



# Programa Modular en Transportes Terrestres FFE – UNED



## Módulo 11. Ingeniería Ferroviaria

La metodología que se seguirá para el desarrollo del curso es la específica de la UNED para las enseñanzas universitarias a distancia, lo que permite al estudiante seguir al curso independientemente cual sea su lugar de residencia, compatibilizándolo con sus responsabilidades profesionales y familiares.

Se convocarán seis sesiones por *Teams* de asistencia **no obligatoria**, en cada una de las cuales se impartirán, por profesionales de reconocido prestigio en el sector, de dos a tres conferencias sobre los contenidos del curso.

Los contenidos están basados en el Libro: "*Sistemas ferroviarios: planificación, ingeniería y explotación*"

### Introducción

#### Capítulo 1: Diseño de nuevas líneas y estaciones

- 1.1. Criterios de diseño de Líneas.
- 1.2. Diseño conceptual y pre-dimensionamiento de líneas.
  - ❖ 1.2.1. Movilidad vs. Política Territorial.
  - ❖ 1.2.2. Infraestructuras vs. Movilidad.
- 1.3. Criterios de diseño de estaciones.
  - ❖ 1.3.1. Estaciones en fondo de saco o pasantes en superficie.
  - ❖ 1.3.2. Finales de vía y toperas.
  - ❖ 1.3.3. Planta de la estación.
  - ❖ 1.3.4. Estaciones de ferrocarriles metropolitanos.
  - ❖ 1.3.5. Configuración de vías en líneas de vía doble.
  - ❖ 1.3.6. Gálibos.
  - ❖ 1.3.7. Perfil longitudinal de las vías en la estación.
- 1.4. Financiación de infraestructuras ferroviarias.
  - ❖ 1.4.1. Introducción.

Centro de Formación del Transporte Terrestre, FFE



## Capítulo 2: Conceptos básicos de infraestructura, vía y cinemática

- **2.1. La vía.**
  - ❖ 2.1.1. El carril.
  - ❖ 2.1.2. El balasto.
  - ❖ 2.1.3. La traviesa.
  - ❖ 2.1.4. La vía en placa.
  - ❖ 2.1.5. Sujeciones.
  - ❖ 2.1.6. Aparatos de vía.
  
- **2.2. El trazado ferroviario.**
  
- **2.3. Los esfuerzos en la vía.**
  
- **2.4. Cinemática bogie-vía.**
  - ❖ 2.4.1. Fórmulas del movimiento y adherencia.
  - ❖ 2.4.2. Resistencias al avance.
  - ❖ 2.4.3. La relación entre la potencia, la velocidad y las resistencias al avance.
  - ❖ 2.4.4. Movimiento de lazo.

## Capítulo 3: Material móvil

- **3.1. Locomotoras.**
  - ❖ 3.1.1. Locomotoras de vapor.
  - ❖ 3.1.2. Locomotoras diésel.
  - ❖ 3.1.3. Locomotoras alimentadas con otros combustibles.
  - ❖ 3.1.4. Locomotoras eléctricas.
  
- **3.2. Material remolcado de medias y largas distancias: coches y vagones.**
  - ❖ 3.2.1. Clasificación del material remolcado.
  - ❖ 3.3. La Alta Velocidad.
    - ❖ 3.3.1. Consideraciones preliminares. Tipos de tracción.
    - ❖ 3.3.2. La vía en la Alta Velocidad.
    - ❖ 3.3.3. La Alta Velocidad en el mundo.
    - ❖ 3.3.4. La Alta Velocidad en España.
  
- **3.4. El caso de metros y tranvías.**
  - ❖ 3.4.1. Estructura.
  - ❖ 3.4.2. Cajas modulares de tranvías y metros ligeros.
  - ❖ 3.4.3. Normativa de construcción de cajas ferroviarias.
  
- **3.5. La tracción eléctrica.**
  - ❖ 3.5.1. Introducción.
  - ❖ 3.5.2. Breve historia de la tracción eléctrica.
  - ❖ 3.5.3. Técnicas de tracción reostática.
  - ❖ 3.5.4. Técnica «Chopper».
  - ❖ 3.5.5. Técnica trifásica.
  - ❖ 3.5.6. Evolución de los componentes electrónicos de potencia y su repercusión en los sistemas de tracción.
  - ❖ 3.5.7. Cofres de electrónica y aparellaje.

➤ **3.6. El freno.**

- ❖ 3.6.1. Conceptos básicos e introducción.
- ❖ 3.6.2. Conceptos básicos de la frenada.
- ❖ 3.6.3. El freno en trenes modernos.
- ❖ 3.6.4. Mando y control del freno.
- ❖ 3.6.5. Prestaciones de los frenos.
- ❖ 3.6.6. El freno eléctrico.

➤ **3.7. Bogíes.**

- ❖ 3.7.1. Bastidor.
- ❖ 3.7.2. Ejes y ruedas.
- ❖ 3.7.3. Ruedas elásticas.
- ❖ 3.7.4. Reductores.
- ❖ 3.7.5. Diseño y prueba de reductores ferroviarios.
- ❖ 3.7.6. Suspensiones.
- ❖ 3.7.7. Elementos auxiliares del bogie.
- ❖ 3.7.8. Motores de tracción.
- ❖ 3.7.9. Bogie remolque.
- ❖ 3.7.10. Bogíes de tranvías.
- ❖ 3.7.11. Desarrollo y nuevos proyectos sobre bogíes.
- ❖ 3.7.12. Bogie de ancho variable.
- ❖ 3.7.13. Normativa de fabricación de bogies.

➤ **3.8. Sistemas embarcados en el material móvil.**

- ❖ 3.8.1. El equipo neumático.
- ❖ 3.8.2. Pantógrafos.
- ❖ 3.8.3. Generadores y convertidores auxiliares.
- ❖ 3.8.4. Circuitos eléctricos.
- ❖ 3.8.5. Baterías.
- ❖ 3.8.6. Puertas e interiorismo.
- ❖ 3.8.7. Pasillos de intercircularción.
- ❖ 3.8.8. Equipos de climatización.

➤ **3.9. Acoplamientos entre coches.**

- ❖ 3.9.1. Acoplamientos automáticos.
- ❖ 3.9.2. Acoplamientos semipermanentes.
- ❖ 3.9.3. Sistemas de tracción y choque de material remolcado.

➤ **3.10. Otros sistemas de transporte.**

- ❖ 3.10.1. Trenes monoviga.
- ❖ 3.10.2. Trenes de cremallera.
- ❖ 3.10.3. Trolebuses.
- ❖ 3.10.4. Transporte por cable.
- ❖ 3.10.5. Hiperloop.

## Capítulo 4: Las instalaciones ferroviarias

➤ **4.1. Electrificación y captación de corriente.**

- ❖ 4.1.1. Catenaria.
- ❖ 4.1.2. Criterios de montaje de la catenaria.
- ❖ 4.1.3. Catenaria rígida.
- ❖ 4.1.4. Tercer carril.
- ❖ 4.1.5. Otros modernos sistemas de captación.

- **4.2. Tensiones de alimentación y subestaciones.**
  - ❖ 4.2.1. Sistemas de electrificación ferroviaria en corriente alterna.
  - ❖ 4.2.2. Alimentación de tracción en continua.
  - ❖ 4.2.3. Principios de subestaciones ferroviarias rectificadoras.
  - ❖ 4.2.4. Cálculo y dimensionamiento de subestaciones.
  - ❖ 4.2.5. Telemando de subestaciones.
  - ❖ 4.2.6. Protecciones e interruptores.
  - ❖ 4.2.7. Criterios sobre las tensiones de alimentación de tracción.
  - ❖ 4.2.8. Sistemas de almacenamiento de energía.
  
- **4.3. Señalización ferroviaria.**
  - ❖ 4.3.1. Introducción y conceptos básicos.
  - ❖ 4.3.2. Señalización convencional. Circuitos de vía y contadores de ejes.
  - ❖ 4.3.3. Sistemas de protección automática (A.T.P.)
  - ❖ 4.3.4. Sistemas interoperables ERTMS.
  - ❖ 4.3.5. Sistemas de conducción automática ATO y «driverless».
  - ❖ 4.3.6. Centros de control de tráfico (CTC)
  - ❖ 4.3.7. Sistemas de señalización tranviaria. Sistema SAE.
  - ❖ 4.3.8. Pasos a nivel.
  
- **4.4. Sistemas y equipamiento de estaciones.**
  - ❖ 4.4.1. Telefonía.
  - ❖ 4.4.2. Radiocomunicaciones.
  - ❖ 4.4.3. Megafonía.
  - ❖ 4.4.4. Televisión.
  - ❖ 4.4.5. Medios de transmisión.
  - ❖ 4.4.6. Instalaciones fijas de estaciones.
  
- **4.5. Sistemas y equipamientos de las líneas y túneles.**
  - ❖ 4.5.1. Ventilación de líneas.
  - ❖ 4.5.2. Climatización de líneas.
  - ❖ 4.5.3. Propagación del humo en túneles.
  - ❖ 4.5.4. Criterios funcionales de la ventilación de túneles ferroviarios Metropolitanos.
  - ❖ 4.5.5. Bombeo de aguas en líneas.
  - ❖ 4.5.6. Detección y protección contra incendios.
  - ❖ 4.5.7. Alumbrado de túneles.

## **Capítulo 5: La operación ferroviaria**

- **5.1. El concepto de la Operación eficiente.**
  
- **5.2. La calidad del servicio.**
  
- **5.3. Los costes de explotación.**

- **5.4. Operación de transporte de mercancías.**
  - ❖ 5.4.1. Situación general.
  - ❖ 5.4.2. Los costes del transporte de mercancías por ferrocarril.
  - ❖ 5.4.3. Operación de transporte de mercancías por ferrocarril.
  - ❖ 5.4.4. Condicionantes operativos.
  - ❖ 5.4.5. La Reglamentación del Transporte de mercancías por ferrocarril.
  - ❖ 5.4.6. Razones para potenciar el transporte por ferrocarril.
  
- **5.5. Operación de líneas de Alta Velocidad.**
  - ❖ 5.5.1. Introducción.
  - ❖ 5.5.2. Alta Velocidad en el mundo en general y en Europa en particular.
  - ❖ 5.5.3. Operación de trenes de Alta Velocidad en España.
  - ❖ 5.5.4. El material móvil de Alta Velocidad.
  
- **5.6. Operación de Cercanías, Metros y Tranvías.**
  - ❖ 5.6.1. Consideraciones preliminares.
  - ❖ 5.6.2. Fase de concepción.
  - ❖ 5.6.3. Características específicas de las opciones ferroviarias metropolitanas.

## Capítulo 6: Mantenimiento ferroviario

- **6.1. Mantenimiento del material móvil.**
- **6.2. Mantenimiento de la vía.**
- **6.3. Mantenimiento de infraestructuras e instalaciones.**
- **6.4. Instalaciones para mantenimiento.**
- **6.5. El material móvil auxiliar.**
- **6.6. Mantenimiento ferroviario de futuro. El mantenimiento sobre 4.0**
  
- **6.7. RCM aplicado al ferrocarril.**
  - ❖ 6.7.1. Introducción: Antecedentes históricos en varios sectores y su aplicación al sector ferroviario en general y al ferrocarril metropolitano en particular.
  - ❖ 6.7.2. La Norma EN 20812 y el RCM.
  - ❖ 6.7.3. Metas y objetivos a alcanzar basándonos en RCM en el ferrocarril.
  - ❖ 6.7.4. Definición de RCM y de su tecnología aplicada al ferrocarril.
  - ❖ 6.7.5. Aplicación práctica del análisis por RCM en un metropolitano.
  - ❖ 6.7.6. Puntos fuertes y débiles de RCM.

## Capítulo 7: Seguridad ferroviaria

- **7.1. Seguridad en la circulación.**
  - ❖ 7.1.1. Conceptos fundamentales de la seguridad en el ferrocarril
  - ❖ 7.1.2. Normativa de seguridad ferroviaria.
  
- **7.2. Seguridad para las personas y las instalaciones.**
  - ❖ 7.2.1. Organismo responsable de la seguridad.
  - ❖ 7.2.2. Reglas y normas de seguridad de ferrocarriles de medias y largas distancias.
  - ❖ 7.2.3. Indicadores de seguridad.
  - ❖ 7.2.4. Accidentes e incidentes.
  - ❖ 7.2.5. Investigación de accidentes.
  - ❖ 7.2.6. Los cambios significativos.
  - ❖ 7.2.7. Formación de los agentes del ferrocarril.
  - ❖ 7.2.8. Autorización de la entrada en servicio de un equipo, sistema o vehículo. 804.
  
- **7.3. El factor humano en los accidentes ferroviarios.**

### Bibliografía