



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Normativa ERTMS Y RAMS
Código	MSF-511
Título	<a href="#">Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	3,0 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Responsable	Ismael Ramírez Blanco
Horario	Lunes y Miércoles de 18h a 20h
Horario de tutorías	Se comunicará el primer día de clase

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Ignacio Jorge Iglesias Díaz
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	ijidiaz@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Ismael Ramírez Blanco
Departamento / Área	Departamento de Organización Industrial
Correo electrónico	irblanco@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Adrián Fernández Rodríguez
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	Adrian.Fernandez@iit.comillas.edu
Teléfono	4504
<b>Profesor</b>	
Nombre	Elena Martínez de Jesús



<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	emartinez@comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

El objetivo de esta asignatura es proporcionar al alumno conocimientos generales sobre el nuevo sistema de control de tráfico ferroviario a nivel europeo ERTMS ("European Rail Traffic Management System"), así como de los principios de análisis, diseño y desarrollo de sistemas ferroviarios cuya fiabilidad, seguridad, disponibilidad y mantenibilidad (RAMS, "Reliability, Availability, Maintainability, Safety") son claves en el funcionamiento del mismo.

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

<b>CB02</b>	Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
-------------	---

##### ESPECÍFICAS

<b>CE02</b>	Entender el nuevo sistema de control de tráfico ferroviario europeo ERTMS (¿European Rail Traffic Management System¿) y analizar los subsistemas que lo componen
<b>CE03</b>	Aplicar los principios de análisis, diseño y desarrollo de sistemas ferroviarios cuya fiabilidad, seguridad, disponibilidad y mantenibilidad (RAMS, ¿Reliability, Availability, Maintainability, Safety¿).

#### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Comprender los principios en los que se basa el sistema ERTMS, desde las razones que llevaron a la creación de este nuevo sistema de control ferroviario hasta la expansión actual en Europa y el mundo entero.
<b>RA2</b>	Conocer el lenguaje entre los subsistemas de vía y embarcado ERTMS como fundamento de la interoperabilidad entre ambos, y aplicarlo para su ensayo y validación mediante el uso de herramientas normalizadas.
	Aplicar las normas CENELEC RAMS (EN 50126, EN 50128 y EN 50129) integrándolas a los



**RA3**

nuevos entornos de desarrollo multidisciplinar para conseguir los índices de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad requeridos en el análisis, diseño y desarrollo de sistemas ferroviarios.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Tema 1. El Sistema de Señalización Europeo ERTMS

- 1.1. Génesis y razón del sistema ERTMS. Interoperabilidad
- 1.2. Niveles de operación. Transición.
- 1.3. Modos de operación. Transición entre modos.
- 1.4. El lenguaje del sistema. Mensajes. Telegramas. Paquetes. Variables.
- 1.5. Arquitectura de los subsistemas. Componentes e interfaces.
- 1.6. Proyectos piloto y líneas comerciales en Europa y en España.
- 1.7. Certificación de Constituyentes y Validación de proyectos comerciales con herramientas de referencia.

#### Tema 2: Análisis, diseño y desarrollo de sistemas según los objetivos de RAMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad)

- 2.1. Introducción a los elementos RAMS y su interacción.
- 2.2. Conceptos técnicos de seguridad. Análisis de amenazas y su control.
- 2.3. Gestión de la seguridad, fiabilidad y disponibilidad. El Safety Case. Factores humanos en la RAMS.
- 2.4. Normas CENELEC. Gestión de las RAMS: Ciclo de vida
- 2.5. Fiabilidad y Seguridad del Software en los sistemas ferroviarios. Problemática de las RAMS en el desarrollo del software.

#### Prácticas

- P-1. Práctica de componentes de ERTMS.
- P-2. Práctica en laboratorio de la ETSI ICAI con las herramientas que se están utilizando actualmente en la industria ferroviaria tanto para analizar secuencias de ensayos de certificación de subsistemas ERTMS, como para la detección de inconsistencias en escenarios operacionales de proyectos comerciales.
- P-3. Práctica en laboratorio de la ETSI ICAI con herramientas comerciales para el cálculo de los índices RAMS.



## METODOLOGÍA DOCENTE

<b>Aspectos metodológicos generales de la asignatura</b>	
<b>Metodología Presencial: Actividades</b>	
Lecciones magistrales : exposición teórica de los contenidos del programa y reflexión en clase sobre los apartados más complejos, aportando información relevante al alumno.	CB02, CE02, CE03
Sesiones prácticas: desarrollo de prácticas, formulación y resolución de problemas y casos de estudio. Se apoyarán en la utilización de herramientas software de simulación de casos reales de validación del ERTMS y herramientas de análisis RAMS.	CB02, CE02, CE03
<b>Metodología No presencial: Actividades</b>	
Estudio personal del alumno que se dedicará al estudio de los conceptos tratados en las lecciones magistrales y a la revisión y comprensión de los trabajos realizados en las sesiones prácticas.	CB02, CE02, CE03

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

<b>HORAS PRESENCIALES</b>	
Lecciones magistrales	Sesiones prácticas
18.00	12.00
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>	
Estudio personal del alumno	
60.00	
<b>CRÉDITOS ECTS: 3,0 (90,00 horas)</b>	

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

<b>Actividades de evaluación</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Peso</b>
Examen Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la</li> </ul>	50 %



	<p>resolución de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	
Evaluación de las sesiones prácticas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul>	35 %
Trabajos de carácter práctico individual. Asistencia y participación en clase.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistencia y participación en clase</li><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul>	15 %

## Calificaciones

La calificación de la asignatura se obtendrá como:

- Un 50% la calificación del examen.
- Un 35% la evaluación de las sesiones prácticas.
- Un 15% los trabajos de carácter práctico individual, y la asistencia y participación en clase.

El número máximo de faltas de asistencia permitidas para superar la asignatura es del 15% de las horas presenciales.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lecciones magistrales	Semanas 1 a 7	
Examen Final	Semana 8	
Sesiones Prácticas en instalaciones y en aula	Semanas 3, 4 y 7	



Lectura y estudio de los contenidos	Después de cada clase	
Resolución de los problemas y casos de estudio propuestos	Semanalmente	
Entrega de los problemas propuestos		Semana 8
Preparación de Examen Final	Semanas 4 y 7	
Elaboración de los informes sesiones prácticas	Al finalizar cada sesión	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

Documentación de Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios sobre:

- "Génesis y Razón del Sistema ERTMS", "Niveles de Operación" y "Modos de Operación" y "Arquitectura y Proyectos Piloto", de Jorge Iglesias.
- "El lenguaje del Sistema ERTMS" y "Verificación de la Conformidad con ERTMS", de Jorge Iglesias.
- "La Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad Ferroviarias", de Ismael Ramírez.
- "Normas CENELEC y el Ciclo de Vida de las RAMS. Fiabilidad y Seguridad del Software en los Sistemas Ferroviarios.", de Yolanda González.

Documentación generada por la ERA (European Railway Agency) para ERTMS: <http://www.era.europa.eu/>

Información General sobre el sistema ERTMS: <http://www.ertms.com/>

"Compendium on ERTMS", Peter Winter de la UIC, Eurail Press (2009).

Normas CENELEC. EN 50126 (1-3), EN 50128, EN 50129, ISO 31000.

### Bibliografía Complementaria

Informes a la Academia de Ingeniería: EMSET: Demostración funcional de la interoperabilidad ferroviaria Europea en la línea Madrid - Sevilla. Abril 2001. J.Tamarit

ETCS Implementation Handbook. UIC Mayo 2008. ISBN 2-7461-1499-2. Se puede descargar desde: [http://www.uic.org/etf/publication/publication-detail.php?code\\_pub=190\\_15](http://www.uic.org/etf/publication/publication-detail.php?code_pub=190_15)

"Safety-Critical Computer Systems" de Neil Storey (1996), Ed. Pearson.

"Practical reliability engineering" de Patrick D. T. O'Connor (2004). 4ª Edición. Ed. John Wiley and Sons.



"Safeware: System Safety and Computers" - Nancy G. Leveson (1995), Ed. Addison Wesley Publishing Company Inc, ISBN 0-201-11972-2

"Human Factors in Safety-Critical Systems". Felix Redmill and Jane Rajan Ed. Butterworth- Heineman, ISBN 0 7506 2715 8.

Managing the Risks of Organizational Accidents, James Reason, Ed. Ashgate ISBN 1 84014105 0

Reliability Availability, Maintainability and Safety Assessment Vol1 -Methods and Techniques- Alain Villemeur, Ed. John Wiley and Sons. ISBN 0 471 93049 0

Reliability Availability, Maintainability and Safety Assessment Vol2 -Assessment, Hardware and Human Factors- Alain Villemeur, Ed. John Wiley and Sons. ISBN 0 471 93049 0

CLC/TR 50126-3 - Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Part 3: Guide to the application of EN 50126-1 for rolling stock RAM. CENELEC.

Reglamento UE 402/2013 de la Comisión Europea de 30 de abril de 2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo (CSM).

Reglamento UE 2015/1136 de la Comisión Europea de 13 de julio de 2015 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo (CSM).

Reglamento UE 2018/762 de la Comisión Europea de 8 de marzo de 2018, por el que se establecen métodos comunes de seguridad sobre los requisitos del sistema de gestión de la seguridad.

"Engineering Safety Management, Issue 3, Yellow Book 3, Volumens 1 and 2, Fundamentals and Guidance", Railtrack.

"Handbook of RAMS in Railway Systems: Theory and Practice", Qamar Mahboob, Enrico Zio, Ed. CRC Press, ISBN 9781138035126

"Reliability, Maintainability and Risk – Practical Methods for Engineers", David J. SMITH, 7th edition. Ed. Butterworth-Heinemann.

MIL-STD-882D "Standard Practice for System Safety", Department of Defence, United States of America, 10 February 2000.

"Norma ISO 31000 - El valor de la gestión de riesgos en las organizaciones", ISOTools Excellence, [www.isotools.org](http://www.isotools.org)

"Application guide for the design and implementation of a railway safety management system – Integrating human factors in SMS", European Railway Agency, 2013.

"Human Factors Challenges of Automation in Railway Control", Michael Carey, Network Rail, 29th November 2018.

"The Impact of Railway Automation on Train Driver Tasks and Skills", Niels Brandenburger, Dr. Anja Naumann, Institute of Transportation Systems, Human Factors Department, German Aerospace Center (DLR).



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE  
2020 - 2021**

“La Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad Ferroviarias”, Emilio Martín Lucas, 8 de octubre de 2013, Master Universitario en Sistemas Ferroviarios, Universidad Pontificia de Comillas.

Global Railway Review, [www.globalrailwayreview.com](http://www.globalrailwayreview.com)

International Railway Journal, [www.railjournal.com](http://www.railjournal.com)

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando “descargar”

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)