



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Mecánica de Catenaria
Código	MSF-613
Título	<a href="#">Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios</a>
Impartido en	Master in Research in Engineering Systems Modeling [Primer Curso] Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Segundo Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	3,0
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
Responsable	Alberto Carnicero
Horario	Martes y jueves de 18h a 20h
Horario de tutorías	Se comunica el primer día de clase

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Alberto Carnicero López
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-319]
Correo electrónico	carnicero@icai.comillas.edu
Teléfono	2355
<b>Profesor</b>	
Nombre	Isaac Centellas García
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	icentellas@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jesús Ramón Jiménez Octavio
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-315]
Correo electrónico	Jesus.Jimenez@iit.comillas.edu
Teléfono	2739



Profesor	
Nombre	José Luis Galindo Corvillo
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Correo electrónico	jlgalindo@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Jorge Sobrino Fernández
Departamento / Área	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
Correo electrónico	jorge.sobrino@metromadrid.es

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
Conocer el funcionamiento y cálculo de la línea aérea de contacto desde un punto de vista mecánico así como sus elementos e instalaciones auxiliares

Competencias - Objetivos	
<b>Competencias</b>	
<b>GENERALES</b>	
<b>CB04</b>	Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
<b>ESPECÍFICAS</b>	
<b>CE08</b>	Analizar y diseñar los distintos elementos que componen la infraestructura de catenaria ferroviaria en líneas convencionales, urbanas y de alta velocidad, incluyendo el cálculo de esfuerzos en dichos elementos.

Resultados de Aprendizaje	
<b>RA1</b>	Analizar las partes que componen una catenaria desde un punto de vista mecánico y su caracterización geométrica.
<b>RA2</b>	Saber resolver y analizar la evolución de la dinámica de cables y pendolado y su relación con la elasticidad y rigidez, y calcular esfuerzos en catenarias ferroviarias.



**RA3**

Calcular los esfuerzos que debe soportar un poste, y conocer las particularidades y necesidad de otros tipos de sustentaciones: pórticos rígidos y funiculares.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Tema 1: Introducción. Geometría de la catenaria

- 1.1 Elementos básicos de la catenaria: Hilo de contacto, sustentador, péndolas, postes y anclajes, ménsulas.....
- 1.2 Geometría de la catenaria: altura, descentramiento, pendiente y elevación
- 1.3 Valores objetivos límite
- 1.4 Tipologías de catenarias

#### Tema 2: Aspectos básicos del diseño

- 2.1 Características geométricas de la línea aérea de contacto (LAC)
- 2.2 Características mecánicas de la LAC
- 2.3 Acciones sobre la catenaria
- 2.4 Acciones sobre los brazos de atirantado
- 2.5 Acciones sobre otros elementos
- 2.6 Pendolado y montaje

#### Tema 3: Cimentaciones y anclajes

- 3.1. Tipos de cimentaciones
- 3.2. Características del suelo
- 3.3. Cálculo de momentos de vuelco
- 3.4. Macizos normalizados

#### Tema 4: Sustentación. Postes y pórticos

- 4.1. Sustentación de la catenaria: tipologías
- 4.2. Cálculo de postes. Criterios de resistencia y criterios de deformación
- 4.3. Fuerzas sobre postes. Casuística
- 4.4. Características de los postes



4.3. Tipos de pórticos

4.4. Acciones a considerar

4.5 Casuística

## **Tema 5: Ménsulas**

5.1. Tipos de ménsulas

5.2. Cálculo. Acciones a considerar

5.3. Cálculo geométrico

## **Tema 6: Seccionamientos y agujas**

6.1. Terminología y generalidades

6.2. Tipos de seccionamientos

6.3. Tipos de agujas

## **Tema 7: Compensaciones**

7.1. Terminología

7.2. Tipos de compensaciones

## **Tema 8: Interacción dinámica catenaria-pantógrafo**

8.1. Tipos de ondas. Velocidad de propagación

8.2. Características dinámicas de la catenaria

8.3 Frecuencias propias y modos de vibración

8.4 Modelos dinámicos para la simulación del sistema catenaria pantógrafo. Normas EN50318 y EN 50319

## **Tema 9: Perfil conductor aéreo (catenaria rígida) y catenaria tranviaria**

9.1. Catenaria rígida: Generalidades, terminología y diseño

9.2. Catenaria tranviaria: Generalidades, terminología y diseño

## **Prácticas**

P-1. Práctica sobre definición de ménsulas

P-2. Práctica sobre elasticidad de la catenaria

P-3. Práctica en el vehículo auscultador de Metro de Madrid



## METODOLOGÍA DOCENTE

<b>Aspectos metodológicos generales de la asignatura</b>	
<b>Metodología Presencial: Actividades</b>	
<i>Lecciones magistrales:</i> exposición teórica de los contenidos del programa y reflexión en clase sobre los apartados más complejos, aportando información relevante al alumno	CB04, CE08
<i>Sesiones prácticas:</i> desarrollo de prácticas, formulación y resolución de problemas y casos de estudio. Las prácticas se realizarán en instalaciones representativas para poder comprobar in situ lo expuesto en la parte teórica	CB04, CE08
<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 de los trabajos realizados en las sesiones prácticas	CB04, CE08

## 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>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>Prueba de valoración objetiva de los conceptos de la asignatura</li> </ul>	60 %



Evaluación de las sesiones prácticas mediante un protocolo que se entrega el mismo día de la práctica	<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><li>• Valoración de la participación activa en clase (preguntas, debates, etc.)</li></ul>	30 %
Trabajos de carácter práctico individual. Asistencia y participación en clase	<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><li>• Valoración de la participación activa en clase (preguntas, debates, etc.)</li></ul>	10 %

## Calificaciones

La calificación de la asignatura se obtendrá como:

- Un 60% la calificación del examen.
- Un 30% la evaluación de las sesiones prácticas.
- Un 10% la evaluación de trabajos, 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
Sesiones magistrales	Todas las sesiones salvo las de prácticas	
Examen Final	Sesión 15	



Sesiones Prácticas	Sesiones 5-6; 9-10 y 13-14	
Lectura y estudio de los contenidos	Después de cada clase	
Preparación de Examen Final	Semanas 6 y 7	
Elaboración de los informes sesiones prácticas		Al finalizar cada sesión

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Contact lines for electrical railways: Planning, design, implementation (2008). Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann , Axel Schmieder. Siemens AG-DE.
- Sistemas de alimentación a la tracción ferroviaria (2013). M. Carmona Suárez y J. Montesinos Ortuño. Formarail

### Bibliografía Complementaria

- Mecánica Vectorial para Ingenieros. F.P. Beer y E. R. Johnston. McGraw-Hill .
- Resistencia de materiales. L. Ortiz Berrocal, McGraw Hill .
- Cable structures. H. M Irvine. Dover Publications.1992
- Dynamics of structures, R.W. Cough y J. Penzien, McGraw Hill. 1993.
- Normas EN 50119,50317, 50318, 50319, ETI.
- Eurocódigos