

DATOS DEL TÍTULO

- **Número de Expediente (RUCT):** 5600656
- **Denominación Programa:** Programa de Doctorado en Tecnologías y Sistemas de Comunicaciones
- **Fecha de verificación inicial:** 25-09-2013
- **Fecha de última modificación aprobada de la memoria:** (no procede)
- **Universidad responsable:** Universidad Politécnica de Madrid
- **Universidades participantes:** Universidad Politécnica de Madrid
- **Centro en el que se imparte:** Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
- **Idiomas:** Castellano e inglés
- **Modalidad:** Presencial

INTRODUCCIÓN

La redacción de este apartado se realizará conforme a las indicaciones señaladas en la Guía de evaluación para la renovación de la acreditación.

A. Proceso seguido para la elaboración de este informe

A lo largo de los cinco últimos años académicos ya vencidos (cursos 2015-16 a 2019-20) en los que se ha desplegado el Programa de Doctorado (PD) en Tecnologías y Sistemas de Comunicaciones (TSC) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) cuya acreditación deseamos renovar, hemos ido recogiendo de manera sistemática información y datos relativos a los doctorandos, a los profesores y al desarrollo del título. Hemos analizado y presentado periódicamente estos datos a la Comisión Académica (CA) del PD TSC, que los ha estudiado para reforzar los aspectos positivos y tomar las acciones necesarias cuando ha identificado variaciones significativas en la evolución de las series históricas, o con respecto a las previsiones de la memoria inicial del PD TSC, verificada en 2013.

Llegado el momento de afrontar la renovación de la acreditación, y de elaborar en concreto este informe de autoevaluación del PD TSC, hemos procedido de forma planificada y estructurada en cuatro etapas de obtención de datos, análisis de ellos y consulta a colectivos implicados (doctorandos, profesores y personal de apoyo), síntesis de resultados, y sucesivas revisiones a nivel de título, centro y universidad. El centro, en este caso, es la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT), a la que pertenece el Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones (DSSR), el mayor de la ETSIT y el principal responsable del PD TSC. La comunicación ha sido constante y fluida entre los colectivos implicados en la elaboración del informe.

1. En una primera etapa, la UPM informó a los implicados de la ETSIT sobre los principales hitos de este proceso que gestiona la Fundación para el Conocimiento madri+d, y se revisó la estructura del informe de autoevaluación mediante diferentes comunicaciones. Los Vicerrectorados de la UPM de Investigación, Innovación y Doctorado, y de Calidad y Eficiencia, establecieron las pautas para obtener y presentar cada uno de los elementos de información, así como los mecanismos de comunicación y plazos del proceso. Fruto de ello se definieron las responsabilidades de cada uno de los participantes en la obtención de dichas informaciones. En el ámbito de la ETSIT, se identificó como actores principales, e interlocutores con los colectivos implicados, a su Director (aún D. Félix Pérez Martínez mientras se elaboraba este informe), a su Adjunto a Dirección para Calidad y Acreditación (D. Juan Manuel Montero Martínez), a su Subdirector de Posgrado e Investigación (D. Gabriel Huecas Fernández-Toribio), al Director del DSSR (D. Jesús Grajal de la Fuente), y al actual Coordinador del PD TSC (D. Francisco Morán Burgos), que sustituyó al anterior (D. Carlos Cuevas Rodríguez) en enero de 2021.

2. En una segunda etapa, se identificaron las acciones por realizar a nivel del Rectorado de la UPM, de la ETSIT, y de la CAPD TSC, con cada colectivo implicado en la elaboración y aprobación de este informe, y se procedió a interactuar con ellos para proporcionar la información solicitada:
 - Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia: sus Técnicos de Calidad coordinaron las acciones a nivel de Rectorado, interaccionando con los órganos dependientes y otros Vicerrectorados (e.g., el de Servicios Tecnológicos) para obtener datos de ingreso, matrícula, perfiles de acceso, investigadores participantes, proyectos de investigación, tesis presentadas, grados de satisfacción, etc.
 - ETSIT y CAPD TSC: el Subdirector de Posgrado e Investigación de la ETSIT y el Coordinador del PD TSC colaboraron para contrastar la información obtenida de los sistemas institucionales de la UPM y completarla con la de la CAPD.
3. En la tercera etapa, el Coordinador del PD TSC, con ayuda de otros miembros de la CAPD y de los Departamentos de la ETSIT participantes en el PD TSC, analizó la información e integró la documentación obtenida en las dos primeras etapas, para sintetizar así este informe de autoevaluación.
4. La cuarta etapa ha consistido en un proceso de revisiones sucesivas para detectar posibles errores e introducir las mejoras necesarias: primero, el Coordinador del PD TSC ha revisado el documento, que luego ha sido revisado de nuevo por la Unidad de Calidad del Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, y del personal del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Doctorado.

B. Resumen de fortalezas y debilidades del título

Antes de autoevaluar en detalle el cumplimiento del PD TSC de cada uno de los criterios establecidos por la Fundación para el Conocimiento madri+d, resumimos brevemente las que creemos son las principales fortalezas de este título, así como las debilidades que hemos identificado en él e intentaremos subsanar con nuestros esfuerzos de mejora continua.

En cuanto a las fortalezas, cabe destacar que:

- El número de alumnos matriculados que solicitaron el PD TSC como primera opción en su preinscripción es muy alto (69-85% en los cinco cursos evaluados), lo que siempre nos ha garantizado alumnos motivados por la temática del programa.
- Nuestro profesorado también se implica y compromete mucho con el programa y los doctorandos. Gracias a esa cercanía, los alumnos tienen la oportunidad de aprender de profesores de gran cualificación docente e investigadora, con profundos conocimientos de las TSC en particular, y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en general.
- El liderazgo de nuestros profesores ha sido un factor clave en la innovación industrial en el sector de las TIC en España. Uno de nuestros sellos de identidad es la intensa colaboración con el sector industrial, que nos ayuda a identificar y a abordar problemas y retos relevantes para la sociedad. De hecho, los profesores del PD TSC desarrollan investigación aplicada y colaboran activamente con la industria, lo que permite la transferencia ágil de los resultados de sus Grupos de investigación, muy consolidados en sus respectivas áreas, al sector productivo español.
- La tasa de incorporación laboral de los egresados del PD TSC es del 100%, y en puestos “muy relacionados con los estudios”, según la encuesta sobre inserción laboral: ver ESP4 más adelante.

Las principales debilidades identificadas, y las acciones de mejora previstas son las siguientes:

- Podría parecer que las seis líneas de investigación de la memoria verificada han tenido un desarrollo desigual, pero esto se debe a la granularidad elegida al definir las líneas: si se agrupan de la manera clásica (y natural) las líneas 1 a 3 en un bloque de procesado de señal y las líneas 4 a 6 en otro de radiocomunicaciones, se observa un equilibrio completo, tanto en profesores como en doctorandos: ver la justificación de la valoración de la directriz 4.1. Sí hay disparidad en el número de proyectos de uno y otro bloque, pero eso se debe a que las líneas 1-3 son hoy más demandadas por el sector industrial, porque implican enfoques más modernos de los problemas de la sociedad actual.
- En los últimos dos cursos del periodo evaluado, el número de alumnos de nuevo ingreso ha bajado sustancial e incontestablemente. La crisis económica que comenzó en 2017 es la causa principal de esta reducción: el menor volumen de contratos de la universidad con la industria ha limitado la capacidad para financiar tesis doctorales con cargo a este tipo de proyectos. Este es un problema que afecta al conjunto de la sociedad española, y una posible forma de paliar los efectos de futuras crisis en el número de doctorandos es financiar la investigación con cargo a proyectos duraderos que permitan

una planificación a más largo plazo. En el PD TSC en concreto, nos proponemos atacar este problema desde dos frentes: por una parte, potenciar las actividades de difusión del programa, especialmente entre los alumnos de los másteres impartidos en la ETSIT, para que comprendan la utilidad de proseguir sus estudios a través de este PD; por otra parte, analizar la conveniencia de realizar modificaciones en su diseño para hacerlo más atractivo.

C. Relación de documentos anejos

Dado que la plataforma SICAM solo permite incorporar texto sin formato en los distintos apartados de este informe de autoevaluación, aportamos voluntariamente como Evidencia Motu Proprio nº0 (EMP0) una versión PDF del propio informe que esperamos sea más auto-explicativa y amable para su lector. Además, para apoyar las valoraciones de las directrices de cada criterio, adjuntamos al informe las siguientes tablas y evidencias, tanto previstas por la guía de evaluación como aportadas voluntariamente:

- Tabla 1a: Datos de ingreso y matrícula de los últimos cinco cursos
- Tabla 1b: Matriculados totales de los últimos cinco cursos
- Tabla 2: Perfiles de acceso y complementos formativos de los últimos dos cursos
- Tabla 3a: Investigadores participantes en los últimos cinco cursos, con sexenios
- Tabla 3b: Id., sin sexenios
- Tabla 4: Proyectos de investigación vinculados a los equipos de investigación en los últimos dos cursos
- Tabla 5: Actividades formativas desarrolladas durante los últimos dos cursos
- Tabla 6: Tesis presentadas en los últimos cinco cursos (con enlaces a ellas)
- EOS1: Número de estudiantes matriculados y asignados a cada línea de investigación
- EOS2: Procedimiento utilizado para la asignación de tutor, director, etc.
- EOS3: Composición de la CAPD TSC
- EOS4 (= EOS2): Procedimiento de presentación y aprobación de la defensa de la tesis doctoral
- EOS5: Guía de buenas prácticas para el doctorado en la UPM
- EOS7 (= Tabla 2): Evidencias de la aplicación de los criterios de admisión
- EOS8: Manual, Plan Anual, y Actas de la Comisión de Calidad de la ETSIT
- EOS9: Gestión y tratamiento de las reclamaciones y sugerencias del PDI, del PAS y de los doctorandos
- EOS10: Modelos de encuestas de satisfacción del PDI, del PAS y de los doctorandos
- EOS11: Actas de la CAPD TSC del curso 2019-20
- EOS12 (incl. Tabla 6): Acceso al repositorio documental y muestra de tesis defendidas
- EOS13: Resultados de encuestas de satisfacción del PDI, del PAS y de los doctorandos
- ESP4: Resultados de encuestas de egresados
- EMP1: Ejemplo de solicitud de preinscripción en el PD TSC
- EMP2: Ejemplo de carta de admisión en el PD TSC
- EMP3: Acta de constitución de la CAPD TSC
- EMP4: Ejemplo de convocatoria de la CAPD TSC del curso 2019-20
- EMP5: Ejemplo de compromiso de formación y supervisión del doctorando
- EMP6: Ejemplo de plan de investigación
- EMP7: Ejemplo de documento de actividades formativas
- EMP8: Ejemplo de solicitud de prórroga de estudios
- EMP9: Ejemplo de solicitud de baja temporal
- EMP10: Ejemplo de solicitud de cambio de dedicación

- EMP11: Ejemplo de solicitud de codirección de tesis
- EMP12: Ejemplo de solicitud de cambio de título de tesis
- EMP13: Reglamento de elaboración y evaluación de la tesis doctoral de la UPM
- EMP14: Criterios de calidad de las tesis doctorales de la UPM
- EMP15: Ejemplo de aprobación de rendimiento científico
- EMP16: Ejemplo de informe del director de tesis para la admisión a trámite de lectura
- EMP17: Ejemplo de propuesta de tres expertos externos
- EMP18: Ejemplo de solicitud de mención “Doctorado internacional”
- EMP19: Ejemplo de justificante de estancia internacional
- EMP20: Ejemplo de propuesta de tribunal de tesis
- EMP21: Ejemplo de autorización de la CD UPM para la defensa de la tesis
- EMP22: Ejemplo de aprobación de la CD UPM del tribunal de la tesis
- EMP23: Ejemplo de acta de defensa de tesis
- EMP24: Procedimiento recomendado por la UPM para la votación de la mención “cum laude”
- EMP25: Ejemplo de acta de mención “cum laude”
- EMP26: Ejemplo de ficha Teseo
- EMP27: Resumen de oferta de seminarios de formación para los cursos 2019-20 y 2020-21

CUMPLIMIENTO DE LOS CRITERIOS

Dimensión 1: Gestión del título

1. Criterio 1: Organización y funcionamiento

Estándar de evaluación:

El título se ha implantado de acuerdo al diseño aprobado en la memoria verificada y/o sus posteriores modificaciones, asegurando que se cumplen los objetivos del programa, que las actividades formativas, el aprendizaje y la evaluación son adecuados y que se aplican de manera consistente los requisitos de acceso y admisión.

1.1. El acceso y admisión al programa, y los complementos formativos cursados por los estudiantes se han desarrollado adecuadamente. Se debe mostrar que el programa de doctorado ha dispuesto de mecanismos que garanticen que el perfil de ingreso de los doctorandos sea adecuado y que su número sea coherente con las líneas de investigación del programa. Se debe valorar si el número de estudiantes de nuevo ingreso admitidos en el programa de doctorado no supera el previsto en la memoria de verificación para las diferentes modalidades y si la distribución de estudiantes entre las distintas líneas de investigación es coherente con las características del programa de doctorado. Además se debe valorar el funcionamiento de los criterios de admisión al programa y si el perfil de los estudiantes de nuevo ingreso admitidos coincide con el descrito en la memoria verificada. Finalmente se valorará la correcta asignación de los complementos formativos (si procede) y la pertinencia de los mismos en coherencia con el perfil de ingreso de los estudiantes al programa de doctorado.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- Informe de autoevaluación (aplicación de los criterios de admisión).
- Acceso a la plataforma habilitada por la universidad para la gestión del DAD y del plan de investigación.
- Tabla 1.- Datos de ingreso y matrícula. Esta tabla contiene información de datos de ingreso y matrícula de alumnos por curso académico de los últimos 5 años.
- Tabla 2.- Perfiles de acceso y complementos formativos. Esta tabla contiene información de los últimos 5 años.
- Resultados de satisfacción de los doctorandos y profesorado año a año respecto al funcionamiento del programa.
- Expedientes de estudiantes que han cursado complementos formativos, especificando la titulación previa, el complemento formativo y el número de ETCs requerido (opcional).

Justificación de la valoración:

El acceso y la admisión al PD TSC se han desarrollado adecuadamente, y siguen los procesos PR/CL/010 y 011 (Acceso y admisión de estudiantes de doctorado) del Sistema Interno de Garantía de Calidad (SGIC ver criterio 3) de la UPM. Mientras hay plazas vacantes, la preinscripción se encuentra abierta durante todo el curso, y la CAPD se reúne cuando es necesario para estudiar las solicitudes y reflejar en el acta de cada reunión la aprobación de admitidos en el PD para el curso correspondiente. Los próximos párrafos describen el proceso seguido durante el periodo evaluado. También hay abundante información al respecto en la sección de doctorado del servidor *web* del DSSR: <https://ssr.upm.es/doctorado>.

1. En general los estudiantes interesados en el PD se ponen en contacto por correo-e o en persona con el Coordinador del PD y el personal de apoyo de gestión del título para solicitar información y manifestar su interés en ser admitidos. Todas las solicitudes son contestadas para ofrecer información general sobre el programa, el procedimiento y los plazos para formalizar la preinscripción, y en su caso poner en contacto más concretamente, y desde el primer momento, al potencial doctorando con los profesores responsables de la línea en la que se muestra interesado, para concretar las posibilidades y viabilidad del trabajo de investigación que desea realizar.
2. Si esos primeros contactos son positivos, el estudiante presenta su preinscripción *online* a través de la plataforma Helios de la UPM: <https://upm.es/helios>. A continuación, el personal del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Doctorado comprueba si la titulación que presenta el candidato cumple los requisitos exigidos en el RD99/2011 para poder iniciar los estudios de doctorado y, si es el caso, aprueba el acceso y remite la solicitud de preinscripción a la CAPD para que proceda a la admisión o no en el PD TSC: ver EMP1.
3. A la vista de las solicitudes de preinscripción recibidas, la CAPD decide si admite a cada candidato, para lo cual valora los criterios aprobados en la memoria verificada:
 - expediente académico (40% de la valoración final);
 - experiencia profesional e investigadora (30%);
 - acreditación de conocimiento del inglés o del castellano para abordar sin dificultad la docencia impartida en ambos idiomas (10%);
 - carta(s) de recomendación (5%) y de motivación personal, si la(s) hay;
 - adecuación de la temática de interés específico manifestado con alguna de las seis líneas de investigación del PD TSC (5%);
 - entrevista con un miembro de la CAPD (10%).

Los criterios de admisión y los perfiles de ingreso previstos en la memoria verificada han resultado efectivos: como se puede ver en la Tabla 2, que recoge los perfiles de ingreso en los dos últimos cursos de acuerdo con la guía de evaluación, los 30 alumnos admitidos se ajustaron al perfil A, por lo que no fue necesario hacerles cursar complementos formativos. El perfil A es el de ingreso recomendado según la memoria verificada del PD TSC, que menciona “un título cuyas materias incluyan asignaturas relacionadas con el análisis y procesamiento de señal, sistemas multimedia, teoría de las comunicaciones, sobre todo a nivel físico, o sistemas de radiofrecuencia”. De esos 30 candidatos admitidos,

todos tenían títulos de grado y máster (o de ingeniería, equivalente según el RD967/2014) del área de TSC, con la única excepción de una graduada en Física por la UAM y máster en ingeniería de materiales por la UPM, a la que se consideró idónea para estudiar la resolución numérica de las ecuaciones de Maxwell mediante el método de elementos finitos, por lo que aun ella fue aceptada con perfil A.

Por otra parte, cuando un alumno es admitido, la CAPD le asigna un tutor académico y un director de tesis, que son la misma persona en la mayor parte de los casos. Para aquellas solicitudes de admisión de potenciales doctorandos que no han establecido contactos previos como los descritos en el primer punto de esta lista, se les intenta buscar tutores y directores entre los profesores de la UPM vinculados al PD TSC y especialistas en la línea de investigación elegida por los candidatos, de entre las seis especificadas en la memoria verificada. En todo caso, cada alumno admitido es asignado a la línea de investigación a la que está vinculado su director.

En general los alumnos son admitidos en régimen de dedicación completa, aunque también pueden solicitar tener dedicación parcial si lo justifican.

La admisión de cada alumno se completa formalmente en la plataforma (Tesis) Apolo de la UPM (https://upm.es/tesis_apolo), y la correspondiente carta de admisión, generada por la propia plataforma, es tramitada por el personal de apoyo del PD TSC y de la Subdirección de Posgrado e Investigación de la ETSIT, que la firma y envía por correo-e al doctorando: ver EMP2.

La Tabla 1a muestra la información relativa al número de plazas ofertadas, la demanda, el número de doctorandos admitidos y el de efectivamente matriculados de nuevo ingreso para cada curso de los últimos cinco ya vencidos. En concreto, el número de nuevos doctorandos describió un “diente de sierra”, pasando por 37, 21, 36, 8 y 13, y no llegando nunca al límite de 40 plazas ofertadas por año (ver también la justificación de la valoración global del criterio 1). En cambio, los alumnos que solicitaron el PD TSC como primera opción fueron siempre muchos: 69-85%. Por otra parte, una gran mayoría de los doctorandos de nuevo ingreso se matriculó a tiempo completo, pero a lo largo del periodo evaluado ha habido solicitudes de cambios de dedicación de completa a parcial, por lo que en ocasiones se ha superado el 20% de alumnos matriculados a tiempo parcial previsto en la memoria verificada.

La Tabla 1b compila los datos acumulados en esos cinco cursos, y revela que el número total de matriculados se ajustó a un patrón de tipo “montaña”: 44, 55, 80, 67 y 66. De ese total de matriculados, los doctorandos extranjeros siempre supusieron un 13-21%, i.e., uno de cada 5-8 aproximadamente, lo que da buena idea del grado de internacionalidad del PD TSC.

Es importante señalar que durante los dos primeros cursos del periodo evaluado (2015-16 y 2016-17) el actual PD TSC (regido por el RD99/2011) convivía con su antecesor (RD1393/2007) y otros dos aun más antiguos de los que ambos derivan. Esto es relevante sobre todo para la directriz 6.1, y por eso lo repetimos en la justificación de su valoración, pero también lo es para esta primera directriz: tanto en la Tabla 1a como en la 1b se puede observar cómo la “bolsa” de alumnos procedentes de PD extinguidos se ajustó, como el número total de matriculados, a un patrón de tipo “montaña”, creciendo primero hasta alcanzar su máximo en el curso 2017-18, y decreciendo lógicamente después. También repetimos en la directriz 6.1 el análisis del número de doctorandos asignados a las seis líneas de investigación del PD TSC durante los cursos 2018-19 y 2019-20, que está recogido en la Tabla 1 de la EMP0 (ver directriz 4.1): en resumen, agrupando esas seis líneas según la distinción clásica “señal vs. radio”, se dio un reparto casual pero perfectamente equilibrado de 23 doctorandos dedicados a las tres primeras líneas, de señal, y otros 23 a las tres últimas, de radio.

Según EOS13, se ha realizado encuestas específicas:

- A los egresados del PD TSC (ver ESP4), de los que ha participado un 90% para otorgar una notable valoración media de 7,6/10. En cuanto a la satisfacción general de los doctorandos respecto al funcionamiento del PD TSC relacionado con esta directriz, los resultados de las encuestas (ver EOS 10 en lo tocante a estudiantes) muestran también una valoración positiva, con una satisfacción global de 5,9-7,9. Destacan la sobresaliente valoración del profesorado y las notables valoraciones del resto de los bloques.
- Al PDI del PD TSC (ver EOS 10 en lo tocante al PDI) en la que ha participado el 30% del profesorado, manifestando muy buenas valoraciones medias de las Actividades Formativas (AF) (7,6/10), del funcionamiento de la CAPD (9,1) y de la normativa (8,4). Además, el resultado de las encuestas realizadas al PDI de la ETSIT, que fueron respondidas por 104/254 profesores, muestra una elevada valoración de la actividad investigadora y una notable valoración de las CAPD y de las AF en general.

1.2. La comisión académica se ha constituido de forma correcta y ha funcionado adecuadamente
Se debe demostrar la adecuación del perfil de los constituyentes de la comisión académica, la representatividad de las líneas de investigación en la misma y su ajuste a la normativa durante la totalidad del período evaluado. Además se debe valorar el buen funcionamiento de la comisión académica teniendo en cuenta aspectos como la periodicidad de sus reuniones, la pertinencia de las decisiones adoptadas y la adecuación y buen funcionamiento del procedimiento utilizado para la asignación de tutor y director de tesis del doctorando (cumplimiento de plazos, adecuación del perfil investigador del director a la materia de la tesis). En esta directriz también se debe valorar la adecuación y buen funcionamiento del procedimiento para el control del DAD y la certificación de los datos que en él se contienen, el procedimiento para la valoración anual del plan de investigación, el procedimiento de presentación y aprobación para la lectura de tesis doctorales, y la adecuación de todos estos aspectos a lo previsto en la memoria verificada.

Valoración: A (el estándar se logra completamente y además hay ejemplos de buenas prácticas).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (explicación de los procedimientos utilizados en esta directriz).**
- **Procedimiento utilizado para la asignación de tutor, director y evolución del plan de investigación.**
- **Composición de la Comisión Académica, con indicación y línea de investigación y equipo al que están asociados sus miembros.**
- **Acceso, a la plataforma habilitada por la universidad para la gestión del DAD y del plan de investigación. El acceso debe permitir la consulta de los expedientes de los doctorandos.**
- **Documentación relativa al procedimiento de presentación y aprobación para la tramitación de defensa de la tesis doctoral.**
- **Guía de buenas prácticas para la dirección de la tesis doctoral.**
- **Actas de las reuniones celebradas por la Comisión Académica y de la Comisión de garantía y calidad. Al menos las correspondientes al último año académico.**
- **Resultados de satisfacción de los doctorandos y profesorado año a año respecto al funcionamiento del programa.**

Justificación de la valoración:

La CAPD TSC se constituyó el 13-10-2015 (ver EMP3) y al final del periodo evaluado estaba formada por catorce miembros con voto (su Presidente, su Secretario, y dos Vocales de cada una de las seis líneas de investigación del PD), y a sus reuniones se invitaba también a dos alumnos del PD, como lo reflejan las actas de sus nueve reuniones celebradas durante el curso 2019-20: ver EOS11 y EOS3. Todos los miembros de la CAPD son especialistas de alto nivel con numerosos artículos publicados en revistas de los *Journal Citation Reports (JCR) Science Edition*, la mayoría del primer cuartil (Q1) de sus respectivas categorías. Además, tienen perfiles investigadores variados, que reflejan la diversidad de temas abarcados por el PD TSC, y participan en proyectos de investigación relevantes financiados por la UE o el plan estatal de I+D+i: ver Tablas 3a y 4.

Todas las reuniones de la CAPD del periodo evaluado fueron convocadas en tiempo y forma (ver EMP4), y tuvieron un desarrollo correcto y adecuado. Atendiendo a la EOS5, y en concordancia con los procedimientos PR/CL/012 (Seguimiento del doctorando) y PR/CL/014 (Trámites para la defensa de la tesis doctoral) del SGIC (ver criterio 3), la CAPD se reunió durante esos cinco cursos, como lo sigue haciendo en la actualidad, para tratar los asuntos de la siguiente relación. Como los trámites para alcanzar el título de doctor son muchos, para clarificar este proceso que de otra manera puede parecer complejo y farragoso a los doctorandos, hace tiempo se recogieron y clasificaron en una subsección específica del servidor *web* del DSSR ya mencionado al principio de la justificación de la valoración de la directriz 1.1 (<https://ssr.upm.es/doctorado/#tramites>: ver Figura 1 en EMP0). Además, recientemente se ha pretendido aclarar aun más este proceso con una infografía creada ex profeso: ver Figura 2 en EMP0.

TRÁMITES

[Trámites iniciales](#)[Trámites anuales](#)[Defensa de la Tesis](#)[Otros trámites](#)

TRÁMITES INICIALES

- + 1 - Acceso, admisión y matrícula
- + 2 - Asignación de Tutor y Director de Tesis
- + 3 - Matrícula inicial
- + 4 - Compromiso de formación y supervisión del doctorando

TRÁMITES ANUALES

- + 5 - Documento de Actividades
- + 6 - Plan de Investigación
- + 7 - Matrícula

DEFENSA DE LA TESIS

- + 8 - Informes sobre la calidad de la Tesis
- + 9 - Solicitud de conformidad para la presentación de la Tesis Doctoral
- + 10 - Matrícula y depósito de la Tesis Doctoral
- + 11- Defensa y evaluación de la Tesis Doctoral

Figura 1: Contenido de <https://ssr.upm.es/doctorado/#tramites>.

1. Admisión de estudiantes y designación de tutores y directores de tesis. Como ya hemos dicho en la directriz 1.1, la CAPD asigna un tutor académico y un director de tesis (a menudo la misma persona) a cada alumno admitido. El PD se encarga de gestionar un “Compromiso de formación y supervisión del doctorando” firmado por los (cinco o) seis principales actores del proceso: ver EMP5.
2. Evaluación de planes de investigación. Antes de terminar el primer año, cada alumno elabora un plan de investigación que incluye los objetivos y la metodología y previstos, y los medios y la planificación temporal para lograrlos. Luego se afina anualmente este plan, que el alumno debe cumplimentar y su director aprobar en la plataforma RAPI de la UPM ([https://upm.es/Estudiantes/Estudios Titulaciones/Estudios Doctorado/RAPI Informes](https://upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado/RAPI_Informes)). Los informes del alumno y las valoraciones emitidas por su director son analizados por la CAPD y, si todo está conforme, son aprobados: ver EMP6.

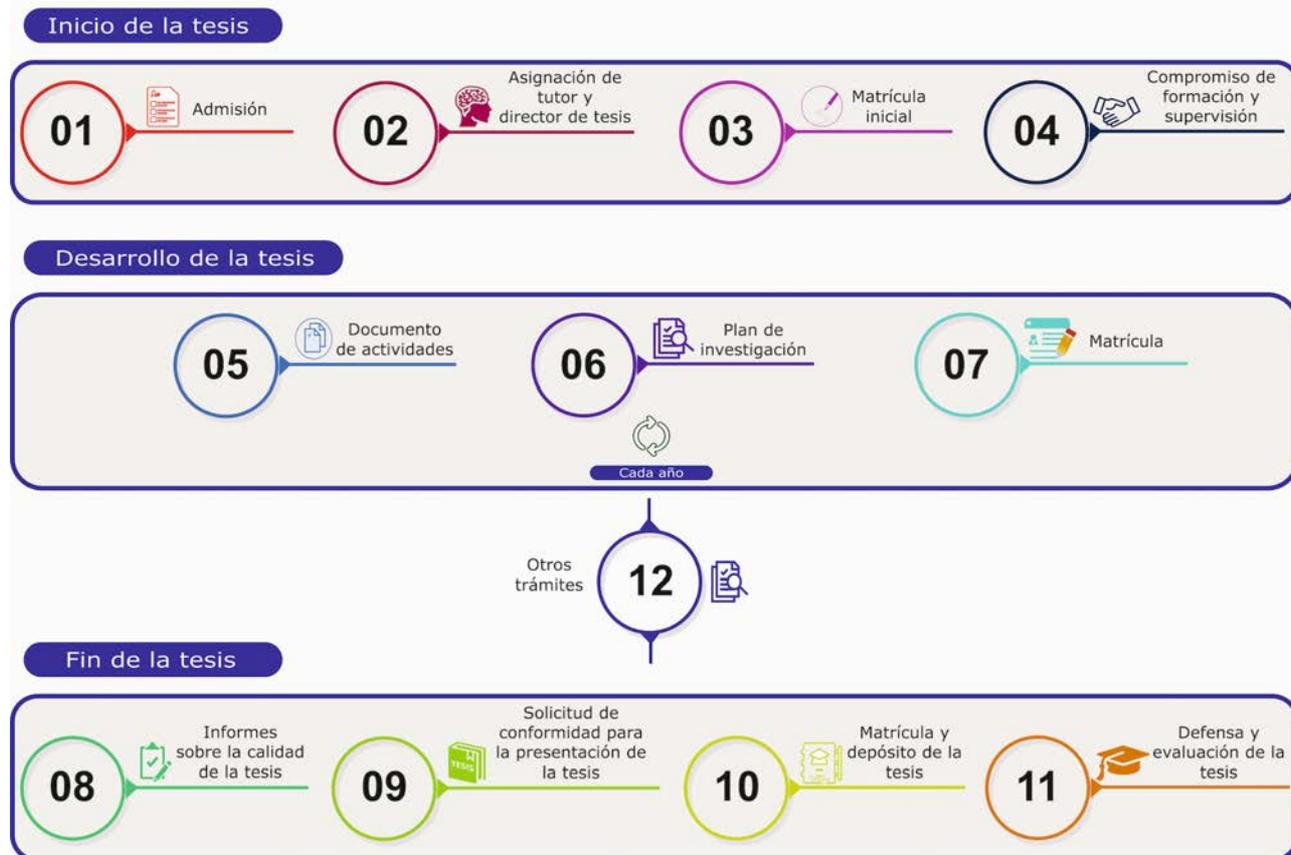


Figura 2: Infografía aclaratoria del proceso de realización de una tesis en el PD TSC (NB: los números indicados no se corresponden con los de la lista de este informe).

3. Control de Actividades Formativas (AF). Coincidiendo con el momento de evaluación de los planes de investigación, la CAPD revisa la marcha de las AF que están realizando los doctorandos. Antes del depósito de la tesis, y de acuerdo con lo especificado en el RD99/2011, cada doctorando debe presentar un documento que recoge las AF que ha realizado, y la CAPD debe aprobarlo para poder autorizar la presentación de la tesis: ver EMP7.
4. Evaluación de las solicitudes de codirección y cambio de título de tesis. Para solicitar una codirección de su tesis, el alumno ha de justificar su necesidad, y la CAPD analiza solicitud y justificación, Evaluación de las solicitudes de prórrogas, bajas temporales y cambios de dedicación. La CAPD TSC analiza dichas solicitudes de los alumnos, que deben estar debidamente justificadas para poder ser aprobadas, correspondiendo a la Comisión de Doctorado (CD) de la UPM su aprobación definitiva, que es comunicada al PD TSC y finalmente trasladada al alumno: ver EMP{8,9,10}.
5. valorando la adecuación y el nivel científico del codirector propuesto. Si procede, la CAPD solicita el alta en el PD TSC del codirector propuesto (si no forma ya parte de su profesorado) y aprueba la solicitud, siendo de nuevo la CD UPM quien procede a su aprobación definitiva: ver EMP11. Si el alumno solicita un cambio de título de su tesis, se sigue un procedimiento análogo: ver EMP12.
6. Control de calidad y admisión a trámite de defensa de tesis. De entre los procesos de esta lista, los relacionados con los indicios de calidad y la admisión de la tesis para su lectura son los más minuciosos, por lo que el anterior Coordinador del PD TSC no solo los recogió bajo <https://ssr.upm.es/doctorado/#defensa-tesis> sino que además creó un “curso” al efecto en el repositorio de Moodle de la UPM: <https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=10487>. Los doctorandos son matriculados en ese “curso”, que los guía gracias a dos listas de tareas encadenadas, tanto para entregar a la CAPD los informes sobre la calidad de su tesis como para solicitar la conformidad de la CAPD con su presentación a la CD UPM, que finalmente aprueba o no su defensa: ver Figura 3 en EMP0.

Programa de Doctorado en Tecnologías y Sistemas de Comunicaciones

[Área personal](#) / [Mis cursos](#) / [PD-TSC](#) / [Informes sobre la calidad de la Tesis](#) / [Tareas asociadas](#)

Tareas asociadas

Para llevar a cabo este trámite, se deberán realizar todas y cada una de las tareas que hay dentro de esta sección (una vez completada cada tarea se hará visible la siguiente):

- "Iniciar trámites"
- "Confirmación título Tesis"
 - Solo los estudiantes que **SÍ** soliciten un cambio de título deberán completar la siguiente tarea:
 1. "Solicitud cambio título"
- "Informe Director"
- "Reseña expertos"
- "Tesis"
- "Mención Doctor Internacional"
 - Solo los estudiantes que **SÍ** soliciten la mención "Doctor Internacional" deberán completar las tres tareas siguientes:
 1. "Solicitud mención Doctor Internacional"
 2. "Justificante estancia"
 3. "CV evaluadores extranjeros"
- "Informar a la CAPD - Calidad Tesis"
 - **IMPORTANTE: Hasta que no se complete esta última tarea no se tramitará ninguna de las solicitudes asociadas a las tareas anteriores.**

[Área personal](#) / [Mis cursos](#) / [PD-TSC](#) / [Solicitud de conformidad para la presentación de la Tesis Doctoral](#) / [Tareas asociadas](#)

Tareas asociadas

Para llevar a cabo este trámite, se deberán realizar todas y cada una de las tareas que hay dentro de esta sección (una vez completada cada tarea se hará visible la siguiente):

- "Iniciar trámites 2"
- "Propuesta tribunal"
- "Conformidad tribunal"
- "Compromiso financiación"
- "Publicación"
- "Documento actividades"
- "Tesis actualizada"
- "Informar a la CAPD - Presentación Tesis"
 - **IMPORTANTE: Hasta que no se complete esta última tarea no se tramitará ninguna de las solicitudes asociadas a las tareas anteriores.**

IMPORTANTE: Estas tareas solo estarán disponibles una vez se hayan completado todas las tareas de la sección "Informes sobre la calidad de la Tesis".

Figura 3: Listas de tareas encadenadas en el "curso PD-TSC" del repositorio Moodle de la UPM para (arriba) entregar a la CAPD los informes sobre la calidad de una tesis, y (abajo) solicitar la conformidad de la CAPD para para la presentación de esa tesis.

Según el "Reglamento de elaboración y evaluación de la tesis doctoral" de la UPM (ver EMP13), para poder presentar su tesis, el doctorando debe llevar matriculado como mínimo un año en el PD, tener aprobado el último informe anual, y haber superado las AF. También debe cumplir con los "Criterios de calidad de las tesis doctorales" de la UPM (ver EMP14), lo que desde el curso 2017-18 suele pasar por que el doctorando figure con la afiliación "Universidad Politécnica de Madrid" como autor de un artículo ya publicado o admitido para su publicación en una revista de los JCR, y clasificada al menos en el tercer cuartil (Q3) de su categoría: ver EMP15.

Además, en el PD TSC el doctorando debe aportar informes favorables de su director (ver EMP16) y de tres expertos externos, previamente propuestos por el doctorando (ver EMP17) y aprobados por la CAPD, que pueden sugerir correcciones en la tesis. Si el doctorando desea solicitar además la mención “Doctorado internacional”, debe aportar también justificante(s) de haber realizado la(s) estancia(s) correspondiente(s): ver EMP1{8,9}. De la misma manera, si solicita la mención “Doctorado industrial”, debe justificarlo (en el periodo evaluado, ningún doctorando del PD TSC pudo solicitar esta mención, pero en el curso 2020-21 ya tenemos un candidato).

Una vez que se han recibido todos los informes, y la versión final de la tesis (posiblemente corregida según las sugerencias de los tres expertos), la CAPD TSC aprueba su presentación y propone a la CD UPM un posible tribunal para su defensa, que suele ser el propuesto por el propio doctorando: ver EMP20. Todo ello se notifica al Rectorado de la UPM a través de la Subdirección de Posgrado e Investigación de la ETSIT, y la tesis queda “depositada” (i.e., publicada bajo [https://upm.es/Estudiantes/Estudios Titulaciones/Estudios Doctorado/Tesis/TesisDeposito](https://upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado/Tesis/TesisDeposito)) durante quince días, tras los que la CD UPM se reúne para autorizar la defensa de la tesis y aprobar el tribunal: ver EMP2{1,2}.

7. Defensa y evaluación de la tesis. Tras la defensa de la tesis, el tribunal cumplimenta y firma la correspondiente acta con la calificación (ver EMP23) y cada uno de sus miembros emite un voto confidencial para otorgar o no la mención “cum laude” a la tesis. Esto último se suele realizar ya siempre de manera electrónica, según lo recomendado en EMP24, de modo que los votos secretos y anónimos son recondados por el Presidente y el Secretario de la CAPD y, si todos son a favor de la mención “cum laude”, esta es otorgada. En todo caso, el Presidente y el Secretario de la CAPD TSC firman el acta correspondiente: ver EMP25.

Seguidamente, el personal de apoyo del PD TSC introduce la calificación final de la tesis en la aplicación Teseo (ver EMP26) y envía toda la documentación de la defensa a la Subdirección de Posgrado e Investigación de la ETSIT, donde se cierra el expediente y se traslada el acta a la Secretaría de alumnos de la ETSIT, en la que el recién doctor puede solicitar su título al cabo de un tiempo.

Es importante reseñar que, salvo acuerdo de confidencialidad previo, todas las tesis doctorales defendidas en la UPM se publican en el Archivo Digital de la UPM (<https://oa.upm.es/>), como se puede ver en la Tabla 6, que por eso forma parte de la EOS12.

Finalmente, también es importante mencionar los premios extraordinarios de doctorado de la UPM, que un recién doctor puede solicitar si su tesis ha obtenido la calificación de sobresaliente “cum laude”. En el periodo evaluado, tres alumnos del PD TSC obtuvieron este premio extraordinario: ver de nuevo Tabla 6.

Como ya hemos dicho en la directriz 1.1, según EOS13, se ha realizado encuestas específicas:

- A los egresados del PD TSC (ver ESP4), de los que ha participado un 90% para otorgar una valoración notable al funcionamiento de la CAPD.
- Al PDI del PD TSC (ver EOS 10 en lo tocante al PDI) en la que ha participado el 30% del profesorado, manifestando una sobresaliente valoración del funcionamiento de la CAPD (9,1/10), en consonancia con el resultado de las encuestas realizadas al PDI de la ETSIT.

1.3. Las actividades formativas propuestas en la memoria de verificación se han desarrollado e implementado conforme a lo establecido en la memoria verificada. Se debe valorar la correspondencia de las actividades formativas con las establecidas en la última memoria verificada del programa, su adecuación al nivel MECES 4 y a los objetivos del programa, además de sus procedimientos de control.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).
--

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (aplicación de los procedimientos utilizados e información de convenios vigentes con otros organismos (movilidad ofertada)).**
- **Acceso, a la plataforma habilitada por la universidad para la gestión del DAD y del plan de investigación. El acceso debe permitir la consulta de los expedientes de los doctorandos.**
- **Muestra del desarrollo y los procedimientos de control de las actividades formativas (a solicitud del panel).**

- **Tabla 5.- Actividades formativas impartidas. Esta tabla hace referencia a las actividades formativas impartidas en el programa de doctorado y reflejadas en la memoria de verificación.**
- **Resultados de satisfacción de los doctorandos y profesorado año a año respecto al funcionamiento del programa.**

Justificación de la valoración:

El PD TSC ha ofrecido y facilitado la formación investigadora, tanto común/transversal como específica en el ámbito de TSC, a través de las AF establecidas en la memoria verificada, que preveía permitir cierta flexibilidad en el número de horas de esas AF, pero siempre que el alumno cubriera en total un mínimo de 200h. En dicha memoria se establecieron tres clases de AF, una obligatoria y dos optativas, que constituyen una propuesta coherente y coordinada, organizada en función de las competencias que debe adquirir el doctorando. Los procedimientos de control seguidos han sido satisfactorios: fundamentalmente han sido los directores de tesis quienes han asesorado y sugerido a sus doctorandos qué AF realizar, comprobando siempre que fueran adecuadas para sus intereses y formación científica. Después, la CAPD ha verificado su cumplimiento exigiendo la acreditación de cada AF realizada para finalmente autorizar el depósito de la tesis.

A continuación, resumimos en qué han consistido, durante el periodo evaluado, la AF obligatoria y las dos optativas del PD TSC, y cómo se han adecuado a sus objetivos concretos, y en general al nivel 4 del Marco Español de Cualificación para la Educación Superior (MECES), equivalente al tercer ciclo del QF-EHEA del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

1. Seminarios de formación (AF obligatoria de 120h). Los seminarios de investigación han incluido una serie de actividades destinadas a profundizar en aspectos científicos y metodológicos relevantes para el PD TSC. La primera página de la EMP27 muestra el resumen de la oferta de seminarios del área de TSC en el caso del curso 2019-20. Lógicamente, los doctorandos deben complementar las horas reconocidas por esos seminarios (90h en total, para el curso 2019-20) con las reconocidas por cursar otros, bien transversales, quizá ofrecidos por otros departamentos o centros de la UPM, o bien específicos y no necesariamente ofrecidos por la UPM, sino por otras instituciones, en congresos, etc.: lo esencial es que esos seminarios estén intrínsecamente diseñados para doctorandos o tengan una orientación clara a la investigación, de acuerdo con el nivel MECES 4. En cualquier caso, las solicitudes de reconocimiento de horas de seminarios de formación fueron siempre rigurosamente examinadas por la CAPD TSC durante el periodo evaluado: ver EOS11.
2. Elaboración de artículos en revistas y congresos científicos (AF optativa de 90h; máx. 30h/año). Es primordial que el doctorando se familiarice, durante su etapa de formación, con el procedimiento de publicación de artículos científicos, lo que además le exige la normativa de la UPM para presentar su tesis desde el curso 2017-18 (ver punto 7 de la justificación de la directriz 1.2): esta AF se diseñó como optativa porque nada obliga al doctorando a publicar artículos en los primeros años de sus estudios, pero acaba siendo de hecho obligatoria en los últimos. Un requisito añadido, y recogido en la memoria verificada, es que el artículo esté redactado en inglés, porque es el idioma de casi todas las comunicaciones a congresos y todas las revistas de reconocido prestigio en el área de TSC.
3. Estancias en centros de investigación extranjeros con emisión de informe final (AF optativa de 480h). El PD TSC ha potenciado la realización de estancias de sus doctorandos en centros de investigación internacionales de prestigio, que han de tener tres meses de duración para cumplir con lo exigido por la mención "Doctorado internacional". Aunque esta AF es optativa, más de la mitad de los alumnos del PD TSC realizó alguna estancia durante el periodo evaluado, y casi la mitad obtuvo la mención: ver Tabla 6 y directriz 6.1. El alumno debe presentar, antes de realizar la estancia, un plan del trabajo previsto con el visto bueno de su director de tesis, que debe ir acompañado de la carta de admisión del centro de destino. A posteriori, el alumno debe presentar un informe sobre las tareas realizadas y los resultados obtenidos. Si entre esos resultados hay una publicación científica, el informe final puede sustituirse por la publicación.

Como ya hemos dicho en la directriz 1.1, según EOS13, se ha realizado encuestas específicas:

- A los egresados del PD TSC (ver ESP4), de los que ha participado un 90% para otorgar una valoración notable a las AF.
- Al PDI del PD TSC (ver EOS 10 en lo tocante al PDI) en la que ha participado el 30% del profesorado, manifestando una notable valoración media de las AF (7,6/10), en consonancia con el resultado de las encuestas realizadas al PDI de la ETSIT.

Aun así, dentro del proceso de mejora continua del PD TSC, en lo tocante a sus AF ya hemos ampliado su oferta de seminarios de formación: a pesar de las dificultades impuestas por la CoViD-19 en el curso 2020-21, inmediato posterior al periodo evaluado, hemos añadido un seminario a nuestra oferta propia/específica (ver segunda página de la EMP27); por otra parte, para ampliar la oferta común/transversal, estamos al habla con el responsable del Área Doctoral de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (AD TIC) de la nueva Escuela Internacional de Doctorado (EID) de la UPM, y además seguiremos recomendando a nuestros doctorandos consultar la oferta “aun más transversal” de la UPM, como ya veníamos haciendo.

Valoración global del criterio 1: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

El acceso y admisión de los alumnos al PD TSC se ha desarrollado según lo previsto en su memoria verificada, y la falta de problemas durante el periodo evaluado demuestra que sus mecanismos de acceso son adecuados. El perfil de los estudiantes de nuevo ingreso admitidos ha estado en el rango previsto en la memoria verificada y, aunque su número ha sufrido altibajos y concretamente ha sido escaso en los dos últimos cursos del periodo evaluado, el número total de alumnos matriculados se ha mantenido en el entorno de 70 en esos últimos cursos. Creemos que la caída de las nuevas matrículas es un problema estructural de la sociedad española, debido principalmente a la crisis económica que comenzó en 2017, pero en el PD TSC nos proponemos atacarlo desde dos frentes: por una parte, potenciar las actividades de difusión del programa, especialmente entre los alumnos de los másteres impartidos en la ETSIT, para que comprendan la utilidad de proseguir sus estudios a través de este PD; por otra parte, analizar la conveniencia de realizar modificaciones en su diseño para hacerlo más atractivo.

La CAPD TSC tiene una composición estable y muy sólida, atendiendo a la alta cualificación investigadora de sus miembros y a sus perfiles, que garantizan una representación equilibrada de las seis líneas de investigación del PD. La CAPD ha funcionado correctamente, con una periodicidad de sus reuniones casi mensual para la realización de todos los trámites pertinentes, como son la admisión de alumnos, la asignación de tutores académicos y directores de tesis, la aprobación de planes de investigación y AF de los doctorandos, y de los numerosos trámites necesarios para finalmente presentar y defender las tesis.

A este respecto, nos parece especialmente digno de mención, y esperamos que sea un valor diferencial del PD TSC respecto a otros, que sus doctorandos dispongan de información muy clara y estructurada acerca de todos los procesos relacionados con la tesis doctoral, y en especial con los trámites finales para su presentación y defensa. Esta información está accesible y muy estructurada gracias al anterior Coordinador del PD TSC, que la publicó tanto en la sección correspondiente del servidor *web* del DSSR (<https://ssr.upm.es/doctorado/#defensa-tesis>) como en las páginas del “curso” de Moodle que creó ex profeso (<https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=10487>), cuyas listas de tareas encadenadas guían a los doctorandos y recogen sus documentos de manera organizada.

Finalmente, las AF propuestas en la memoria verificada se han desarrollado adecuadamente y están en concordancia con el nivel MECES 4 y con los objetivos del PD TSC. Los procedimientos de control seguidos han resultado satisfactorios, siendo llevados a cabo fundamentalmente por los correspondientes directores, que han sugerido AF, comprobando siempre que fueran adecuadas para sus intereses y formación científica. La CAPD TSC ha verificado su cumplimiento exigiendo la acreditación de las AF realizadas para autorizar el depósito de cada tesis. El PD TSC tiene previsto seguir ampliando y concretando su oferta de seminarios de formación con la participación de las entidades colaboradoras del PD y el AD TIC de la nueva EID de la UPM.

2. Criterio 2: Información y transparencia

Estándar de evaluación:

La institución dispone de mecanismos para comunicar de manera adecuada, clara, precisa y objetiva las características del programa y los procesos que garantizan su calidad para todos los grupos de interés.

2.1. La universidad ha dispuesto de mecanismos para comunicar una información completa y actualizada sobre las características y resultados del programa de doctorado, así como de los procesos que garantizan su calidad. Se debe valorar la difusión y publicidad del programa, su identidad, la información disponible sobre el acceso y admisión, sobre las actividades formativas, acciones de movilidad, personal docente e investigador del título, infraestructuras,

servicios y dotaciones, normativa e información oficial así como sobre el sistema de garantía de calidad de la titulación.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (valoración de la información disponible, que incluirá una breve descripción de los servicios de orientación académica, profesional y para la movilidad de los estudiantes).**
- **Web del programa.**
- **Actas de las reuniones celebradas por la Comisión Académica y de la Comisión de garantía y calidad. Al menos las correspondientes al último año académico.**

Justificación de la valoración:

La difusión del PD TSC se realiza principalmente mediante la sección de doctorado del servidor *web* del DSSR (<https://ssr.upm.es/doctorado>), ya mencionada en la directriz 1.1, cuyas páginas *web* son completadas, ascendiendo en la jerarquía universitaria, por las de la ETSIT y la UPM: respectivamente <http://etsit.upm.es/estudios/doctorado/programas-de-doctorado.html> y https://upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado. El proceso del SGIC de la UPM relacionado con la publicación de la información es el PR/ES/004.

La *web* del propio PD TSC (la primera de las mencionadas más arriba) es actualizada regularmente por el Coordinador y el personal de apoyo del PD TSC, y contiene sobrada información para doctorandos, tanto potenciales como ya matriculados. Los visitantes de esta *web* pueden consultar la memoria verificada (editada para omitir información personal de investigadores) y documentarse sobre:

- el proceso de acceso al PD, incluyendo el número de plazas de nuevo ingreso, los requisitos y criterios de admisión, y los perfiles de ingreso;
- la normativa oficial de doctorado, tanto a nivel nacional como de la UPM y del PD TSC, incluyendo lo relativo al seguimiento y a la supervisión de la tesis, y a los trámites para su presentación y defensa;
- las seis líneas de investigación del PD, y los Grupos de investigación de la UPM participantes en ellas;
- las AF, con especial énfasis en los seminarios de formación.

Valoración global del criterio 2: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

La información sobre el PD TSC está disponible en las páginas *web* del DSSR, la ETSIT y la UPM. En la *web* del PD TSC (i.e., la sección de doctorado de la del DSSR: <https://ssr.upm.es/doctorado>), se ofrece toda la información relevante y necesaria del mismo, incluyendo la relativa al proceso de acceso, admisión y matrícula, y detalles acerca de las áreas de trabajo sobre las que se puede realizar una tesis doctoral dentro de las líneas de investigación del PD y sus equipos asociados.

Creemos por lo tanto que la información publicada por el PD TSC es adecuada para darlo a conocer, y que merecen especial mención, como ya dijimos para justificar las valoraciones de la directriz 1.2 y del criterio 1, la sección de la *web* del PD TSC relativa a los muchos trámites de defensa de la tesis (<https://ssr.upm.es/doctorado/#defensa-tesis>) y el “curso” de Moodle creado para guiar mediante tareas encadenadas a los doctorandos: <https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=10487>.

3. Criterio 3: Sistema Interno de Garantía de Calidad (SGIC)

Estándar de evaluación:

La institución dispone de un Sistema de Garantía Interna de la Calidad formalmente establecido e implementado que permite recopilar, analizar y usar la información pertinente para la gestión eficaz del programa de doctorado y realizar el seguimiento, la evaluación y la mejora continua.

3.1. El SGIC puesto en marcha dispone de un órgano responsable en el que se encuentran representados los principales agentes implicados en el programa de doctorado. Se debe valorar que el órgano responsable del SGIC haya realizado un adecuado seguimiento interno del programa dando respuesta a las recomendaciones y advertencias de los agentes

implicados, que haya propuesto actualizaciones y modificaciones y que desde el SGIC se coordine la propuesta de planes de mejora o memorias de calidad que recojan las actuaciones acordadas, además del funcionamiento del sistema de quejas, reclamaciones y sugerencias. En el caso de programas interuniversitarios, se debe valorar el funcionamiento de los mecanismos y procedimientos de coordinación entre las universidades participantes.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (valoración del SGIC).**
- **Web del programa.**
- **Actas de las reuniones celebradas por la Comisión Académica y de la Comisión de garantía y calidad. Al menos las correspondientes al último año académico.**
- **Resultados del funcionamiento del SGIC: Memoria anual de funcionamiento y Plan de mejora.**
- **Composición de la Comisión del SGIC y documentos que contengan las decisiones, acciones a emprender, propuestas de mejora y evidencias de su seguimiento.**
- **Gestión y tratamiento de las reclamaciones y sugerencias de los estudiantes. Registro de consultas realizadas.**
- **Procedimiento de recogida de información y modelos en vigor para la medición de la opinión y satisfacción de los principales grupos de interés.**

Justificación de la valoración:

El SGIC está articulado en la UPM a nivel de centro, y el actual de la ETSIT es el resultado de la revisión y mejora de su SGIC inicial (cuyo diseño fue certificado por la ANECA en 2010), teniendo en cuenta las modificaciones y el nuevo enfoque del SGIC-UPM 2.1, que se encuentra en fase de implantación. Actualmente, la ETSIT está sometiéndose a una pre-auditoría interna para preparar la participación en la fase de Certificación de la Implantación del SGIC, del programa SISCAL, cuya convocatoria gestiona la Fundación para el Conocimiento madri+d y cuyo protocolo de evaluación contempla los requisitos básicos para un sistema de garantía interna de la calidad de los centros universitarios, de acuerdo con los Criterios y Directrices para el aseguramiento de Calidad en el EEES y con el protocolo de certificación establecido por la Conferencia General de Política Universitaria.

Queremos señalar que, para afrontar la renovación de la acreditación de sus PD, la UPM ha incorporado a su SGIC genérico algunos procesos específicos que ayudan a garantizar la calidad de sus PD. Estos procedimientos han sido elaborados contemplando la normativa en vigor, tanto externa como interna, relativa a este nivel de estudios académicos, a la que ya daban cumplimiento los programas de la UPM, y los requisitos que recoge la guía de evaluación.

Como se indica en el Manual de Calidad del SGIC del Centro (ver EOS 8), cuyos procesos fueron actualizados por última vez en la Junta de Escuela del 20-10-2020, aparecen los agentes más directamente implicados en el control y desarrollo del SGIC: el Responsable de Calidad de la ETSIT y una Comisión de Calidad. De esta forma, se indica que, de manera general y para todos los títulos de la ETSIT, el responsable del SGIC es el Director de la ETSIT, que delega sus funciones en relación con este tema en el Adjunto a Dirección para Calidad y Acreditación. Para desarrollar su cometido, este recibe soporte y asesoramiento de los miembros de la Unidad de Calidad. Por otra parte, para articular la participación de los grupos de interés en la toma de decisiones relacionadas con este tema, la ETSIT tiene una Comisión de Calidad, que es el órgano responsable de coordinar el diseño, la implantación, desarrollo y seguimiento del SGIC, que engloba a todos los títulos oficiales responsabilidad de la ETSIT, actuando además como uno de los vehículos de comunicación interna de la política, objetivos, planes, programas, responsabilidades y logros de este sistema.

La Comisión de Calidad de la ETSIT está compuesta por: su Director, que ostenta la Presidencia de la Comisión, su Subdirector Jefe de Estudios, su Adjunto a Dirección para Calidad y Acreditación, su Subdirector de Posgrado e Investigación, sus Coordinadores de Máster y Grado, su Administrador, un estudiante propuesto por su Junta de Delegados, un miembro de su Personal de Administración y Servicios (designado por el Director), y un Técnico de Apoyo de la Unidad de Calidad, que ejerce de Secretario (actualmente, Secretaria). La Comisión de Calidad de la ETSIT se reúne varias veces al año, tras ser convocada por su Secretaria por orden de su Presidente. La Secretaria levanta acta de cada sesión, que

es aprobada en la misma o en la siguiente sesión y se hace pública en las páginas *web* de la ETSIT, quedando a disposición de toda la comunidad universitaria: ver EOS8.

El SGIC se revisa periódicamente según se establece en el Manual de Calidad (ver EOS8) y en el proceso PR/ES/001 (Elaboración y revisión del Plan Anual de Calidad), según los cuales la ETSIT revisa y aprueba su Política y Objetivos de Calidad. Es en este proceso donde los grupos de interés representados a través de los diferentes agentes que intervienen (Responsable de Calidad, Comisión de Calidad, responsables del proceso afectado y Junta de Escuela), tras realizar un análisis de los resultados de los procesos del sistema, realizan la revisión de los mismos y establecen los cambios necesarios en la Política de Calidad, en su caso, y los nuevos objetivos emanados de la misma, a partir de los que se identifican las correspondientes acciones de mejora de los procesos afectados.

Estas acciones conforman el Plan Anual de Calidad (ver EOS8) que, además de estas actuaciones concretas a desplegar, recoge los responsables correspondientes y las tareas asociadas a las mismas, para su seguimiento y mejora. El Plan Anual de Calidad incluye las acciones de mejora necesarias una vez analizados los siguientes aspectos: el logro de los resultados de aprendizaje, la medida de la satisfacción de los grupos de interés y el desempeño de los diferentes servicios a partir de los informes anuales que realiza cada uno de ellos. Dicho Plan se realiza por cursos académicos, es aprobado en junio del curso anterior y durante el curso de aplicación se revisa para realizar el seguimiento de las acciones en noviembre y en marzo. También recoge las propuestas de mejora y recomendaciones resultantes de los procesos de evaluación externa tanto del SGIC como de las diferentes titulaciones en los procesos de renovación de la acreditación o de otras acreditaciones internacionales (ABET o EURACE/EURO-INF).

En el proceso PR/ES/007 (Seguimiento de Programas de Doctorado) se describe el mecanismo mediante el cual la ETSIT realiza el seguimiento de la implantación y del desarrollo de los diferentes PD, a fin de facilitar la toma de decisiones de mejora, asegurar la calidad de los resultados obtenidos (garantía interna de calidad), y disponer de mecanismos y protocolos necesarios para una adecuada rendición de cuentas, garantizando la publicación de la información dirigida a los diferentes grupos de interés (garantía externa de calidad). A través de este proceso, se recopila información de todos los otros procesos que afectan al doctorado, que luego se proporciona a cada Coordinador de PD para que cumplimente un informe de seguimiento. En cada uno de estos informes, el Coordinador propone acciones de mejora, que después son trasladadas al proceso PR/ES/001 mencionado más arriba, a través del cual dichas acciones de mejora se despliegan en tareas concretas, cuyo desarrollo es sometido a seguimiento.

El Adjunto a Dirección para Calidad y Acreditación de la ETSIT y su Subdirector de Posgrado e Investigación realizan reuniones con los Coordinadores de cada PD y envían información para el análisis de resultados y el establecimiento de medidas de mejora, en caso necesario. Los resultados de los PD son publicados en las páginas *web* de Calidad de la ETSIT.

Finalmente, queremos mencionar el procedimiento mediante el que se gestionan las Sugerencias, Quejas y Felicidades (SQF) que se pueden presentar en la ETSIT a través de <https://sqf.etsit.upm.es/sqfApp/index.php>, o de los informes de los alumnos en Junta de Escuela: es el proceso PR/SO/006 (Gestión de sugerencias, quejas y felicitaciones), y asegura que cada una de ellas es tratada por la unidad organizativa adecuada, y que el interesado puede conocer su estado de gestión y su resolución: ver EOS9.

3.2. El SGIC implementado dispone de procedimientos para la recogida y análisis de la satisfacción de los doctorandos, tutores, directores, doctores egresados así como de otros grupos de interés para supervisar el desarrollo del programa de doctorado, analizar sus resultados y determinar las actuaciones oportunas para su mejora. Se debe valorar especialmente el funcionamiento de los mecanismos de recogida de información sobre el funcionamiento de la comisión académica, el seguimiento del DAD y de su plan de investigación, la evaluación de los resultados del programa de doctorado, y la propia difusión de sus resultados.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- Informe de autoevaluación (valoración del SGIC).
- Web del programa.
- Actas de las reuniones celebradas por la Comisión Académica y de la Comisión de garantía y calidad. Al menos las correspondientes al último año académico.

- **Resultados del funcionamiento del SGIC: Memoria anual de funcionamiento y Plan de mejora.**
- **Procedimiento de recogida de información y modelos en vigor para la medición de la opinión y satisfacción de los principales grupos de interés.**
- **Resultados de satisfacción de los doctorandos y profesorado año a año respecto al funcionamiento del programa.**

Justificación de la valoración:

Los procesos del SGIC relacionados con la recogida y análisis de información relevante para el análisis y mejora de diversos aspectos de la gestión del PD son los siguientes.

- En relación con el análisis de la satisfacción de los distintos grupos de interés:
 - PR/SO/008 (Sistema de encuestación UPM: encuestas al PAS, PDI y alumnos, egresados y empleadores): este proceso describe el sistema que utiliza la UPM para la realización de estudios y análisis sobre diferentes aspectos clave de la universidad, con el objetivo último de rendir cuentas a la sociedad, proporcionando información sobre el grado de cumplimiento de los fines que le han sido encomendados, la calidad de los servicios que ofrece y su mejora continua, así como proporcionar información necesaria para la toma de decisiones a todos los agentes intervinientes en la gestión: ver EOS10, EOS13 y ESP4. Cuando los datos obtenidos en los estudios mencionados no son suficientes como para que los responsables del programa dispongan de información necesaria, puede llevar a cabo encuestas, *focus groups* u otros sistemas para obtener dicha información a través del...
 - PR/SO/005 (Medición de la satisfacción e identificación de necesidades): este proceso describe la manera de medir y analizar el nivel de satisfacción de los diferentes grupos de interés o identificación de necesidades, respecto a una variable propuesta por una unidad de la ETSIT, así como de otras variables surgidas a partir del Plan Anual de Calidad (ver EOS8), para contribuir a la mejora continua de los servicios y el sistema de gestión de la ETSIT.

Los registros y evidencias de estos procesos de aplicación al PD TSC son los siguientes:

- Encuesta de satisfacción del PDI: se ha realizado una encuesta específica al PDI de este PD. Además, se realiza una encuesta *online* con periodicidad bienal, en la que cada profesor expresa, de forma individual y anónima, su satisfacción con relación a diversos aspectos de su labor docente, tanto relacionados con los servicios e infraestructuras como con los medios y recursos disponibles.
- Encuesta de satisfacción del PAS: también se realiza una encuesta *online* con periodicidad bienal, que recoge la satisfacción del personal en relación con aspectos vinculados con el desempeño de su actividad laboral, así como con los medios y recursos disponibles en su puesto de trabajo.
- Encuesta de satisfacción de los doctorandos: se han realizado encuestas tanto a egresados como a estudiantes de este PD de los últimos tres cursos, en la que se recogen diversos aspectos: admisión e información pública, medios materiales, actividades formativas, profesorado, orientación académica, etc.
- En relación con el funcionamiento de la CAPD, el seguimiento de las actividades del doctorando y su plan de investigación y la valoración de los resultados del propio PD:
 - PR/ES/007 (Seguimiento de Programas de Doctorado): este proceso, ya descrito en el apartado 3.1, recoge información procedente de todos los procesos directamente relacionados con el doctorado y permite a los coordinadores realizar una reflexión sobre el funcionamiento general de sus PD, la efectividad del seguimiento que se realiza de las actividades del doctorando y los resultados generales obtenidos.
- En relación con la publicación y difusión de los resultados del programa de doctorado:
 - PR/ES/004 (Publicación de la información): este proceso describe cómo la ETSIT hace pública toda la información que se genera para el conocimiento de la comunidad universitaria y la rendición de cuentas a los distintos grupos de interés.

Por tanto, el SGIC implantado garantiza la recogida y análisis continuo de información y de los resultados relevantes para la gestión eficaz del programa, en especial de los resultados de aprendizaje y la satisfacción de los grupos de interés. El conjunto de todos ellos permite la toma de decisiones encaminadas a la

mejora continua del programa de doctorado. El resultado del proceso completo es el plan de mejoras que se define anualmente para la ETSIT, y que puede consultarse en el Plan Anual de Calidad.

Valoración global del criterio 3: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

Tanto la UPM como la ETSIT disponen de un SGIC formalmente establecido que dispone de procedimientos y mecanismos suficientes para supervisar el desarrollo del PD TSC, analizar sus resultados y determinar las actuaciones oportunas para su mejora.

Este SGIC dispone de procedimientos implantados para la recogida y análisis de la satisfacción de los doctorandos con la formación que ofrece este PD, de sus doctores egresados, así como de otros grupos de interés, cumpliendo lo recogido en las normativas internas y externas a la universidad, y los requisitos que recoge la guía de evaluación.

Dimensión 2: Recursos

4. Criterio 4: Personal académico

Estándar de evaluación:

El profesorado ha de poseer la formación adecuada y experiencia investigadora actualizada para cumplir los objetivos del programa de doctorado, y ha de ser suficiente en número y dedicación para cubrir las tareas principales del programa: la tutoría, la dirección de tesis, la impartición y la evaluación de las actividades formativas, y la gestión del programa.

4.1. El personal académico del título ha sido suficiente y adecuado en términos de formación y experiencia investigadora, y su número y perfil investigador es coherente con las características del programa de doctorado y suficiente para el número de doctorandos matriculados. Se debe valorar que un porcentaje mínimo del 60% de los investigadores doctores participantes en el programa posean experiencia investigadora vigente acreditada, que cada uno de los equipos de investigación que conforman el programa cuenta con, al menos, un proyecto competitivo en ejecución en temas relacionados con las líneas de investigación del programa, que las líneas de investigación asociadas a los equipos de investigación mantienen su vigencia y calidad investigadora, y la adecuación del perfil investigador de los tutores y directores de tesis a los objetivos y naturaleza del programa.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- Informe de autoevaluación (valoración del personal académico).
- Número de estudiantes asignados a cada línea de investigación del programa en los últimos 3 años.
- Tabla 3.- Investigadores participantes en el programa en los últimos 5 años (directores, tutores y miembros de la Comisión Académica. Esta tabla analiza la información de los profesores/investigadores participantes en el programa en los últimos cinco años. Se tendrán en cuenta los directores y codirectores de tesis, los tutores y los miembros de la Comisión Académica.
- Tabla 4.- Proyectos de investigación vinculados a los equipos concedidos en los últimos 5 años (uno por equipo). Esta tabla contiene información sobre los proyectos de investigación de los últimos cinco años, asociados a cada uno de los equipos de investigación reflejados en la memoria de verificación.

Justificación de la valoración:

Cuando se implantó el PD TSC, su personal académico ya contaba con más de ochenta investigadores. Desde entonces, las relaciones del PD con otros organismos de investigación, nacionales e internacionales, y con empresas del sector, han supuesto un aumento del personal de todas sus líneas de

investigación. Las Tablas 3a y 3b, y la Tabla 1 de la EMP0 muestran que durante los cinco cursos evaluados más de cien investigadores participaron como directores de tesis, tutores o miembros de la CAPD.

Línea de investigación	señal			radio			Σ
	1	2	3	4	5	6	
Profesores de la UPM en Tabla 3a	18	10	4	11	5	16	64
Investigadores en Tabla 3b	10	5	3	7	11	6	42
Doctorandos en Tabla 4 (2 cursos)	5	10	8	7	11	5	46
Proyectos en Tabla 4 (id.)	23	14	22	8	9	14	90

Tabla 1: Personal y proyectos de las seis líneas de investigación del PD TSC.

Todos ellos tienen amplia experiencia investigadora, como lo requiere el PD TSC: los 64 profesores de la UPM de la Tabla 3a, que pudieron solicitar sexenios durante el periodo evaluado, tienen su último sexenio “vivo”/activo en su gran mayoría (más del 80%), y los otros 42 investigadores (de la UPM o no) de la Tabla 3b, que no pudieron solicitar sexenios por su situación profesional, cuentan con publicaciones de gran calidad, como lo demuestran sus índices h (de Clarivate *Web of Science*), que hemos decidido reflejar en la última columna por estimar que no habría sido representativo, para profesores eméritos o noveles, listar sus publicaciones de los últimos cinco años.

De estos últimos 42 investigadores, nueve pertenecen a centros, universidades, agencias o empresas de otros países de todo el mundo (incl. América y Oceanía), lo que demuestra la vocación internacional del PD TSC. Además, varios trabajan para empresas nacionales o extranjeras, lo que esperamos derive en la próxima incorporación de doctorados industriales: como ya dijimos en la directriz 1.2, durante el periodo evaluado ninguna tesis pudo solicitar esa mención, pero actualmente ya hay una en desarrollo que se enmarca en el convenio de colaboración que tenemos preparado para que la UPM lo firme con la empresa Huber+Suhner AG, radicada en Suiza.

Las seis líneas de investigación del PD TSC planteadas inicialmente en su memoria verificada siguen teniendo plena vigencia, y engloban el conjunto de conocimientos en los que se fundamenta el PD. En cuanto a los equipos asociados a esas líneas, los Grupos de investigación de la UPM integrados en ellos son punteros, como lo atestigua la larga lista de proyectos de la Tabla 4. Es importante resaltar que la Tabla 4 solo recoge los proyectos con financiación pública y que además, siguiendo las instrucciones de la guía de evaluación, hemos restringido esa lista a los dos últimos cursos evaluados para que contenga solo 90 proyectos y 361 filas, en lugar de las casi mil que habría contenido para los cinco cursos.

A continuación resumimos la actividad de cada línea de investigación del PD TSC.

1. Tratamiento de señal en estimación, detección y comunicaciones: en esta línea de investigación colaboran el Grupo de Aplicaciones del Procesado de Señal (GAPS) y el Grupo de Procesado de Datos y Simulación (GPDS). La actividad en este ámbito está siendo reorientada hacia un mayor contenido en aprendizaje automático con redes neuronales profundas. La experiencia del equipo asociado a esta línea de investigación en el procesado de señal ahora percibe la estimación como un proceso de inferencia o regresión, y la detección como un proceso de clasificación supervisado. Ello le ha permitido ampliar el rango de aplicaciones que, si bien sigue teniendo una importante componente en comunicaciones (e.g., radio cognitiva, detección de ataques a redes y gestión óptima de recursos radio), se ha extendido además a otras áreas como la genómica, el diagnóstico médico y la navegación autónoma. Este equipo pone especial énfasis en los modelos generativos basados en autocodificadores variacionales o redes adversarias, junto con el aprendizaje profundo por refuerzo, en escenarios mono- y multi-agente. Esta actividad se ha puesto de manifiesto en varios proyectos europeos y nacionales, que a su vez conllevan una más estrecha relación con sectores industriales que en el futuro serán garantía de transferencia tecnológica, y ha dado lugar a doce de las tesis de la Tabla 6.
2. Sistemas audiovisuales: en esta línea, el Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI) participa activamente en proyectos de investigación españoles e internacionales, obtenidos fundamentalmente en convocatorias públicas competitivas. Es un grupo reconocido internacionalmente que ha contribuido sustancialmente a las actividades de normalización de *Moving Picture Experts Group* (MPEG) y *Video Quality Experts Group* (VQEG), y mantiene colaboraciones con las empresas Huawei Software Technologies (CN), Netflix (US), Facebook (US) y Google (US). Asimismo, ha sido el líder de las pruebas de evaluación subjetiva para la elaboración de la norma internacional ITU-T P.919, *Subjective test methodologies for 360° video on head-mounted displays*, publicada en octubre de 2020, y ha obtenido

seis premios en esta línea de investigación entre 2017 y 2020. Durante el periodo evaluado, seis doctorandos del GTI completaron sus tesis (ver Tabla 6), y dos de ellos las desarrollaron bajo convenios específicos con la empresa Airbus, aunque no pudieron solicitar la mención “Doctorado industrial” por no estar directamente contratados por la empresa (y lógicamente tampoco figuran en la Tabla 4).

3. Sistemas de telecomunicación multimedia: en esta línea, el más activo es el Grupo de Aplicación de Telecomunicaciones Visuales (GATV), que ha participado en más de 40 proyectos de investigación durante el periodo evaluado. De ellos, quince han sido financiados por el programa europeo H2020, gracias a lo cual se ha reforzado la cooperación con muchas entidades de renombre en Europa. Asimismo, durante estos años se ha firmado un acuerdo para dirigir la cátedra RTVE en la UPM sobre tecnología audiovisual, y participado en el Foro UHD, y en varios otros foros internacionales de I+D+i en colaboración con empresas como la New European Media Initiative. Esta línea ha producido cinco de las tesis doctorales de la Tabla 6 y más de 40 publicaciones en revistas indexadas en los JCR.
4. Tecnología y sistemas de radiofrecuencia para aplicaciones de teledetección y telecomunicaciones: en esta línea colaboran el Grupo de Microondas y Radar (GMR) y el Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GTIC). Ambos cuentan con una larga trayectoria docente, investigadora y de innovación en el ámbito de las tecnologías de radiofrecuencia y su uso en sectores diversos como comunicaciones, defensa, seguridad, transporte y espacio. Tanto GMR como GTIC son líderes en el desarrollo de estas tecnologías en España. La investigación en estos campos se financia con fondos obtenidos con proyectos públicos competitivos y con contratos con empresas del sector de radiofrecuencia y radar. Respecto a los primeros, cabe destacar proyectos de los planes estatal y regional de I+D+i, y europeos (H2020 y ESA). En cuanto a la financiación privada, la colaboración con Indra es permanente y muy dilatada en el tiempo, lo que permite la transferencia de las investigaciones al sector industrial español. Durante el periodo evaluado, este equipo ha firmado o mantenido acuerdos para dirigir las cátedras Huawei, Indra, Isdefe y Telefónica Economía Digital en la UPM, siendo estas empresas líderes en los sectores en los que se encuadra esta línea. Su producción científica ha sido de cuatro de las tesis de la Tabla 6 y más de 40 artículos en revistas indexadas en los JCR.
5. Antenas y tecnologías de radiofrecuencia para sistemas de comunicaciones: en esta línea, el Grupo de Radiación (GR) es un referente nacional e internacional en los ámbitos de diseño, análisis y medida de antenas, así como en caracterización de comunicaciones en sistemas de satélite. Ha recibido financiación tanto a través de proyectos competitivos del plan estatal de I+D+i y de fondos europeos (H2020 y ESA), como a través de contratos con empresas del sector de radiofrecuencia. Uno de sus miembros es el *vice-chair* de EurAAP, la asociación europea de antenas y propagación de ondas. También se siguen manteniendo contratos de investigación con las empresas más importantes del sector, como Microwave Vision Group en el área de medida de antenas, o Indra, entre otras. El Laboratorio de Ensayos y Homologación de Antenas, acreditado ISO17025, sigue prestando sus servicios a las empresas más importantes del sector como Airbus, Ericsson, Rhode&Schwarz, Indra, Thales Alenia Space, etc. Además, el GR mantiene colaboraciones activas con muchas universidades de prestigio en todo el mundo como KTH (SE), UNAM (MX), y Tokyo Tech (JP). Cinco de las tesis de la Tabla 6 fueron realizadas por doctorandos de este equipo.
6. Nuevas tecnologías y técnicas de diseño de antenas y dispositivos pasivos de microondas, milimétricas y teraherzios: en esta línea participan varios Grupos de investigación del Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería de la ETSIT y el Grupo de Electromagnetismo Aplicado (GEA) del DSSR, que tiene más de veinte años de experiencia en el desarrollo de herramientas *software* para el análisis y diseño de dispositivos pasivos, estructuras periódicas y antenas para aplicaciones espaciales. El GEA implementado métodos numéricos eficientes en electromagnetismo computacional, y diseña, construye y mide diferentes componentes en guía de onda y subreflectores dicróicos, algunos de ellos para satélites de telecomunicaciones (Hispasat-1A-B-C-E, Artemis, Sesat, Astra-1K-3B-1M, Europe*Star, Newbird, Sky-Bridge, Eutelsat-W2A, Amazonas-2-5, etc.) y misiones científicas (Mars & Venus Express, Rosetta, Herschel-Planck, Bepi-Colombo). El GEA participa activamente en varios proyectos de investigación de convocatorias públicas competitivas nacionales y europeas, y en particular ha liderado varios proyectos de la ESA y actualmente participa en el proyecto ARIADNE (H2020 5G PPP). Asimismo, participa en proyectos con empresas de comunicaciones, como Telefónica y Metawave (US) y del sector espacial, como Airbus y Sener. Durante el periodo evaluado, este equipo ha generado una de las tesis de la Tabla 6, más de 40 artículos en revistas Q1 de los JCR, más de 60 en congresos internacionales, y cinco patentes (cuatro concedidas y una pendiente).

Valoración global del criterio 4: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

El personal académico del PD TSC ha sido más que suficiente, tanto en número como en cualificación, para los doctorandos matriculados durante el periodo evaluado. Por su adecuación a las líneas de investigación del PD, por la variedad de áreas de investigación cubiertas dentro de estas líneas y, muy principalmente, por su excelencia investigadora, el personal académico alcanza los estándares requeridos holgadamente. Es una plantilla diversa y multidisciplinar, con financiación suficiente para acoger a doctorandos cualificados que deseen entrar en el PD TSC.

5. Criterio 5: Recursos, personal de apoyo y financiación

Estándar de evaluación:

El personal de apoyo, los recursos materiales y los servicios puestos a disposición de los estudiantes son suficientes y adecuados al número de doctorandos y a las características y ámbito del programa. La universidad dispone de servicios de orientación y apoyo al doctorando.

5.1. Los recursos materiales y el equipamiento disponibles deben haber sido suficientes para garantizar el desarrollo de la investigación de los doctorandos y adecuados para cada una de las líneas de investigación previstas en el programa. Asimismo se debe valorar que el personal técnico de apoyo implicado en el programa ha sido suficiente y está adecuadamente capacitado, y que la universidad dispone de servicios de orientación y apoyo al doctorando y que éstos han funcionado apropiadamente.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).
--

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (valoración global de recursos, personal de apoyo y financiación).**
- **Informe de autoevaluación (breve descripción de infraestructuras disponibles para la impartición del programa).**
- **Informe de autoevaluación (breve descripción de los servicios de orientación académica, profesional y para la movilidad de los estudiantes, así como de los recursos puestos a disposición de los estudiantes para la movilidad y otras acciones formativas).**
- **Número de estudiantes asignados a cada línea de investigación del programa en los últimos 3 años.**
- **Tabla 1.- Datos de ingreso y matrícula. Esta tabla contiene información de datos de ingreso y matrícula de alumnos por curso académico de los últimos 5 años. Porcentaje de doctorandos que año a año han realizado movilidad.**
- **Gestión y tratamiento de las reclamaciones y sugerencias de los estudiantes. Registro de consultas realizadas.**
- **Tabla 4.- Proyectos de investigación vinculados a los equipos concedidos en los últimos 5 años (uno por equipo). Esta tabla contiene información sobre los proyectos de investigación de los últimos cinco años, asociados a cada uno de los equipos de investigación reflejados en la memoria de verificación.**

Justificación de la valoración:

Los recursos materiales y las infraestructuras del DSSR han demostrado ser suficientes para la investigación de sus doctorandos. De entre las infraestructuras especializadas del DSSR, merecen especial mención sus tres cámaras anecoicas, gestionadas por el Laboratorio de Ensayo y Homologación de Antenas (LEHA). Además, tanto (la ETSIT y) el DSSR como sus Grupos de investigación mencionados en la directriz 4.1 tienen aulas, laboratorios docentes y de investigación, salas de doctorandos, bibliotecas y material informático suficientemente dotados para el desarrollo de todas las líneas del PD TSC. Casi todos los profesores participantes en el PD TSC (ver Tabla 3a) están adscritos a alguno de esos Grupos de investigación, que cuentan con financiación adecuada (ver Tabla 4).

Además de a su PDI, el DSSR pone a disposición del PD TSC cinco miembros de su PAS que realizan labores técnicas de apoyo: cuatro titulados de primer ciclo (tres de categoría B1-Laboratorio y uno B2-Laboratorio), y un técnico especialista (C1-Laboratorio). La dedicación de estas cinco personas al PD

TSC es parcial y compartida con sus tareas asociadas a la docencia de grado y máster, y proporcionan los siguientes servicios entre otros:

- montaje y mantenimiento de instalaciones, bancos de trabajo y equipos de medida sofisticados;
- administración y mantenimiento de ordenadores comunes, incluidos servidores *web* y de ficheros;
- acceso seguro a redes de datos cableadas e inalámbricas, localmente y desde el exterior de la ETSIT;
- gestión de las cuentas en laboratorios de investigación y de correo electrónico;
- instalación, configuración y actualización de aplicaciones y entornos *software* específicos.

Por otra parte, también hay personal administrativo y de gestión que facilita enormemente las tareas de los doctorandos y profesores del PD TSC, y se encuentra a distintos niveles del organigrama de la UPM:

1. En el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Doctorado hay personal administrativo para funciones de índole general, específicamente para:
 - elaborar normativas y procedimientos para la realización del doctorado;
 - establecer y regular las relaciones con empresas y otras universidades para el establecimiento de convenios para doctorados industriales y cotutelas internacionales, así como de relaciones formales con otras EID;
 - seguimiento de los trámites de las tesis: acceso, gestión de trámites de alumnos (informes anuales, solicitudes de prórrogas, cambios de dedicación...), solicitudes de profesorado (altas y bajas, codirecciones), recogida de documentación para la defensa, incluyendo revisión de tribunales, actas, menciones, etc.;
 - organización de AF transversales en forma de cursos (incluido el simposio anual de doctorado de la UPM), colaboraciones docentes, etc.;
 - ayuda y seguimiento de contratos predoctorales;
 - elaboración de convocatorias y apoyo en la selección y seguimiento de contratos predoctorales en el Programa Propio de la UPM, gestión de la movilidad y la asistencia a congresos de doctorandos.
2. La Subdirección de Posgrado e Investigación de la ETSIT resulta de gran ayuda en todas las cuestiones administrativas a nivel de centro.
3. El DSSR pone a disposición parcial del PD TSC a otro miembro del PAS que gestiona el título, ocupándose de numerosos trámites y en general de toda la documentación derivada de los acuerdos de la CAPD, y colaborando de forma activa con los responsables del PD TSC en su seguimiento y calidad.

Finalmente, en lo tocante al personal, los doctorandos cuentan por supuesto con el asesoramiento del Coordinador del PD TSC en cuestiones directamente relacionadas con la marcha del doctorado, como son las AF y los pasos necesarios para alcanzar los indicios de calidad que permitan el depósito de sus tesis, por supuesto en colaboración con sus respectivos directores. En posibles situaciones de conflicto, o de riesgo de incumplimiento de los plazos necesarios para alcanzar todos los requisitos, que no se han dado durante el periodo evaluado, el Coordinador o el Secretario del PD TSC se habrían ofrecido para reunirse con el doctorando y su director de tesis para intentar resolver cualquier problema. Además, el servidor *web* del PD TSC enlaza con el de la ETSIT para el tratamiento de posibles SQF, que ya mencionamos al final de la justificación de la valoración de la directriz 3.1.

Por otro lado, la UPM tiene publicada en sus páginas *web* abundante información para orientar a posibles doctorandos extranjeros en lo relativo a alojamiento, visados, y seguros (<https://www.upm.es/Estudiantes/Atencion>), y a ayudas para la realización del doctorado, en especial si tienen que ver con movilidad (https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado/ayudas). El SGIC ha generado a este respecto las directrices PR/CL/013 (Orientación y apoyo al doctorando) y PR/CL/015 (Gestión ayudas a investigadores en formación).

En resumen, los doctorandos cuentan con el apoyo y asesoramiento necesarios a todos los niveles de sus necesidades científicas, organizativas y administrativas, y con vías eficaces para atender reclamaciones y conflictos que pudieran surgir.

5.2. El programa ha dispuesto de una financiación apropiada para el desarrollo de las actividades de formación y movilidad. Se debe valorar la suficiencia y adecuación de la financiación y los recursos externos disponibles para la realización de las acciones formativas previstas, así

como el apoyo para la asistencia a congresos y estancias en el extranjero. Asimismo se debe valorar la suficiencia del número de ayudas y contratos de investigación conseguidos para los estudiantes matriculados.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- **Informe de autoevaluación (breve descripción de los recursos puestos a disposición de los estudiantes para la movilidad y otras acciones formativas).**
- **Tabla 1.- Datos de ingreso y matrícula. Esta tabla contiene información de datos de ingreso y matrícula de alumnos por curso académico de los últimos 5 años. Porcentaje de doctorandos que año a año han realizado movilidad.**
- **Breve descripción de infraestructuras disponibles para la impartición del programa.**
- **Tabla 5.- Actividades formativas impartidas. Esta tabla hace referencia a las actividades formativas impartidas en el programa de doctorado y reflejadas en la memoria de verificación.**
- **Acceso, a la plataforma habilitada por la universidad para la gestión del DAD y del plan de investigación. El acceso debe permitir la consulta de los expedientes de los doctorandos.**

Justificación de la valoración:

Los seminarios de formación específicos ofrecidos por el PD TSC (ver Tabla 5 y EMP2{6,7}) nunca han supuesto ningún coste para los doctorandos, ni lo supondrán en el futuro. Los demás seminarios específicos o transversales que deben cursar los doctorandos para completar las 120h obligatorias (ver directriz 1.3) son de varios tipos: los ofrecidos por la UPM son igualmente gratuitos, y los enmarcados, por ejemplo, en los programas de conferencias internacionales, no han supuesto costes adicionales a los de la propia asistencia a las conferencias.

Las restantes AF contempladas en la memoria verificada son optativas, y en todo caso su financiación no ha planteado problemas, como estaba ya previsto:

- **Elaboración de artículos en revistas y congresos (AF optativa de 90h; máx. 30h/año).** La concepción y redacción de los artículos no implica gastos en sí, y tampoco su traducción al inglés, porque se supone a los doctorandos del PD TSC un dominio suficiente de ese idioma; pero sí los implica su publicación en la mayoría de las revistas, en particular las de tipo *open access* (típicamente unos 2k€/artículo), y en casi todos los congresos, que suelen exigir que al menos un autor pague el coste de inscripción y se desplace (habitualmente, al extranjero) para presentar el artículo. Sin embargo, el PD TSC ha contado para cubrir esos costes con los fondos presupuestados a tal efecto en los diferentes proyectos competitivos logrados por los directores de tesis (ver Tabla 4) y, en algún caso, con la exención de la cuota de inscripción a ciertos congresos que favorecen así a los estudiantes. Además, hay Programas Propios tanto de la ETSIT como de la UPM que ofrecen ayudas a los doctorandos para la presentación de ponencias en congresos internacionales, y aunque estas ayudas no cubren todos los gastos, sí los reducen, y a veces sustancialmente, para el Grupo de investigación del doctorando interesado, lo que permite que otros estudiantes de ese Grupo puedan participar en otros congresos.
- **Estancias en centros investigación extranjeros (AF optativa de 480h).** Como ya hemos dicho en la directriz 1.3, casi la mitad de los alumnos del PD TSC realizó esta AF durante el periodo evaluado, por lo que ha sido crucial obtener financiación para ello gracias a los programas oficiales que contemplan ayudas para estancias. De nuevo, también la UPM ofrece ayudas para la realización de estancias a través de su Programa Propio, que quizá debería tener mayor dotación económica para incrementar el porcentaje de menciones internacionales de sus tesis doctorales.

Valoración global del criterio 5: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

Tanto los recursos materiales y el equipamiento como el personal de apoyo disponibles en el PD TSC han sido suficientes para garantizar el desarrollo de la investigación de los doctorandos. Además, la UPM dispone de servicios adecuados de orientación y apoyo al doctorando.

Por otra parte, el PD TSC dispone de una financiación apropiada para el desarrollo de las actividades de formación y movilidad de los estudiantes matriculados.

Dimensión 3: Resultados

6. Criterio 6: Resultados

Estándar de evaluación:

Los resultados del programa de doctorado valorados a través de las tesis defendidas, los valores de los indicadores de la calidad del programa, así como el grado de internacionalización del mismo son adecuados, en coherencia con el ámbito temático del título.

6.1. Los resultados obtenidos tras la implantación del programa y su grado de internacionalización han sido adecuados. Se debe valorar el número de tesis defendidas anualmente y la calidad de las contribuciones derivadas de las mismas, la evolución de los indicadores sobre el rendimiento académico (tasa de abandono, éxito y duración media), el grado de adecuación de las tesis al ámbito científico del programa así como los datos de inserción laboral de los egresados del programa de doctorado en los tres años posteriores a la defensa de la tesis doctoral. El grado de internacionalización del programa se debe valorar a través de la participación de profesores y estudiantes internacionales y de las actuaciones de movilidad y otras actividades internacionales, siempre en coherencia con el ámbito disciplinar del programa.

Valoración: B (el estándar para esta directriz se logra completamente).

Listado de evidencias que apoyan la valoración de esta directriz:

- Informe de autoevaluación (valoración de resultados del programa y análisis de los indicadores de rendimiento académico).
- Tabla 3.- Investigadores participantes en el programa en los últimos 5 años (directores, tutores y miembros de la Comisión Académica. Esta tabla analiza la información de los profesores/investigadores participantes en el programa en los últimos cinco años. Se tendrán en cuenta los directores y codirectores de tesis, los tutores y los miembros de la Comisión Académica.
- Tabla 6.- Tesis presentadas en el programa en los últimos 5 años. Esta tabla contiene la información referente a las tesis defendidas en los últimos cinco años y correspondientes al programa de doctorado.
- Número de estudiantes asignados a cada línea de investigación del programa en los últimos 3 años.
- Informe de autoevaluación (información sobre convenios vigentes con otros organismos).
- Análisis de empleabilidad (opcional).
- Muestra de tesis (a disposición del panel).

Justificación de la valoración:

Como se puede ver en la Tabla 6, que también se incluye en la EOS12 por los enlaces a <https://oa.upm.es> que contiene, durante el periodo evaluado (concretamente, del 01-10-2015 al 30-09-2020) se depositaron 33 tesis enmarcadas en el PD TSC. De ellas, solo cuatro corresponden al primer curso (2015-16) y tres al segundo (2016-17), pero es importante insistir en lo que ya dijimos en la directriz 1.1: durante esos dos cursos, el actual PD TSC (regido por el RD99/2011) convivía con su antecesor (RD1393/2007) y otros dos aun más antiguos de los que ambos derivan. Aquí procede precisar que estos tres últimos PD ya extinguidos dieron lugar a la defensa, solo durante esos dos cursos, de otras 31 tesis que lógicamente no están recogidas en la Tabla 6. En los tres últimos cursos del periodo evaluado (2017-18 a 2019-20), el número de tesis defendidas del PD TSC fue mucho mayor: once, siete y ocho respectivamente.

Todas esas 33 tesis obtuvieron una calificación sobresaliente, y 29 (88%) merecieron la mención “cum laude”, de las que tres (10%) ganaron el premio extraordinario de doctorado de la UPM. Por otra parte, casi la mitad, 16/33 (48%), cumplieron los requisitos para la mención “Doctorado internacional”. Como ya dijimos en la directriz 4.1, durante el periodo evaluado ningún doctorando del PD TSC pudo solicitar la mención “Doctorado industrial”, a pesar de que, por ejemplo, dos de las tesis que aparecen en la Tabla 6

fueron financiadas por la empresa Airbus, que eligió no contratar a los doctorandos directamente. Sin embargo, actualmente ya tenemos una tesis en desarrollo que se enmarca en el convenio de colaboración que tenemos preparado para que la UPM lo firme con la empresa Huber+Suhner AG, radicada en Suiza.

Este último es solo un ejemplo de las muchas y muy variadas colaboraciones internacionales que tiene el PD TSC con universidades y empresas extranjeras. Como ya dijimos para justificar las valoraciones de las directrices 1.1 y 1.3, del total de doctorandos matriculados durante el periodo evaluado, siempre ha habido un extranjero por cada 4-7 españoles, y casi la mitad de las tesis defendidas han merecido la mención “Doctorado internacional”. Todo ello da buena idea del grado de internacionalidad del PD TSC.

Continuando con los indicios de calidad de esas 33 tesis, en la Tabla 6 se puede ver que absolutamente todas ellas dieron lugar a algún artículo de revista indexada en los JCR, con un Factor de Impacto (FI) medio de 3,341. A pesar de que no todas las categorías de los JCR son equivalentes, este FI medio es buena prueba de que casi todas esas revistas estaban en uno de los dos primeros cuartiles (Q1 o Q2) de sus respectivas categorías en el año de publicación de los artículos.

El número de doctorandos asignados a cada una de las seis líneas de investigación del PD TSC durante los cursos 2018-19 y 2019-20 está recogido en la Tabla 1 de la EMP0 (ver directriz 4.1). En resumen, agrupando esas seis líneas según la distinción clásica “señal vs. radio”, se dio un reparto casual pero perfectamente equilibrado de 23 doctorandos dedicados a las tres primeras líneas, de señal, y otros 23 a las tres últimas, de radio. Nos parece importante volver a aclarar aquí que esos números han sido extraídos de la Tabla 4, que solo recoge los proyectos con financiación pública de los dos últimos cursos, y por eso no coinciden con los de la EOS1.

De las tesis recogidas en la Tabla 6, 29/33 (88%) fueron defendidas por estudiantes matriculados a tiempo completo. La duración de esas tesis respetó por supuesto lo establecido en el RD99/2011, pero no fue tan corta como se podría deducir erróneamente de la información proporcionada por la Tabla 6 en sus columnas F y G, porque hubo muchos alumnos que “saltaron” de algún PD anterior al actual durante los cursos 2015-16 y 2016-17, y varios otros que lo hicieron en el curso 2017-18, con lo que la fecha de inicio real de sus tesis es muy anterior a la de admisión en este PD. Por eso hemos calculado la duración media de las tesis completamente realizadas en el marco del PD TSC teniendo solo en cuenta las depositadas durante los dos últimos cursos del periodo evaluado (filas 26 a 40 de la Tabla 6), y descartando la del alumno admitido en el curso 2017-18 (fila 31), que procedía de otro PD anterior. La media de la duración (definida restando la fecha de admisión en el PD TSC de la de depósito) de las catorce tesis restantes es de 3,7 años: dos fueron defendidas pocos días antes o después de cumplirse el plazo de tres años, diez necesitaron de una prórroga de un año, y dos de otra prórroga excepcional de un año más. Esto es lógico en el contexto de la mayoría de las becas para realizar el doctorado, que cubren hasta cuatro años de financiación, lo que propicia que sus beneficiarios agoten ese plazo para terminar sus tesis.

En cuanto a la tasa de abandono, de los 37 doctorandos que se matricularon por primera vez en este PD en el curso 2015-16 (ver Tabla 1a), solo seis (16%) han renunciado al título, cuando en la memoria verificada se previó hasta un 25%. De los 21 del curso 2016-17 han abandonado tres (14%), y del resto de cursos del periodo evaluado no tiene sentido calcular aún la tasa de abandono. Estas bajas definitivas se han producido casi siempre por incorporaciones de los alumnos al mercado de trabajo, provocadas en la mayoría de los casos por la falta de recursos financieros para desarrollar la tesis adecuadamente.

A través de los resultados de la encuesta de incorporación laboral de los egresados del PD TSC (ver ESP4), pero también a través de la comunicación directa con ellos o con sus directores de tesis, sabemos que el 100% están trabajando el ámbito académico o empresarial: hay profesores de universidad, directivos y empleados de empresas privadas (nacionales y extranjeras), e investigadores posdoctorales en organismos públicos nacionales y en instituciones públicas internacionales.

Valoración global del criterio 6: B (el estándar para este criterio se logra completamente).

Los resultados obtenidos en el periodo evaluado del PD TSC son adecuados: las 33 tesis defendidas han abordado temas enmarcados en las seis líneas de investigación de investigación definidas en la memoria verificada, y tanto su calidad científica como su grado de internacionalización han sido satisfactorios. Su duración media ha sido de cerca de cuatro años, lo que está también dentro de lo previsto en la memoria verificada (y por supuesto es conforme a lo establecido en el RD99/2011).

Los indicadores sobre el rendimiento académico son adecuados y están dentro de los valores previstos en la memoria verificada. Por último, valoramos también satisfactoriamente los datos de inserción laboral de los egresados del programa de doctorado.