de Computadores.	30	GR0(100%)
Fundamentos Físicos de la Ingeniería.	60	GR0(100%)
Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería.	120	GR0(100%)
Fundamentos de la Programación.	60	GR0(100%)
Señales y Sistemas de Transmisión.	150	GR0(100%)
Sistemas Electrónicos Digitales.	60	GR0(100%)
Tecnología y Componentes Electrónicos y Fotónicos.	90	GR0(100%)
Transmisión de Datos.	60	GR0(100%)
Arquitectura de Computadores.	90	GR0(80%), T11(20%)
Comunicaciones Ópticas.	90	GR0(10%), T03(40%), T13(40%), PT2(10%)

Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos. .	60	GRO(20%), T10(40%), T11(30%), PT1(10%)
Instrumentación Electrónica.	60	T12(20%), T14(70%), PT1(10%)
Radiación y Radiocomunicación.	120	T02(70%), T05(20%), PT2(10%)
Redes, Sistemas y Servicios de Comunicaciones	150	T04(20%), T06(10%), T07(30%), T08(10%), T09(10%), PT1(10%), PT2(10%)
Tratamiento Digital de Señales.	90	T01(100%)
Transmisión por Soporte Físico.	90	T03(50%), T13(50%)
Proyectos.	60	PT1(30%), PT2(70%)

Tabla 2. Estimación del mínimo de créditos ECTS a las competencias específicas de la Orden CIN/355/2009 que resultan de las materias troncales del Real Decreto 1421/1991 para el módulo de **tecnologías de telecomunicación**

Competencias CIN/355/2009	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	T12	T13	T14
Mínimo de horas de clase en RD 1421/1991	90	84	81	30	24	15	45	15	15	24	36	12	81	42
ECTS "extrapolados" mínimos en RD 1421/1991	9,5	8,8	8,5	3,2	2,5	1,6	4,7	1,6	1,6	2,5	3,8	1,3	8,5	4,4
Suma ECTS "extrapolados" mínimos	62,5													
ECTS mínimos CIN/355/2009	50													

Tabla 3. Estimación del mínimo de créditos ECTS a las competencias específicas de la Orden CIN/355/2009 que resultan de las materias troncales del Real Decreto 1421/1991 para los módulos de **gestión de proyectos de telecomunicación y**

trabajo fin de máster			
Competencias CIN/355/2009	PT1	PT2	TFM
Mínimo de horas de clase en RD 1421/1991	45	78	-
ECTS "extrapolados" mínimos en RD 1421/1991	4,7	8,2	14,2*
Suma ECTS "extrapolados" mínimos	12,9		14,2
ECTS mínimos CIN/355/2009	10		6
*en el caso del TFM no se trata de créditos extrapolados del RD 1421/1991, sino de los créditos obligatorios de Universidad dedicados al Proyecto Fin de Carrera, siendo el valor mínimo de 8 créditos ECTS, el máximo de 24 ECTS y el valor medio de 14,2 ECTS			

Las cifras obtenidas muestran que el número mínimo de créditos ECTS que los títulos oficiales de Ingenieros de Telecomunicación regulados por el *Real Decreto 1421/1991* dedicaban a cada uno de los tres módulos de competencias específicas requeridas por la *Orden CIN 355/2009* supera al mínimo que para cada módulo recoge dicha Orden.

El reparto interno de créditos ECTS dentro de cada módulo no está limitado por la *Orden CIN 355/2009*. Pero el reparto deducido de las directrices generales *Real Decreto 1421/1991* es muy coherente con la amplitud temática y el nivel taxonómico de las competencias específicas indicadas en la *Orden CIN/355/2009*.

Otro aspecto a tener en cuenta es el tiempo dedicado a la realización del proyecto fin de carrera, que aun siendo valorado con un número limitado de créditos, su duración solía ser de un semestre, o más, con dedicación a tiempo completo (es decir en la práctica de 30 ECTS o más).

Por otro lado, podríamos considerar que los estudios de Ingeniería de Telecomunicación se equiparan a estudios integrados de Nivel 2 y 3 de MECES. Así, en este estudio se ha tenido muy en cuenta que parte de las directrices del *Real Decreto 1421/1991* corresponderían por un lado a nivel de grado y por el otro a nivel de master. En la tabla 4 hemos incluido un cuadro resumen de los créditos de los planes de estudios de Ingeniería de Telecomunicación de las escuelas consideradas en este estudio. Destacar en primer lugar que solamente se han utilizado 71,7 de los 171 créditos troncales mínimos para justificar la equiparación de competencias del máster descritas en la *Orden CIN/355/2009*, exceptuando el caso de los créditos obligatorios de proyecto fin de carrera, equiparables al Trabajo fin de Master. Sin entrar en un estudio exhaustivo, este uso de créditos es coherente con una distribución entre competencias de Nivel 2 y Nivel 3 de MECES.

Además mencionar que una parte de los créditos adicionales más allá de los mínimos fijados por el Real Decreto, reforzarían la adquisición de competencias de tecnologías de telecomunicación y gestión de proyectos de telecomunicación.

Finalmente, el cómputo total de créditos haciendo una extrapolación a créditos ECTS, superaría claramente los 300 ECTS.

Tabla 4: Distribución de créditos lectivos por planes de estudios, en las Universidades

usadas de referencia					
Universidad	Troncal	Obligatorio	Optativo	Libre Configuración	TOTAL
	1-2 ciclo	1-2 ciclo	1-2ciclo	1-2 ciclo	
Politécnica de Madrid	205,5	71	60	37	373,5
Politécnica de Catalunya	232,5	57	48	37,5	375
Politécnica de València	180	82,5	75	37,5	375
Media	206	70,16	61	37,33	374,5
Mínimos Real Decreto 1421/1991	171				

Así pues, a través de la carga lectiva, amplitud, intensidad y competencias específicas proporcionadas por las materias objeto de las enseñanzas se constata una correspondencia muy ajustada en la formación científica, técnica y transversal que se adquiere con el título de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, apoyado en los conocimientos previos del grado de acceso, y la que se adquiere con los títulos oficiales de Ingeniero de Telecomunicación anteriores al EEES.

3.1.2. Correspondencia de las competencias generales

Al comparar competencias generales, de nuevo la comparación directa no es posible. La estructura de los títulos anteriores al EEES, tal y como determinan las directrices generales comunes de los planes de estudio establecidas por el *Real Decreto 1497/1987*, incluye la existencia de créditos (horas de clase) adjudicables a materias troncales de forma discrecional por parte de cada Universidad. Del mismo modo son necesarias las materias obligatorias de Universidad, las optativas libremente establecidas por la Universidad, y las materias de libre elección por parte del estudiante. Existía, además, en esas titulaciones, la posibilidad de incluir un 'trabajo o proyecto fin de carrera, examen o prueba general necesaria para la obtención del título' (Art. 9.2.3º).

Hay que destacar que todas las Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación adoptaron la inclusión del Proyecto Fin de Carrera, precisamente por su capacidad para desarrollar muchas de las competencias generales que, a fecha de hoy, identificamos como competencias generales de la *Orden CIN/355/2009* o como cualificaciones del nivel 3 MECES (*Real Decreto 1027/2011*). Por otra parte también prácticamente todas esas Escuelas utilizaron las asignaturas obligatorias de Universidad y la oferta de optatividad para desarrollar competencias relacionadas con la aplicación práctica de conocimientos adquiridos (laboratorios), así como competencias del ámbito laboral y empresarial. La denominada "libre configuración" o "libre elección" fue implementada, esencialmente, como una oferta de formación transversal de carácter humanístico y social.

Es, por tanto, necesario, a la hora de hacer una correspondencia de competencias generales, no despreciar el buen número de horas (créditos) que suponen las materias obligatorias, las optativas y las de libre elección, pese a su carácter de configurables por

los estudiantes. O precisamente por ello, puesto que una de las competencias generales exigidas por la Orden CIN/355/2009 es "Poseer habilidades para el aprendizaje autodirigido" o, como dice una de las cualificaciones nivel 3 del MECES, "Ser capaces de identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio".

Las Tablas 5 y 6 muestran la correspondencia entre las materias troncales, obligatorias, optativas, de libre elección, y la actividad desarrollada en el proyecto fin de carrera con las competencias desarrolladas en las taxonomías de la Orden CIN/355/2009 y del nivel 3 del MECES. Evidentemente todas las materias contribuyen, en alguna medida, a la adquisición de competencias generales. Las tablas reflejan con una indicación (X) el caso de una aportación muy relevante (o mayor) y con ausencia de indicación el caso de una aportación casi irrelevante (o menor).

Tabla 5. Adquisición de competencias generales según el artículo 6.2 del RD 1027/2011

Materias troncales. Con correspondencias a nivel de master según punto 3.1.1	Horas	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Arquitectura de Computadores.	90	X						
Comunicaciones Ópticas.	90	X		X	X		X	
Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos.	60	X	X					
Instrumentación Electrónica.	60	X	X	X	X		X	
Radiación y Radiocomunicación.	120	X	X	X	X		X	
Redes, Sistemas y Servicios de Comunicaciones.	150	X	X	X	X		X	
Tratamiento Digital de Señales.	90	X						
Transmisión por Soporte Físico.	90	X						
Proyectos.	60		X			X	X	X
Otras materias								
Créditos Incrementados de Materias Troncales	>300	X	X	X	X	X	X	
Materias Obligatorias de Universidad (Laboratorios. Inglés. Economía. Empresa.)	>500	X			X		X	
Materias Optativas (Laboratorios. Gestión Tecnología.)	>500	X	X	X	X		X	
Libre Elección (Historia. Humanismo. Sociología. Sociedad.)	>300			X				X
Proyecto Fin de Carrera (necesario para obtener el Título)	>200	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 6. Adquisición de competencias generales según el apartado 3 del anexo de la Orden CIN/355/2009

	Horas	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13
Materias troncales. Con correspondencias a nivel de master según punto 3.1.1														
Arquitectura de Computadores.	90	X			X	X	X	X	X				X	
Comunicaciones Ópticas.	90	X	X		X	X	X	X	X				X	

Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos.	60	X			X	X	X	X	X				X	
Instrumentación Electrónica.	60	X			X	X	X	X	X				X	
Radiación y Radiocomunicación.	120	X	X		X	X	X	X	X				X	
Redes, Sistemas y Servicios de Comunicaciones.	150	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Tratamiento Digital de Señales.	90	X			X	X	X		X				X	
Transmisión por Soporte Físico.	90	X	X		X	X		X	X				X	
Proyectos.	60	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X
Otras materias														
Horas Incrementadas de Materias Troncales	>300	X	X			X			X				X	X
Materias Obligatorias de Universidad (Laboratorios. Inglés. Economía. Empresa.)	>500	X			X	X	X	X			X	X	X	
Materias Optativas (Laboratorios. Gestión Tecnología. Sociología.)	>500		X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
Libre Elección (Historia. Humanismo. Sociedad.)	>300			X		X	X	X		X	X	X	X	X
Proyecto Fin de Carrera (necesario para obtener el Título)	>200	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X

3.1.3. Correspondencia en la duración de los estudios

El *Real Decreto 1421/1991* estableció una duración de las enseñanzas conducentes al título de Ingeniero de Telecomunicación entre cuatro y cinco años estructuradas en dos ciclos de, al menos, dos años de duración. Sin embargo, todos los planes implementados bajo esta regulación son planes de cinco años de duración, con una única excepción que estableció una duración de cuatro años y medio pero no tanto por la disminución de créditos impartidos sino por su "compresión" a lo largo de los años de impartición. De hecho y como se ha comentado con anterioridad el número de créditos impartidos equivalentes a créditos ECTS superaba los 300 créditos en todos los casos, siendo necesarios al menos cinco años para su realización.

La duración de los actuales estudios para alcanzar el título de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación implica la consecución de un título de grado imprescindible para el acceso a estos estudios. El *Real Decreto 1393/2007* fija en 240 el número total de créditos ECTS de los títulos de grado, entre 60 y 120 el de los títulos de máster, y en 60 el número de créditos ECTS por curso académico para ambos títulos.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el número mínimo de créditos ECTS de los módulos de "gestión tecnológica de proyectos de telecomunicación y de "tecnologías de telecomunicación" de los títulos de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación son 60, según el anexo de la Orden CIN/355/2009, y que el del trabajo fin de máster son 6, según el *Real Decreto 1393/2007*, se concluye que el número mínimo de créditos ECTS es de 66. En consecuencia, los planes de estudio del grado de acceso y de máster que conducen a la titulación de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación no pueden tener una duración inferior a cinco años.

En definitiva el criterio de la duración de los estudios que cursaron todos los poseedores del título de Ingeniero de Telecomunicación asegura la correspondencia entre este título y el actual Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación.

3.2. Efectos académicos: correspondencia entre requisitos de acceso al doctorado.

El acceso a los estudios de doctorado estuvo regulado por el artículo 5.1 del *Real Decreto 185/1985*, que establecía textualmente: "Los aspirantes podrán acceder a cualquier programa de doctorado relacionado científicamente con su curriculum universitario y en cualquier Universidad, previa admisión efectuada conforme a lo dispuesto en el apartado siguiente de este artículo. En todo caso deberán estar en posesión del título de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero". En consecuencia, los poseedores del título oficial de Ingeniero de Telecomunicación obtenido previamente a la entrada en vigor del EEES tenían acceso directo a los programas de doctorado de acuerdo con la *Ley 2/1964 (artículo 4º)*, el *Real Decreto 185/1985* y el *Real Decreto 778/1998*.

Además, el *Real Decreto 778/1998*, establecía en su artículo 1.1 un único requisito, adicional al de superar los propios estudios de doctorado, para obtener el título de doctor: "estar en posesión del título de Licenciado, Arquitecto, Ingeniero o equivalente u homologado".

La adaptación de las enseñanzas de doctorado al EEES se regula mediante el *Real Decreto 56/2005*, el *Real Decreto 1393/2007*, posteriormente derogado en las enseñanzas de doctorado por el *Real Decreto 99/2011*, y modificado parcialmente por el *Real Decreto 534/2013* y por el *Real Decreto 96/2014*.

La disposición transitoria tercera del *Real Decreto 56/2005* estableció el acceso a los programas de posgrado de los titulados conforme a sistemas de educación universitaria anteriores al EEES, y establecía que podían ser admitidos a los programas oficiales de posgrado. Asimismo, en su artículo 10, establecía que para la consecución del título de doctor, debía realizarse y defenderse con evaluación positiva la tesis doctoral tras haberse obtenido 60 créditos ECTS, todo ello en programas oficiales de postgrado.

Las normas de acceso al periodo de formación de los estudios de doctorado del *Real Decreto 1393/2007*, ya derogadas, se regulaban en el artículo 19 y establecían las mismas condiciones que para el acceso a los estudios de máster. Lo más relevante para este informe es que la Disposición adicional cuarta reconocía el acceso a todos los poseedores del título de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero y autorizaba a las universidades para que reconociesen parte de estos títulos como créditos de los nuevos estudios.

Por su parte, el *Real Decreto 99/2011* establece en su artículo 6.2 que tendrán acceso a un programa oficial de doctorado todos los estudiantes poseedores de títulos universitarios que hayan superado un mínimo de 300 créditos ECTS, al menos 60 de los cuales debían ser de nivel de máster. Es la situación de todos los Ingenieros de Telecomunicación con títulos expedidos anteriormente a la entrada en vigor del EEES.

En efecto, de acuerdo con la Nota aclaratoria del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) en relación con el mencionado artículo, los títulos de Licenciado, Ingeniero y Arquitecto, que tenían una carga lectiva de, al menos, 5 años, cubrirían el requisito de los 300 créditos ECTS y serían las universidades quienes deberían apreciar el cumplimiento de que 60 créditos ECTS sean de nivel de máster.

A este respecto, es muy relevante la decisión adoptada por los Consejos de Gobierno de las tres universidades españolas que se han tomado como referencia para hacer este estudio estableciendo la posibilidad de reconocer a los poseedores de sus títulos de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto créditos ECTS de nivel de máster. Concretamente, los Consejos de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Universitat Politècnica de València han adoptado acuerdos, de fechas respectivas 19 de diciembre

de 2013 y 12 de diciembre de 2013, declarando que los poseedores de sus títulos de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto han obtenido al menos 60 créditos ECTS de nivel de máster. Por su parte, el acuerdo 2/2014 del Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de Catalunya delega esta decisión en las Comisiones Académicas de los programas de doctorado que mayoritariamente están procediendo a este reconocimiento.

En consecuencia, y por lo que se refiere a los efectos académicos de acceso al nivel de doctorado, los poseedores del título oficial de Ingeniero de Telecomunicación han tenido acceso a los programas de doctorado, tanto anteriores al EEES como posteriores, incluyendo los actuales. Existe, por tanto, plena correspondencia entre el título oficial de Ingeniero de Telecomunicación y el nivel 3 del MECES.

3.3. Indicadores externos de ámbito internacional.

El título oficial de Ingeniero de Telecomunicación otorgado por las Universidades Politécnicas de Madrid y València está acreditado internacionalmente con el nivel de Master of Science (MSc) por EAC/ABET (Engineering Accreditation Commission of ABET). ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, actualmente identificada y conocida como marca internacional únicamente con las siglas ABET) es una de las más prestigiosas agencias de acreditación de titulaciones universitarias a nivel internacional. Radicada en los Estados Unidos de América, fue creada en 1932 (entonces se llamó Engineer's Council for Professional Development) por agrupación de siete asociaciones profesionales norteamericanas de ingeniería del máximo prestigio, siendo actualmente una federación de treinta y dos asociaciones profesionales del sector, una de ellas el IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers), en la que se encuadra la rama de Ingeniería de Telecomunicación. El ámbito internacional de reconocimiento de dicha acreditación y su nivel de MSc se extiende por todos los países del mundo firmantes de acuerdos internacionales en cuyo listado de agencias reconocidas se encuentre ABET, como es, por ejemplo y no únicamente, el caso del Acuerdo de Washington. Adicionalmente, cabe indicar que ABET utiliza procedimientos de evaluación totalmente compatibles con lo establecido para el diseño de planes de estudio en el EEES (Espacio Europeo de Enseñanza Superior).

Por otro lado, algunos títulos españoles de Ingeniero de Telecomunicación vienen siendo objeto de acuerdo de doble titulación con Universidades extranjeras, lo que implica reconocimiento de equivalencia total de planes de estudios, de nivel y de capacitación para el estudiante que egrese como Ingeniero de Telecomunicación de esas Universidades españolas, y que además se transforma en adquisición simultánea del título de la Universidad extranjera si el estudiante realiza allí una parte del plan de estudios declarado como equivalente en cada mencionado acuerdo de doble titulación. En este sentido, se puede avalar el nivel de máster para los títulos españoles de Ingeniero de Telecomunicación que vienen siendo objeto de los mencionados acuerdos de doble titulación, cuando en el país extranjero correspondiente haya una decisión sobre el nivel de máster. Así, por ejemplo, en Alemania se encuentra un documento del KMK (KulturMinisterKonferenz), donde se viene a decir con carácter completamente general que los Bachelor tendrán los mismos derechos que los previos "Diplomgrad Fachhoshüle", y que los Máster tendrán los mismos derechos que los previos "Diplomgrad Universität". En consecuencia, basta comprobar, siguiendo el ejemplo con Alemania (que es EEES), qué títulos españoles de Ingeniero de Telecomunicación tienen acuerdo de doble titulación con "Universitäten" alemanas para avalar su nivel de Máster (p.ej., Technische Universität Darmstadt, Universität Stuttgart, etc...). A continuación se enumeran los títulos de máster más relevantes que son objeto de acuerdos de doble titulación con el título oficial de Ingeniero de Telecomunicación suscritos por las Universidades Politécnicas de Madrid (UPM), Catalunya (UPC) y València (UPV):

- Master of Science in Information and Communication Technology por Technische Universität Darmstadt, Alemania (UPV).
- "Dipl.-Ing. in "Elektrotechnik und Informationstechnik" por Technische Universität Darmstadt, Alemania (UPM, UPV y UPC).
- Master of Science in Electrical Engineering - Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPM, UPC y UPV).
- Master of Science in Computer Engineering - Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPM, UPC y UPV).
- Master of Network Engineering - Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPM, UPC).
- Master of Telecommunications & Software Engineering - Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPM, UPC).
- Master of Biomedical Imaging & Signals - Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPC).
- Master of Information Technology & Management- Illinois Institute of Technology [IIT], Chicago, USA. (UPC).
- Master degree in Telecommunication Engineering - New Jersey Institute of Technology [NJIT], Newark, USA. (UPC)
- Master degree in Electrical Engineering - New Jersey Institute of Technology [NJIT], Newark, USA. (UPC)
- Master's Programme in Wireless Systems - Royal Institute of Technology [KTH], Stockholm, Sweden. (UPC)

Por último conviene indicar que existen numerosos acuerdos de la UPM, UPC y la UPV con las grandes "Écoles" francesas, acuerdos que afectan a titulaciones que por su duración y atribuciones profesionales tienen, sin duda, el reconocimiento de máster en su sistema universitario, aunque no siempre se emplea esa denominación pues es frecuente el uso de "Ingénieur". A continuación se enumeran algunas de las mencionadas "Écoles":

- École Polytechnique (Paris).
- École des Hautes Études Commerciales [HEC] (Paris)
- École Mines (Paris).
- Télécom (Paris).
- Télécom (Bretagne).
- École Centrale (Paris).
- ENSTA (École Nationale Supérieure de Techniques Avancées). (Paris).
- SUPELEC (École Supérieure d'Electricité). (Paris).
- INSA (Institut National des Sciences Appliquées) (Lyon).
- ENAC (École Nationale de L'aviation Civile) (Toulouse).
- SUPAERO (École nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace) (Toulouse).

4. Conclusiones.

El título oficial de Ingeniero de Telecomunicación previo a la entrada en vigor del EEES ha sido objeto de un pormenorizado análisis a fin de establecer su correspondencia con

alguno de los niveles del MECES. El análisis se sustenta en la comparación con el título de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación establecido por la *Orden CIN/355/2009*. La comparación se ha realizado analizando el bagaje formativo y los efectos académicos de ambos títulos. También se han tenido en cuenta otros indicadores externos internacionales de la posible correspondencia.

La comparación realizada ha permitido constatar lo siguiente:

- No hay diferencias significativas entre la formación adquirida para la obtención de ambos títulos, porque las competencias específicas y generales que proporcionan las materias objeto de las enseñanzas no difieren ni en ámbito temático, ni en nivel taxonómico, ni en carga lectiva, y las duraciones de los planes de estudios son sensiblemente similares.
- Ambos títulos producen los mismos efectos académicos: el acceso al nivel 4 del MECES (doctor).
- Existen indicadores externos aportados por instituciones internacionales de acreditación y de enseñanza universitaria, de prestigio y neutralidad incuestionables, que reconocen directa e indirectamente el nivel de máster al título oficial de Ingeniero de Telecomunicación.

En consecuencia, se concluye que el título oficial de Ingeniero de Telecomunicación previos a la entrada en vigor del EEES se corresponde, sin ningún tipo de reserva, con el nivel 3 del MECES (máster).

Madrid, a 16 de abril de 2015

PROPONE:



Mª Dolores de Miguel

PRESIDENTA DE LA COMISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
DEL PROYECTO MECES DE ANECA

APRUEBA

Rafael Van Grieken
EL DIRECTOR DE ANECA

Anexos

ANEXO 1. Directrices generales Real Decreto 1421/1991

Arquitecturas de Redes, Sistemas y Servicios. Arquitectura y modelos de referencia. Sistemas y servicios portadores. Conmutación. Redes telefónica, télex y de datos. Interfaces y protocolos. Terminales de usuario. Servicios terminales y de valor añadido

Circuitos Electrónicos. Circuitos electrónicos analógicos: Amplificadores, sistemas realimentados, osciladores, fuentes de alimentación, subsistemas analógicos integrados. Circuitos electrónicos digitales: Familias lógicas, subsistemas combinacionales y secuenciales, interfaces analógico digitales.

Circuitos y Medios de Transmisión. Fundamentos electromagnéticos de circuitos y medios de transmisión. Conceptos de propagación de ondas en el espacio libre y parámetros fundamentales. Aplicación a las líneas de transmisión. Análisis de circuitos eléctricos y electrónicos

Fundamentos de Computadores. Niveles de descripción. Unidades funcionales. Nivel de transferencia de registros. Interpretación de instrucciones. Microprogramación. Conceptos de E/S. Núcleos de sistemas operativos. Otros tipos de ordenadores

Fundamentos Físicos de la Ingeniería. Fundamentos de Mecánica y Termodinámica. Electricidad y Magnetismo. Acústica y Óptica.

Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería. Análisis vectorial. Funciones de variable compleja. Análisis de Fourier. Ecuaciones en derivadas parciales. Matemática discreta. Análisis Numérico.

Fundamentos de la Programación. Lenguajes: Sintaxis, semántica y tipos. Lenguajes imperativos. Prácticas de desarrollo de programas. Pruebas funcionales.

Señales y Sistemas de Transmisión. Señales deterministas y aleatorias: Información. Sistemas lineales. Dominios transformados. Transmisión de la información. Comunicaciones analógicas. Fundamentos de detección y estimación estadística para comunicaciones. Introducción a los sistemas de transmisión: Informaciones, medios y clases básicas de servicios

Sistemas Electrónicos Digitales. Microprocesadores. Técnicas de E/S. Familias de periféricos. Diseño sistemas electrónicos basados en microprocesadores.

Tecnología y Componentes Electrónicos y Fotónicos. Componentes y dispositivos electrónicos y fotónicos. Circuitos electrónicos básicos. Circuitos integrados

Transmisión de Datos. Interfaces y control de periféricos. Comunicaciones digitales. Codificación y detección de la información. Canales de acceso múltiple y multiplexación. Protocolos de enlace.

Arquitectura de Computadores. Estructuras en niveles. Máquinas virtuales. Sistemas Operativos. Núcleos en tiempo real.

Comunicaciones Ópticas. Componentes, medios de transmisión y técnicas utilizadas para las comunicaciones en bandas ópticas.

Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos. Herramientas «software» para el diseño de circuitos integrados y sistemas electrónicos, circuitos híbridos, etc. Sistemas especiales para el tratamiento de la información.

Instrumentación Electrónica. Circuitos y equipos electrónicos especiales. Aplicaciones a las comunicaciones y el control. Instrumentación electrónica avanzada.

Radiación y Radiocomunicación. Sistemas de radiocomunicaciones: Clases y características. Antenas y propagación. Electrónica de comunicaciones: Elementos y subsistemas para emisión y recepción.

Redes, Sistemas y Servicios de Comunicaciones. Modelado y dimensionado de redes. Tecnología de conmutación. Conmutación temporal y espacial. Codificación y cifrado de información. Redes de ordenadores. Redes de banda ancha. Planificación y gestión de redes y servicios. Normalización y política de telecomunicaciones.

Tratamiento Digital de Señales. Técnicas algorítmicas para el tratamiento digital de señales. Aplicaciones en comunicaciones: Tratamiento de voz e imagen, elementos y subsistemas basados en tratamiento de señal

Transmisión por Soporte Físico. Elementos de ondas guiadas. Dispositivos y circuitos de alta frecuencia (activos y pasivos) para comunicaciones.

Proyectos. Metodología, formulación y elaboración de proyectos.

ANEXO 2. Competencias genéricas del apartado 3 del anexo de la Orden CIN/355/2009

G01. Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

G02. Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas de telecomunicación, cumpliendo la normativa vigente, asegurando la calidad del servicio.

G03. Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.

G04. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

G05. Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.

G06. Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos.

G07. Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.

G08. Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.

G09. Capacidad para comprender la responsabilidad ética y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.

G10. Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de las telecomunicaciones.

G11. Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

G12. Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

G13. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.

ANEXO 3. Competencias específicas del anexo de la Orden CIN/355/2009

Competencias del módulo de tecnologías de telecomunicación (T)

T01. 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.

T02. Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.

T03. Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.

T04. Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.

T05. Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

T06. Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

T07. 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.

T08. 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 intermediario y servicios.

T09. 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.

T10. Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

T11. Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.

T12. 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.

T13. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

T14. Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

Competencias del módulo de Gestión Tecnológica de Proyectos de Telecomunicación (PT).

PT1. 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.

PT2. 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.

Competencia del Trabajo Fin de Máster

TFM. 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

Anexo 4. Descriptores de las cualificaciones correspondientes al nivel 3 de MECES, según el artículo 6 del Real Decreto 1027/2011

M1. Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

M2. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

M3. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.

M4. Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.

M5. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.

M6. Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

M7. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

ANEXO 5 Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación de Referencia

La **ETSIT de la Universidad Politécnica de Madrid** es la escuela decana de las enseñanzas de ingeniería de telecomunicación con más de cien años de historia desde la creación en 1913 de la entonces denominada Escuela General de Telegrafía. El título con la denominación de "Ingeniero de Telecomunicación" se regula por Real Decreto de 22 de abril de 1920 pasando el centro a denominarse Escuela de Estudios Superiores de Telecomunicación. Su actual denominación se adquiere con la Ley de 1957 que regula las "Escuelas Oficiales de Ingeniería". En el año 1971 se integra, junto al resto de escuelas de ingeniería, en la Universidad Politécnica de Madrid. El traslado a sus actuales instalaciones en el Campus de Moncloa coincidió con la implantación del "Plan 64" y de sus aulas han salido más de 13.000 ingenieros de telecomunicación titulados en los últimos 50 años. La última modificación de plan de estudios, antes de su adaptación al EEES, se establece en la Resolución de 17 de mayo de 1994 –BOE 31 de mayo- siendo modificado posteriormente por la Resolución de 6 de junio de 1994 –BOE 23 de junio-. Los estudios tenían un total de 373,5 créditos divididos en dos ciclos, el primero de 218,5 créditos (tres cursos comunes) y un segundo ciclo (dos cursos) con tres áreas de especialización que incluían 8 intensificaciones.

La **ETSIT de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya** fue la segunda escuela creada en España en el año 1971 bajo el decreto 2484/1971 de 17 de septiembre, implantando el anteriormente citado "Plan 64" y tomando como modelo los planes de estudio de la ETSIT de la UPM. En el año 1993 se realiza una modificación sustancial de los planes de estudio, Resolución de 26 de febrero de 1993 – BOE 5 de abril de 1993- siguiendo las directrices generales del Real Decreto 1421/1991, actualizando contenidos e introduciendo la experimentalidad. Los estudios tenían un total de 375 créditos divididos en dos ciclos, tanto el primero como el segundo de 5 cuatrimestres, con dos áreas de especialización en segundo ciclo. Este plan perdurará con ajustes hasta el establecimiento de los planes de estudio de grado y máster adaptados al EEES.

La **ETSIT de Valencia de la Universitat Politècnica de València** (UPV) se creó bajo el Real Decreto (RD) 117/1989, (DOCV nº 1124 de 14 de agosto de 1989), aunque los

estudios de Ingeniería de Telecomunicación (IT) empezaron a impartirse en la UPV en 1987. Se posicionó rápidamente como la tercera ETSIT del país tras las de la UPM y UPC, tanto por ser de las pocas ETS de Ingeniería dedicada íntegra y únicamente a la Ingeniería de Telecomunicación en todas sus disciplinas, como por su número de egresados en IT, que actualmente se cifra en cerca de 4000. El primer plan de estudios de IT en la UPV se aprobó por resolución de 22 de noviembre de 1990 (BOE del 19 de diciembre de 1990). En 1994 se publica en el BOE el RD 1267/1994, que modifica parcialmente el RD 1497/1987, que regulaba las directrices generales comunes de los planes de estudios oficiales en España. Para adecuar el plan de estudios a la nueva regulación, se aprobó un plan de estudios por resolución del 19 de abril de 1996 (BOE del 15 de mayo de 1996) que estructuraba la carrera en dos ciclos de cinco semestres cada uno de ellos (187,5 créditos por ciclo). El primer ciclo no contemplaba ninguna especialidad, mientras que el segundo ciclo recogía tres intensificaciones. Este es el plan de estudios vigente hasta el establecimiento de los planes de estudio de grado y máster adaptados al EEES.

ANEXO 6 Normativa y documentación

Normativa mencionada en este informe

Ley 2/1964, de 29 de abril de 1964, sobre Reordenación de las Enseñanzas Técnicas (BOE de 1 de mayo).

Orden de 20 de agosto de 1964, por la que se establecen las enseñanzas de los dos primeros cursos de las Escuelas Técnicas de Grado Superior, de acuerdo con la Ley 2/1964 (BOE de 22 de agosto).

Orden de 29 de mayo de 1965, por la que se establecen las enseñanzas de los cursos tercero, cuarto y quinto de Escuelas Técnicas Superiores, de acuerdo con la Ley 2/1964, de 29 de abril (BOE de 3 de junio).

Real Decreto 1497/1987, por el que se establecen directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. (BOE núm. 298 de 14 de diciembre de 1987).

Ley Orgánica 11/1983, de Reforma Universitaria (BOE de 1 de septiembre)

Orden de 23 de noviembre de 1984, por la que se modifica el Plan de Estudios de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (BOE de 23 de abril de 1985).

Real Decreto 185/1985, de 23 de enero, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios postgraduados (BOE de 16 de febrero).

Resolución 22 de noviembre de 1990, por el que se aprueba el primer plan de estudios de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación en la Universitat Politècnica de València (BOE del 19 de diciembre de 1990).

Real Decreto 1421/1991, de 30 de agosto, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero de Telecomunicación y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquel (BOE de 10 de octubre).

Real Decreto 1665/1991, de 25 de octubre, modificado por el Real Decreto 1754/1998, de 31 de julio, por el que se regula el sistema general de reconocimiento de los títulos de Enseñanza Superior de los Estados miembros de la Comunidad económica Europea que exigen una formación mínima de tres años de duración (BOE de 22 de noviembre).

Resolución de 26 de febrero de 1993 de la Universitat Politècnica de Catalunya, por la que se ordena la publicación del plan de estudios de Ingeniero de Telecomunicación, que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Barcelona, dependiente de esta Universidad. (BOE 5 de abril de 1993)

Resolución de 17 de mayo de 1994, de la Universidad Politécnica Madrid, por la que se ordena la publicación del plan de estudios de Ingeniero de Telecomunicación (BOE de 31 de mayo)

Resolución de 6 de Junio de 1994, de la Universidad Politécnica Madrid, por la que corrigen errores en la Resolución de 17 de mayo de 1994, por la que se publicaba del plan de estudios de Ingeniero de Telecomunicación (BOE de 23 de junio)

Resolución del 19 de abril de 1996 de la Universidad Politècnica de València por la que se ordena la publicación del plan de estudios de Ingeniero de Telecomunicación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de dicha Universidad. (BOE del 15 de mayo de 1996).

Real Decreto 778/1998, de 30 de abril, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios de postgrado (BOE de 1 de mayo).

Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional (BOE de 18 de septiembre).

Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado (BOE 25 enero).

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 30 de octubre).

Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales, así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado (BOE de 20 de noviembre).

Orden CIN/355/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación (BOE de 20 de febrero).

Orden CIN/352/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación (BOE de 20 de febrero).

Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 3 de julio).

Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado (BOE de 10 de febrero).

Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (BOE de 3 de agosto).

Real Decreto 534/2013, de 12 de julio, por el que se modifican los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales; 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado; y 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas (BOE de 13 de julio).

Real Decreto 96/2014, de 14 de febrero, por el que se modifican los Reales Decretos 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), y 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 5 de marzo).

Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, por el que se establecen los requisitos y el procedimiento para la homologación y declaración de equivalencia a titulación y a nivel académico universitario oficial y para la convalidación de estudios extranjeros de educación superior, y el procedimiento para la determinar la correspondencia a los niveles del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior de los títulos oficiales de Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico y Diplomado (BOE de 22 de noviembre).

Otra normativa y documentación consultada

Decreto 1296/1965, de 6 de mayo, sobre establecimiento de especialidades correspondientes al Plan de Estudios de 1964 de las Escuelas Técnicas Superiores (BOE de 29 de mayo).

Real Decreto 1496/1987, de 6 de noviembre, sobre obtención, expedición y homologación de títulos universitarios (BOE de 14 de diciembre).

Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen directrices generales comunes de los planes de estudios de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional (BOE de 14 de diciembre).

Libro Blanco sobre Ingeniería de Telecomunicación ANECA. Informe de la Comisión del diseño del Título de Grado de Ingeniería de Telecomunicación (Abril de 2004).

Memorias de Verificación de los títulos de grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, por considerarlos representativos del conjunto (Registro de Universidades, Centros y Títulos)

Memorias de Verificación de los títulos de grado en Ciencias y Tecnologías de Telecomunicación y Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona de Universitat Politècnica de Catalunya, por considerarlos representativos del conjunto (Registro de Universidades, Centros y Títulos)

Memorias de Verificación los títulos de grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València, por considerarlos representativos del conjunto (Registro de Universidades, Centros y Títulos)

Certificado de la Subdirección General de Coordinación Académica y Régimen Jurídico de la Dirección General de Política Universitaria del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de 13 de mayo de 2013, sobre los efectos similares a los de un grado más un máster del título de Ingeniero Telecomunicación

Nota aclaratoria de la Secretaría General de Universidades sobre el acceso a los estudios oficiales de doctorado de los poseedores de títulos universitarios oficiales españoles anteriores al R.D. 1393/2007. Octubre de 2013

Acuerdo del Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid, de 19 de diciembre de 2013, declarando que los poseedores de sus títulos de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto han obtenido al menos 60 créditos ECTS de nivel de máster.

Acuerdo del Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de València, de 12 de diciembre de 2013, declarando que los poseedores de sus títulos de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto han obtenido al menos 60 créditos ECTS de nivel de máster.

Acuerdo 2/2014 del Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de Catalunya delega la apreciación de que sus títulos de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto han obtenido al menos 60 créditos ECTS de nivel de máster en las Comisiones Académicas de los programas de doctorado.