

Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente a la inteligencia artificial

ETSICCP. Madrid, 26 de mayo de 2026



Perspectivas de la IA en el sector ferroviario Visión desde la investigación universitaria

José María Del Álamo

Catedrático, Universidad Politécnica de Madrid

Subdirector, Information Processing and Telecommunications Center



Por qué ahora

Tres fuerzas:

- **Digitalización del sistema ferroviario:** sensores, comunicaciones, datos operacionales, mantenimiento predictivo
- **Presión por eficiencia y sostenibilidad:** más capacidad, menos incidencias, mejor integración multimodal
- **Madurez de la IA generativa y analítica:** modelos predictivos, análisis documental, asistentes, automatización de procesos y agentes

Áreas de aplicación de la IA en ferrocarril

- **Operación**
 - Predicción de demanda
 - Optimización de horarios
 - Gestión de incidencias
 - Apoyo a centros de control
- **Infraestructura y mantenimiento**
 - Mantenimiento predictivo
 - Visión artificial para inspección
 - Gemelos digitales de infraestructura y material rodante
 - Priorización de intervenciones
- **Seguridad y ciberseguridad**
 - Detección de anomalías
 - Monitorización de sistemas críticos
 - Análisis de riesgos
 - Respuesta ante incidentes
- **Experiencia de usuario y gestión**
 - Información personalizada al viajero
 - Asistentes para operadores
 - Automatización documental
 - Evaluación de cumplimiento normativo

Visión desde el IPTC-UPM

No es solo “usar IA”; es saber evaluarla y desplegarla con garantías.

- Ingeniería de sistemas distribuidos y datos:
 - Plataformas escalables
 - Pipelines automatizados
 - Integración de fuentes heterogéneas
- Privacidad, ciberseguridad y cumplimiento:
 - Evaluación automatizada
 - Auditoría de sistemas TIC
 - Análisis de datos personales y riesgos regulatorios
- IA confiable y evaluación:
 - Uso de LLMs para análisis documental
 - Evaluación de agentes y sistemas generativos
 - Red-teaming, trazabilidad y cumplimiento

Lecciones de proyectos previos

- **Lección 1: Los sistemas reales son heterogéneos**
 - El reto no es solo elaborar un modelo, sino alinear datos, vocabularios, formatos y criterios
- **Lección 2: Automatizar una vez no basta, hay que medir continuamente**
 - Hay que pasar de intuiciones a evidencias empíricas mediante plataformas de observación que permitan un ajuste continuo
- **Lección 3: La IA debe ser auditable**
 - En dominios regulados, el resultado del modelo importa, pero también la trazabilidad, la explicación, la gobernanza y la responsabilidad
- **Lección 4: La Universidad puede crear entornos de pruebas y validación**
 - Bancos de prueba, metodologías, benchmarks, simuladores, datasets y evaluación independiente

IA generativa y agentes: oportunidad realista

***La IA generativa será más útil
como interfaz cognitiva sobre sistemas complejos.***

- Ejemplos:
 - Asistente para consultar normativa ferroviaria
 - Apoyo a mantenimiento con manuales, históricos e incidencias
 - Generación de informes técnicos
 - Análisis de partes de avería
 - Agentes que coordinan tareas, pero siempre con supervisión humana

Retos científicos y técnicos

- **Lección 1: Los sistemas reales son heterogéneos**
 - El reto no es solo elaborar un modelo, sino alinear datos, vocabularios, formatos y criterios
- **Lección 2: Automatizar una vez no basta, hay que medir continuamente**
 - Hay que pasar de intuiciones a evidencias empíricas mediante plataformas de observación que permitan un ajuste continuo
- **Lección 3: La IA debe ser auditable**
 - En dominios regulados, el resultado del modelo importa, pero también la trazabilidad, la explicación, la gobernanza y la responsabilidad
- **Lección 4: La Universidad puede crear entornos de pruebas y validación**
 - Bancos de prueba, metodologías, benchmarks, simuladores, datasets y evaluación independiente

Retos científicos y técnicos

- **Datos**

- Silos
- Calidad variable
- Datos sensibles o estratégicos

- **Interoperabilidad**

- Sistemas legacy
- Diferentes operadores
- Ontologías y modelos comunes

- **Validación**

- Cómo demostrar que un sistema de IA es seguro
- Robustez ante casos raros
- Explicabilidad

- **Gobernanza**

- Responsabilidad
- Auditoría
- Cumplimiento del AI Act
- Integración con procesos existentes

Dónde puede aportar la universidad

- **Mantenimiento predictivo auditable**
 - No solo predecir fallos, sino justificar decisiones y medir incertidumbre
- **Gemelos digitales con IA**
 - Simulación, planificación y evaluación de escenarios
- **Asistentes para operación y documentación**
 - IA generativa conectada a normativa, manuales y datos internos
- **Evaluación de riesgos, privacidad, ciberseguridad y cumplimiento**
 - Auditoría continua de sistemas basados en datos e IA

Propuesta de agenda investigadora

- **Corto plazo**

- Identificar datos + Casos de uso no críticos (e.g. asistentes documentales)
- Realizar pilotos controlados

- **Medio plazo**

- Gemelos digitales + Mantenimiento predictivo
- Evaluación de robustez y trazabilidad

- **Largo plazo**

- IA integrada en operación
- Sistemas semi-autónomos supervisados
- Certificación y auditoría continua

Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente a la inteligencia artificial

ETSICCP. Madrid, 26 de mayo de 2026



GRACIAS

Por su atención



CONTACTO

José María del Álamo

Information Processing and Telecommunications Center

Universidad Politécnica de Madrid

jm.delalamo@upm.es