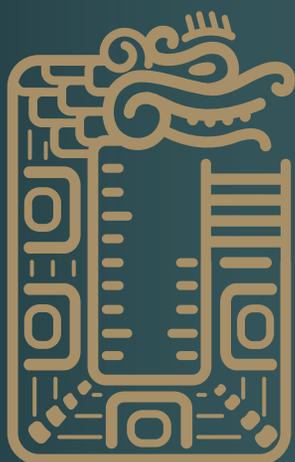


**KAANBAL**

**PROGRAMA DE  
TRANSFERENCIA  
DE CONOCIMIENTO**

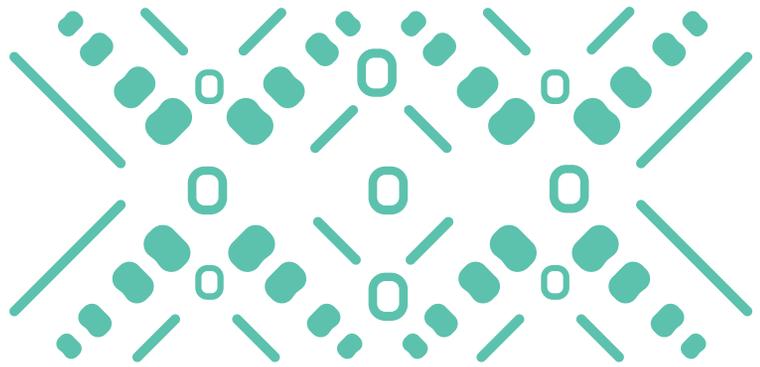


**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

**Lección 7**



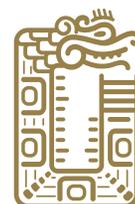
**Lección 7**



**CURSO 9**

# ***Material Rodante***

*con Isaac Fonseca Monrreal*



**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

# ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Personal en un taller de mantenimiento de material rodante</i>	.....	4
<i>Imagen 2: Taller de mantenimiento de primer nivel, mantenimiento ligero</i>	.....	5
<i>Imagen 2: Taller de mantenimiento de segundo nivel, mantenimiento mayor</i>	.....	6
<i>Imagen 4: Fosa de diagnóstico</i>	.....	6
<i>Imagen 5: Mesa baja bogies</i>	.....	7
<i>Imagen 6: Manguera de llenado de agua potable y vaciado de agua residual</i>	.....	7
<i>Imagen 7: Torno de fosa</i>	.....	8
<i>Imagen 8: Seccionadores con interruptor</i>	.....	8
<i>Imagen 9: Tipo de puente de grúa, centro de reparación</i>	.....	9
<i>Imagen 10: Cabinas de limpieza de material rodante</i>	.....	9
<i>Imagen 11: Túnel de lavado automático de trenes al paso</i>	.....	9
<i>Imagen 12: Zona de aire comprimido</i>	.....	10
<i>Imagen 13: Banco de pruebas de caja reductora y motor eléctrico</i>	.....	10
<i>Imagen 14: Banco de pruebas para motor eléctrico</i>	.....	10
<i>Imagen 15: Mantenimiento de puertas en el metro CDMX</i>	.....	11
<i>Imagen 16: Taller de mantenimiento mayor de trenes</i>	.....	11
<i>Imagen 17: Mantenimiento correctivo a convoy de metro de la CDMX</i>	.....	13
<i>Imagen 18: Mantenimiento preventivo de trenes</i>	.....	13
<i>Imagen 19: Proceso de mantenimiento de acuerdo con la Norma IEC 60300-3-14</i>	.....	14
<i>Imagen 20: Mantenimiento predictivo de los trenes Norma IEC 60300-3-14</i>	.....	15

## Lección 7

# TIPOS Y PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

### Mantenimiento al Material Rodante

El mantenimiento del Material Rodante tiene que llevarse a cabo dependiendo de las intervenciones que se lleven a cabo, la empresa ferroviaria debe de contar con las instalaciones apropiadas para atender la correcta realización de los procedimientos.

#### **Imagen 1: Personal en un taller de mantenimiento de material rodante**



Personal en taller de mantenimiento del material rodante <https://www.cimgrroupe.com/es/material-rodante-y-equipos/>

Los talleres de mantenimiento pueden clasificarse dependiendo del grado de mantenimiento que se requiera:

Taller de mantenimiento de primer nivel: habilitados para llevar a cabo trabajos de mantenimiento ligero.

La prestación del servicio de mantenimiento ligero comprende operaciones necesarias para mantener al material rodante en una buena explotación que no conlleven una inmovilización del tren o vehículo en estadías superiores a 7 días que a modo enunciativo y no limitativo son las siguientes:

- Control técnico del material rodante mediante operaciones de inspección visual en elementos mecánicos, eléctricos o neumáticos con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento de todos los elementos durante el trayecto y que contempla el reconocimiento exterior e interior del material rodante ferroviario.

- El conjunto de intervenciones básicas de verificación y comprobación de funcionalidades sobre ciertos componentes y sistemas del material rodante ferroviario o intercambios rápidos de equipos, que se pueden llevar a cabo en el comienzo, durante o al final de un servicio comercial de los trenes o vehículos y que no implique que deban ser retirados de su explotación o servicio comercial.
- Intervenciones de mantenimiento preventivo programadas que se derivan de las consistencias y ciclos específicos fijados en el Plan de Mantenimiento del propio tren o vehículo y que el mantenedor debe realizar con la frecuencia determinada en el mismo, de forma compatible con la explotación regular del material, y que no conllevan intervenciones de reparación general.

**Imagen 2: Taller de mantenimiento de primer nivel, mantenimiento ligero**



Taller de mantenimiento de primer nivel, mantenimiento ligero, <https://www.publico.es/economia/renfe-refuerza-area-industrial-seguir-liderando-mantenimiento-vehiculos-ferroviarios-futuro.html>

Taller de mantenimiento de segundo nivel: habilitados para llevar a cabo trabajos de primer y segundo nivel (mantenimiento ligero y pesado).

La prestación del servicio de mantenimiento mayor o pesado comprende operaciones necesarias para mantener al material rodante en explotación que a modo enunciativo más no limitativo ejemplificamos las siguientes:

- Grandes intervenciones y reparaciones de carácter general que obligan a la inmovilización del material rodante y al proceso de desmontaje completamente de los diferentes elementos que componen el tren.
- Intervenciones de media vida previstas en los planes de mantenimiento y grandes reparaciones de componentes principales para la implementación de modificaciones y mejora de sus equipos que incrementen la prestación de los trenes y su confortabilidad.

- Reparaciones de componentes que implican su sustitución o reparación de piezas.
- Reparación de daños causados por accidentes que precisan de instalaciones específicas para su realización.

**Imagen 3: Taller de mantenimiento de segundo nivel, mantenimiento mayor**



Taller de mantenimiento de segundo nivel, mantenimiento mayor, [https://diario16plus.com/estilo-vida/viajar/renfe-potencia-su-area-industrial-para-seguir-liderando-la-fabricacion-y-el-mantenimiento-ferroviario-del-futuro\\_386516\\_102.html](https://diario16plus.com/estilo-vida/viajar/renfe-potencia-su-area-industrial-para-seguir-liderando-la-fabricacion-y-el-mantenimiento-ferroviario-del-futuro_386516_102.html)

Dentro de cada centro de mantenimiento se cuenta con:

Vía de fosa: es una vía en la cual se puede acceder tanto a la parte baja como a los laterales del Material Rodante. Tiene una longitud mínima igual a la del vehículo más la longitud de las rampas de acceso al foso.

La profundidad de la fosa respecto al carril es aproximadamente de 1.20 m. Las vías están apoyadas sobre columnas que suelen ser de estructura metálica. Las luminarias se apoyan sobre las columnas o sobre los carriles de modo que se alumbré los bajos del vehículo.

En las columnas se colocan también cuadros eléctricos con tomas de corriente de baja tensión (monofásica y trifásica).

**Imagen 4: Fosa de diagnóstico**



Vías de fosa de diagnóstico <https://www.notitrans.com/renuevan-instalaciones-del-taller-ferroviario-en-tapiales/>

Mesa Baja bogies: aparato elevador que permite bajar el bogie del vehículo, desplazarlo lateralmente respecto a la vía de foso y elevarlo nuevamente ya fuera de la vía de foso para poder ser trasladado a cualquier otra ubicación mediante el puente grúa o unas vías de rodadura embebidas en el suelo. La persona que maneja este equipo requiere de una competencia específica.

### **Imagen 5: Mesa baja bogies**



Mesa Baja Bogies, <https://www.pegamo.es/es/maquinaria-especial/productos/equipamiento-ferroviario/baja-bogies/>

Instalaciones de vaciado de WC y llenado de agua: son instalaciones que permiten el vaciado, la limpieza y el llenado de los depósitos de agua de los módulos WC que llevan los trenes de viajeros.

Las aguas sucias son canalizadas hasta la depuradora del complejo o son almacenadas en un depósito para enviarlo a un centro de tratamiento de residuos. Así mismo, la instalación cuenta con una toma de agua para el llenado de los depósitos de agua potable.

### **Imagen 6: Manguera de llenado de agua potable y vaciado de agua residual**



Manguera de llenado de agua potable y vaciado de agua residual, <https://www.vogelsang.info/es-es/productos/tecnologia-de-transporte/obras-de-ferrocarril/reelunit/>

Torno de fosa: máquina - herramienta que permite el torneado o perfilado de las ruedas conforme a los parámetros previamente establecidos o seleccionados en la misma. El torneado de la rueda se hace sobre la rueda montada en el bogie o rodal, pudiendo tornearse las dos ruedas de un mismo eje montado simultáneamente.

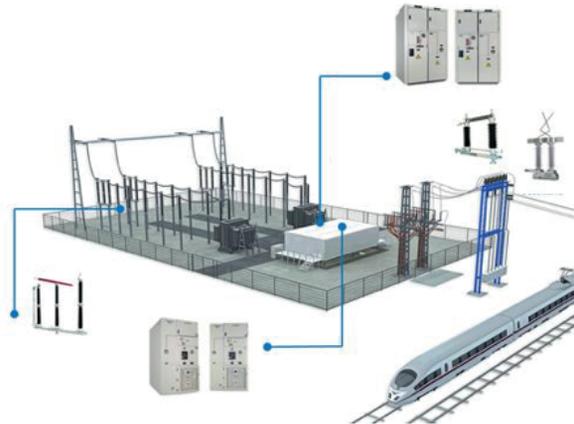
## **Imagen 7: Torno de fosa**



Torno de fosa, <https://www.acygs.es/torno-foso/>

Seccionadores de catenaria: conjunto de seccionadores que permiten el seccionamiento eléctrico de la catenaria de cada uno de la seccionable. La maniobra de los seccionadores se realiza a través de un mando centralizado en una mesa o armario de seccionamiento que contempla una serie de enclavamientos a la hora de maniobrar los seccionadores. Una vez que se ha seccionado la catenaria de la vía, tiene que ponerse a tierra a través de un cable de puesta a tierra que conecta la catenaria con el carril.

## **Imagen 8: Seccionadores con interruptor**



Conjunto de seccionadores con interruptor, <https://www.mesa.es/es/soluciones/ferrocarriles-y-alta-velocidad>

Puente grúa: es un tipo de grúa que permite el desplazamiento vertical y horizontal de elementos voluminosos y pesados. Cuenta con un par de rieles paralelos ubicados a gran altura en los laterales del edificio con una viga metálica que se desplaza horizontalmente por los rieles. El desplazamiento vertical se realiza a través de un polipasto que, a su vez, se desplaza longitudinalmente por la viga a través de unos rieles.

La altura debe permitir sacar los equipos del material rodante a través de la cubierta sin ningún tipo de obstáculos.

### **Imagen 9: Tipo de puente de grúa, centro de reparación**



Tipo de puente de grúa, centro de reparación, <https://jasoindustrial.com/es/industrias/ferroviario/>

Cabina de limpieza: es una cabina que permite, por una parte, mediante agua a presión limpiar los bajos del vehículo en donde se acumula la suciedad, la grasa procedente de los engrasadores de pestaña y, por otra parte, limpiar mediante aire comprimido el polvo y suciedad acumulado en filtros, motores, etc.

### **Imagen 10: Cabinas de limpieza de material rodante**

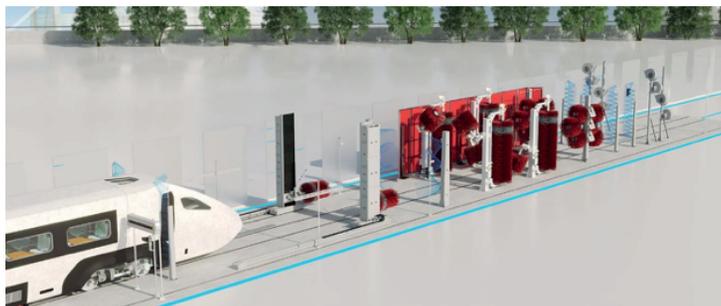


Cabinas de limpieza de Material Rodante, <https://www.fapppsa.com/blog/problems/cabinas-limpieza-trenes/>

Túnel de lavado automático de trenes: instalación que permite el lavado exterior del vehículo de manera automática. Los túneles de lavado pueden ser:

- Al paso: el vehículo es lavado al paso de este por la instalación.
- Móvil: los arcos en donde están los cepillos son los que se desplazan estando el vehículo en todo momento parado.

### **Imagen 11: Túnel de lavado automático de trenes al paso**



Túnel de lavado automático de trenes al paso, <https://int.istobal.com/inter/istobal-hw-train-through.html>

Zona de aire comprimido: se trata de un recinto dotado de mesas con tomas de aire comprimido y manómetros que permiten probar las válvulas y los paneles neumáticos de que consta el tren. Suele estar en centros de mantenimiento de segundo nivel.

**Imagen 12: Zona de aire comprimido**

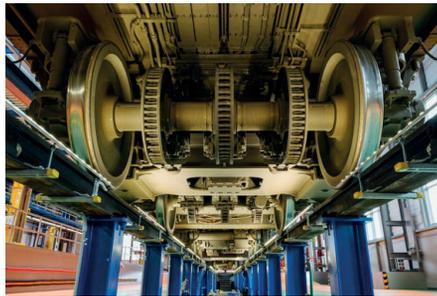


---

Zona de aire comprimido para trabajo, <https://www.ingenieriaei.com.mx/aire-comprimido/>

Banco de equilibrado dinámico reductoras y Motores eléctricos: instalación que permite la comprobación dinámica de reductoras de forma independiente sin tener que estar instaladas en el propio vehículo, así mismo la instalación que permite la comprobación dinámica y el comportamiento mecánico del motor eléctrico separado del resto del vehículo.

**Imagen 13: Banco de pruebas de caja reductora y motor eléctrico**



---

Banco de pruebas de caja reductora y motor eléctrico, <https://mx.chemtronics.com/el-mantenimiento-de-los-sistemas-el%C3%A9ctricos-y-electr%C3%B3nicos-en-los-trenes>

Banco de reparación de motores eléctricos: recinto específico dotado de las herramientas necesarias en donde se lleva a cabo el bobinado y des bobinado de los devanados de los motores, así como la reparación de estos.

**Imagen 14: Banco de pruebas para motor eléctrico**



---

Banco de pruebas para motores eléctricos, <https://www.sim-impex.com/es/product/bancos-de-pruebas-de-motores-electricos/>

## Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento del Material Rodante debe cubrir la totalidad de las partes de este. Asimismo, debe incluir una lista de actividades de mantenimiento y valores límite para estas actividades de mantenimiento, así como la información que sea necesaria para especificar cada una de las actividades de mantenimiento.

### **Imagen 15: Mantenimiento de puertas en el metro CDMX**



---

Ejemplo de mantenimiento de puertas en el metro Cdmx, <https://www.metro.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/programa-de-mantenimiento-trenes-genera-mayor-disponibilidad-de-unidades-en-servicio-para-los-usuarios>

La lista de actividades de mantenimiento contempla una tabla de periodicidad, en donde se indica con que regularidad hay que llevar a cabo esa actividad o una tabla de frecuencia de pasos, en donde se indica con qué frecuencia, sobre una determinada magnitud (km, horas, etc.), debe llevarse a cabo esta intervención.

El desarrollo de las actividades de mantenimiento indicadas en el plan de mantenimiento para cada uno de los equipos o sistemas se lleva a cabo a través de normas técnicas de mantenimiento. Estas normas incluyen las referencias de los equipos que se mantienen, planos y dibujos de estos y descripción de las intervenciones de mantenimiento.

### **Imagen 16: Taller de mantenimiento mayor de trenes**



---

Taller de mantenimiento mayor de trenes, Renfe, <https://treneando.com/2021/01/02/renfe-recurre-las-tarifas-de-mantenimiento/>

Siguiendo con el desarrollo del plan de mantenimiento y las normas técnicas de mantenimiento, se encuentran las órdenes de trabajo y la documentación acreditativa del mantenimiento efectuado. Las órdenes de trabajo son documentos generalmente emitidos por un sistema de gestión de mantenimiento para el control administrativo de las imputaciones y operaciones de mantenimiento realizados. Para cada una de las tareas que contempla una intervención de mantenimiento se especifican los medios humanos (horas de trabajo), así como los materiales y recambios necesarios para llevarla a cabo.

En algunos sistemas de gestión de mantenimiento, las órdenes de trabajo y la documentación acreditativa del mantenimiento vienen juntas en el mismo documento. Una vez finalizada las intervenciones y comprobada la correcta ejecución de estas, se emite un documento cerciorando la aptitud para el servicio del vehículo.

Los distintos tipos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo en los vehículos ferroviarios son:

1. **Mantenimiento Correctivo:** Mantenimiento llevado a cabo después del reconocimiento de fallas y destinado a poner un artículo en un estado en el que pueda realizar una función requerida. El ciclo de mantenimiento correctivo incluye la localización y aislamiento de fallas, el desensamble, la remoción y el reemplazo o reparación de elementos, el reensamble, la comprobación y la verificación del estado.

El mantenimiento correctivo restaura las funciones de un artículo después de que se ha producido una falla o el desempeño no cumple con los límites establecidos. Algunas fallas son aceptables si sus consecuencias (como pérdida de producción, seguridad, impacto ambiental, costo de falla) son tolerables en comparación con el costo del mantenimiento preventivo. Esto da como resultado un enfoque planificado de operación hasta la falla para el mantenimiento.

Si las consecuencias de la falla son graves, se debe realizar un análisis de causa raíz para evitar que vuelva a ocurrir:

- **Mantenimiento inmediato:** Mantenimiento que se lleva a cabo sin demora después de que se haya detectado una falla para evitar consecuencias inaceptables.
- **Mantenimiento diferido:** Mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente después de la detección de la falla, sino que se retrasa según los criterios de fiabilidad.

### **Imagen 17: Mantenimiento correctivo a convoy de metro de la CDMX**



Mantenimiento correctivo a convoy de metro de la cdmx, <https://www.elsoldemexico.com.mx/metropoli/cdmx/el-sistema-de-transporte-colectivo-dara-mantenimiento-a-282-trenes-548705.html>

2. Mantenimiento preventivo: El mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios prescritos y destinado a reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento de un artículo.

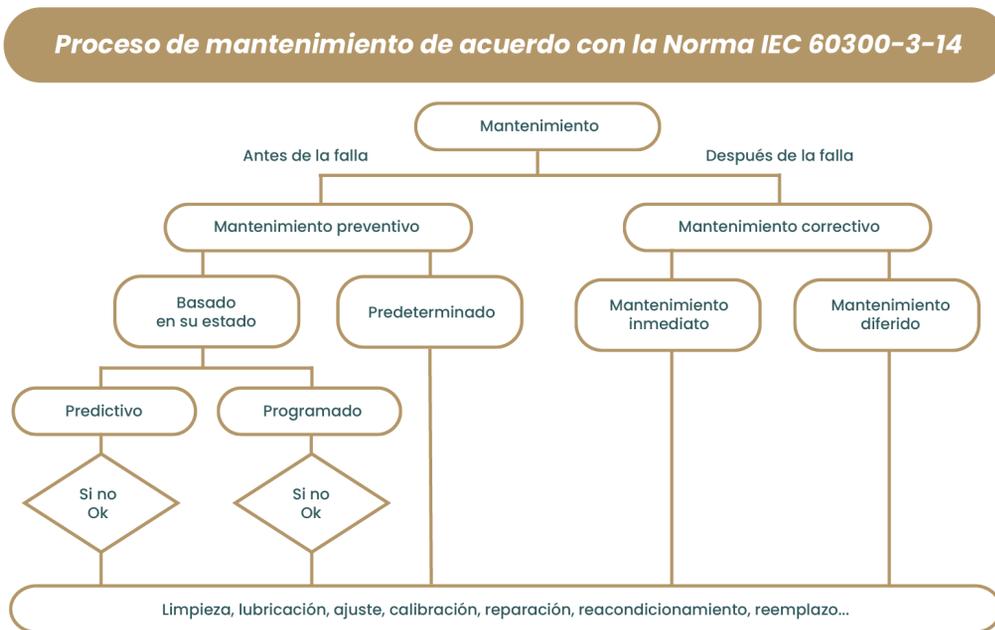
Esto puede estar basado en su estado y lograrse monitoreando su condición hasta que la falla sea inminente, o mediante verificaciones funcionales para detectar fallas en funciones ocultas y luego realizar el mantenimiento. También se puede predefinir, en función de un intervalo fijo (como un calendario, las horas de operación, el número de ciclos) que consiste en la renovación o el reemplazo regulares de un artículo o sus componentes.

### **Imagen 18: Mantenimiento preventivo de trenes**



Mantenimiento preventivo de trenes, [https://viga.ind.br/produto/manutencao\\_de\\_vagoes\\_ferrovianos\\_pecas/](https://viga.ind.br/produto/manutencao_de_vagoes_ferrovianos_pecas/)

## Imagen 19: Proceso de mantenimiento de acuerdo con la Norma IEC 60300-3-14



Vídeo de fosa de diagnóstico <https://www.notitrans.com/renuevan-instalaciones-del-taller-ferroviario-en-tapias/>

### \*Norma IEC 60300-3-14

El mantenimiento preventivo incluye tareas basadas en su estado que consisten en monitoreo de condiciones, inspección y pruebas funcionales.

Los intervalos predeterminados se aplican a las reparaciones o reemplazos que se llevan a cabo en intervalos específicos, como el tiempo transcurrido, las horas de operación, la distancia, el número de ciclos u otras medidas relevantes:

- **Mantenimiento basado en su estado:** Mantenimiento preventivo basado en la monitorización del desempeño y/o parámetros y las acciones posteriores.
- **Mantenimiento predeterminado:** Mantenimiento preventivo realizado de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o número de unidades de uso, pero sin investigación previa de la condición o estado.
- **Mantenimiento Predictivo:** Mantenimiento basado en la condición o estado realizado siguiendo una previsión derivada del análisis y evaluación de los parámetros significativos de la degradación del artículo.
- **Mantenimiento Programado o Planificado:** Mantenimiento preventivo realizado de acuerdo con un programa de tiempo o un número de unidades de uso establecido.

## **Imagen 20: Mantenimiento predictivo de los trenes Norma IEC 60300-3-14**



---

Mantenimiento predictivo de los trenes de Quito, <https://www.quitoinforma.gob.ec/2024/05/02/los-trenes-del-metro-reciben-mantenimiento-permanente/>

### Las entidades encargadas de mantenimiento

La normativa europea define, principalmente, a dos actores como los responsables de la seguridad ferroviaria del sistema ferroviario, que son: el administrador de infraestructuras encargado de la gestión de la infraestructura y la empresa ferroviaria encargada de la operación de los vehículos ferroviarios en la red ferroviaria. Junto con estos actores está la entidad encargada de mantenimiento responsable de las actividades de mantenimiento de los vehículos.

Todo vehículo antes de que vaya a ponerse en servicio o vaya a utilizar la red ferroviaria debe contar con una entidad encargada de mantenimiento que se responsabilice del mantenimiento de este. En el registro nacional del vehículo debe de figurar la entidad encargada del mantenimiento de este.

La entidad encargada de mantenimiento puede ser la empresa ferroviaria, el administrador de infraestructura, el propietario del vehículo o una entidad contratada para llevar a cabo el mantenimiento.

## Bibliografía

Tema	Recomendación
Material Rodante Lección 7	ERA   European Union Agency for Railways. Reglamento (UE) No 1302/2014 de la Comisión de 18.11.14 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante «locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en la Unión Europea.
	Villén J, La pastora C. El ferrocarril regional y las comunidades autónomas. Ponencia en el Congreso Ferroviaria 98. 1998.
	García A, Cillero A, Jericó P. Operación de trenes de viajeros. Claves para la gestión avanzada del ferrocarril. Colección técnica. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011.
	Martínez JC. Tecnologías específicas de electrificación en ferrocarriles de Alta Velocidad. Colección técnica. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011.
	Artículo La digitalización del ferrocarril, Ignacio Jorge Iglesias Díaz
	Ingeniería Ferroviaria, Francisco Javier González Fernández, Julio Fuentes Losa, UNED