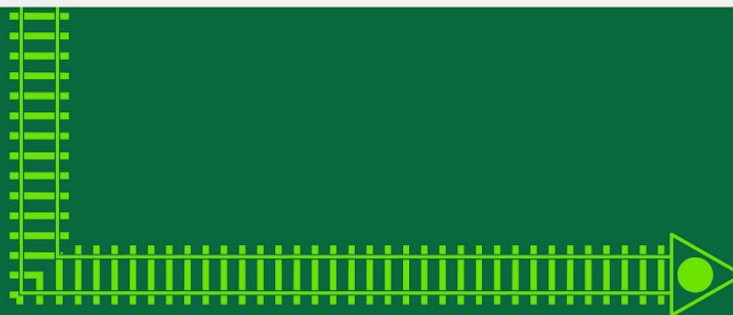




3ª JORNADAS AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - ESPAÑA

DIÁLOGOS DEL FERROCARRIL

RIELES HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE

7 DE
OCTUBRE
DE 2025

BARCELONA,
ESPAÑA



Mantenimiento ferroviario: retos y desafíos



Red Ferroviaria de Interés General

Más de **15.500 Km** de red ferroviaria de titularidad de Adif y Adif – Alta Velocidad, de los cuales más de **3.900 km de alta velocidad**.



Anchos de vía

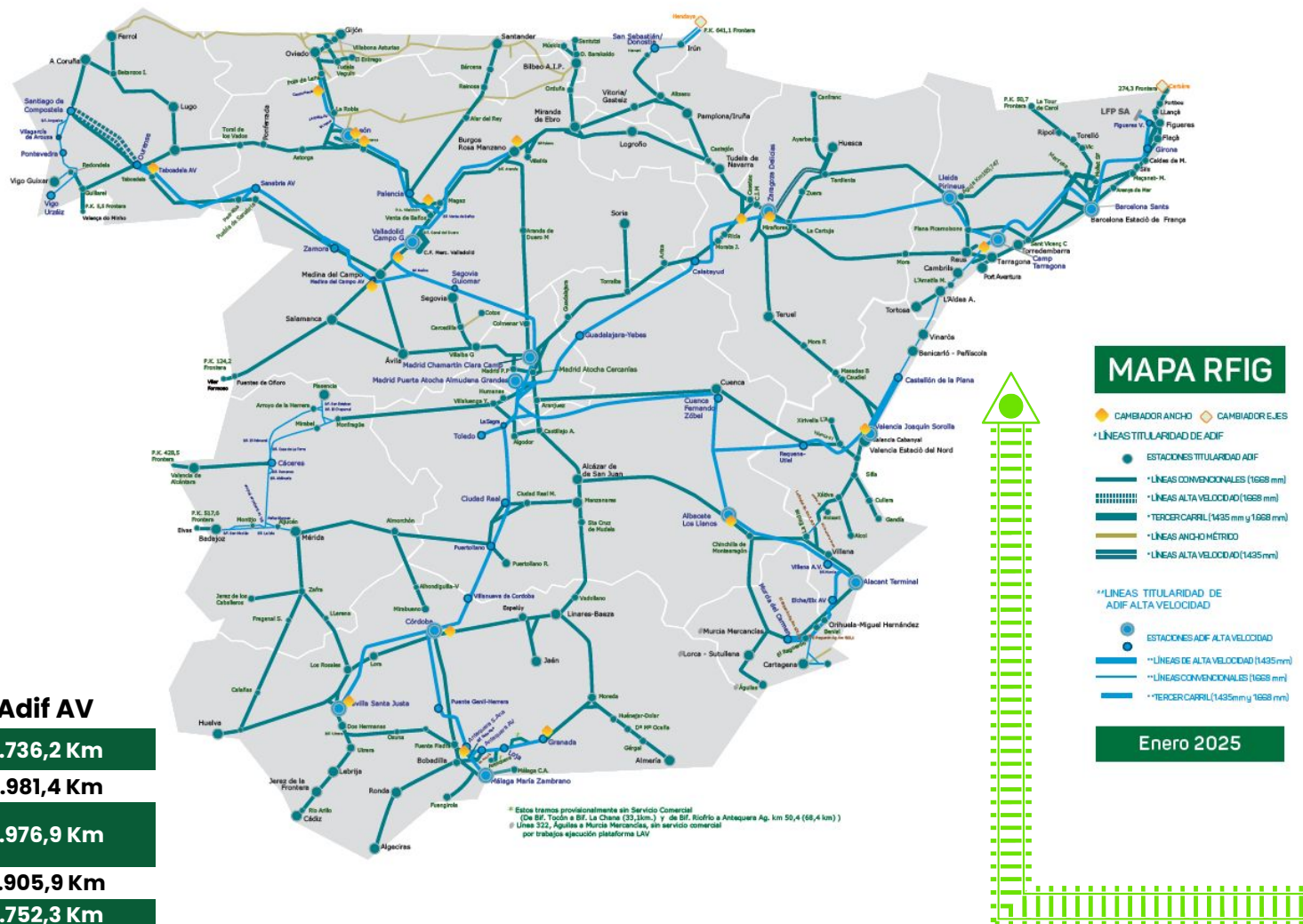
- UIC: 1.435 mm.
- Ibérico: 1.668 mm.
- Métrico: 1.000 mm.
- Ancho mixto: 1.435 – 1.668 mm.



Datos significativos:

	Adif	Adif AV
Líneas Equipadas con ERTMS	384,9 Km	2.736,2 Km
Líneas Equipadas con ASFA	10.594,2 Km	3.981,4 Km
Líneas Equipadas con Sistemas de Bloqueo Automatizados	9.536,7 Km	3.976,9 Km
Líneas dotadas con CTC	9.055,0 Km	3.905,9 Km
Línea electrificada	6.719,6 Km	3.752,3 Km
Nº de Circulaciones de Trenes (*)	1.800.563	389.484

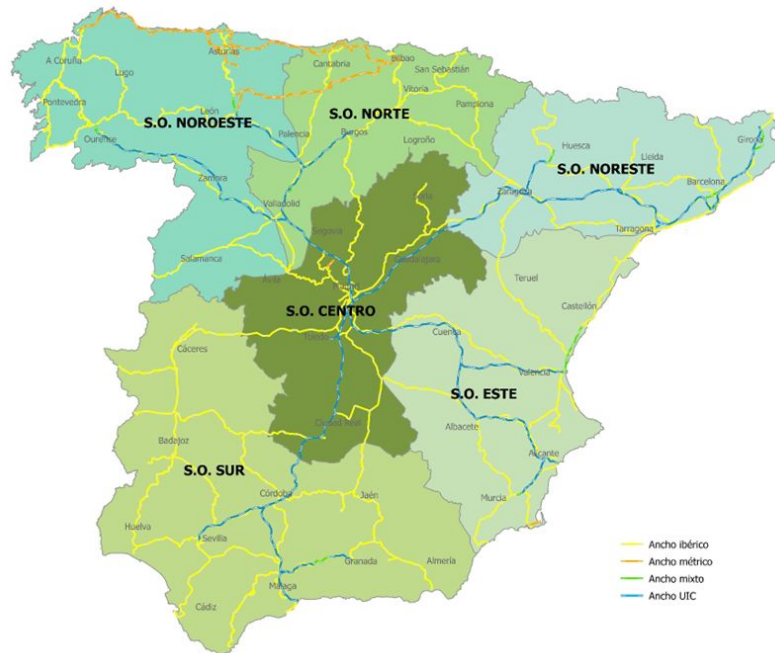
*Datos acumulados a diciembre 2024



Modelo de gestión

Mantenimiento Red Convencional

- ✓ Modelo **mixto** por técnicas:
 - Infraestructura y vía (externalizado)
 - L.A.C. y SS.EE (Energía) (mixto)
 - Telecomunicaciones y Fibra Óptica (mixto)
 - Instalaciones de seguridad (mixto).



Mantenimiento Red de Alta Velocidad

- ✓ Modelo **externalizado** por técnicas:
 - Infraestructura y vía
 - L.A.C. y SS.EE (Energía)
 - Telecomunicaciones y Fibra Óptica (mixto)
 - Instalaciones de seguridad



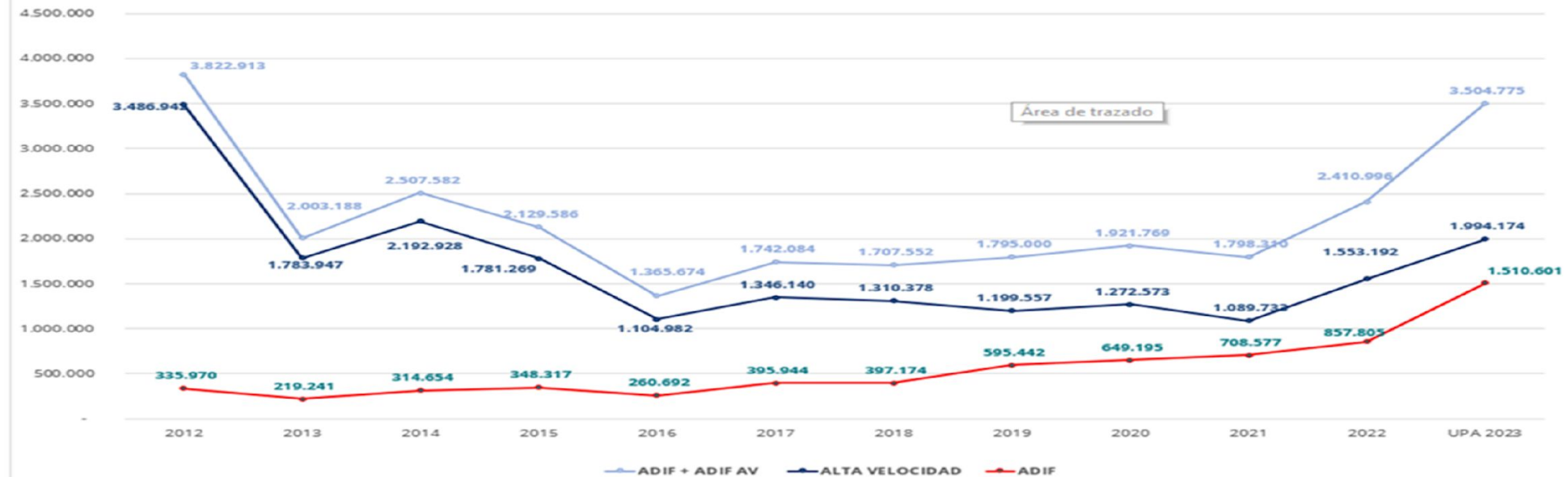
Modelo de gestión

Evolución de Inversiones

INVERSIONES ADIF + ADIF AV

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	UPA 2023
ALTA VELOCIDAD	3.486.942	1.783.947	2.192.928	1.781.269	1.104.982	1.346.140	1.310.378	1.199.557	1.272.573	1.089.733	1.553.192	1.994.174
ADIF	335.970	219.241	314.654	348.317	260.692	395.944	397.174	595.442	649.195	708.577	857.805	1.510.601
ADIF + ADIF AV	3.822.913	2.003.188	2.507.582	2.129.586	1.365.674	1.742.084	1.707.552	1.795.000	1.921.769	1.798.310	2.410.996	3.504.775

EVOLUCIÓN DE INVERSIONES (Miles € con IVA)



*No se incluyen inversiones de la Dirección General de Ferrocarriles hasta 2014

Retos del mantenimiento en el sector ferroviario



Las personas.

Relevo generacional



Digitalización y nuevas habilidades

- ✓ Adopción de **nuevas tecnologías** como la IA, automatización, herramientas colaborativas, etc.



Nuevas expectativas laborales

- ✓ Búsqueda de oportunidades de **desarrollo profesional**.
- ✓ Implantación de **nuevos modelos de trabajo** híbrido o remoto.



Cambios en la cultura organizativa

- ✓ Estructuras horizontales, **menos jerárquicas**.
- ✓ **Movilidad laboral**, aumentando la rotación de trabajadores.



Mejora/renovación de las instalaciones

Trabajos en líneas en explotación: Alta Velocidad



Renovación integral LAV Madrid – Sevilla

- ✓ Inauguración: **14 de abril de 1992**
- ✓ Tráfico exclusivo de **viajeros**
- ✓ Longitud: **470,5 km**
- ✓ Velocidad máxima: **300 km/h**
- ✓ **Doble vía** de ancho **1.435 mm.**
- ✓ Electrificación a **1x25 KV – 50Hz** en corriente alterna.
- ✓ Sistema de protección de trenes **LZB, ASFA 200 AVE de respaldo. (ERTMS en despliegue)**
- ✓ Sistema de Comunicaciones **GSM-R**

> 700M€

Manteniendo el tráfico de la línea

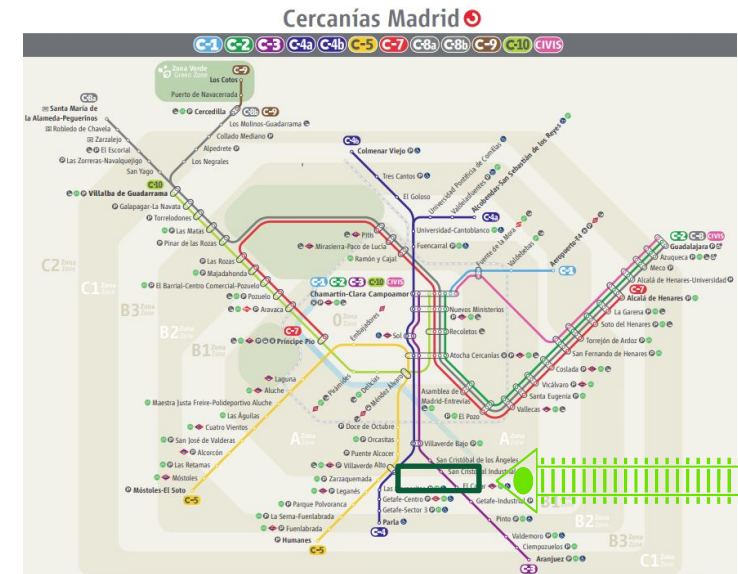
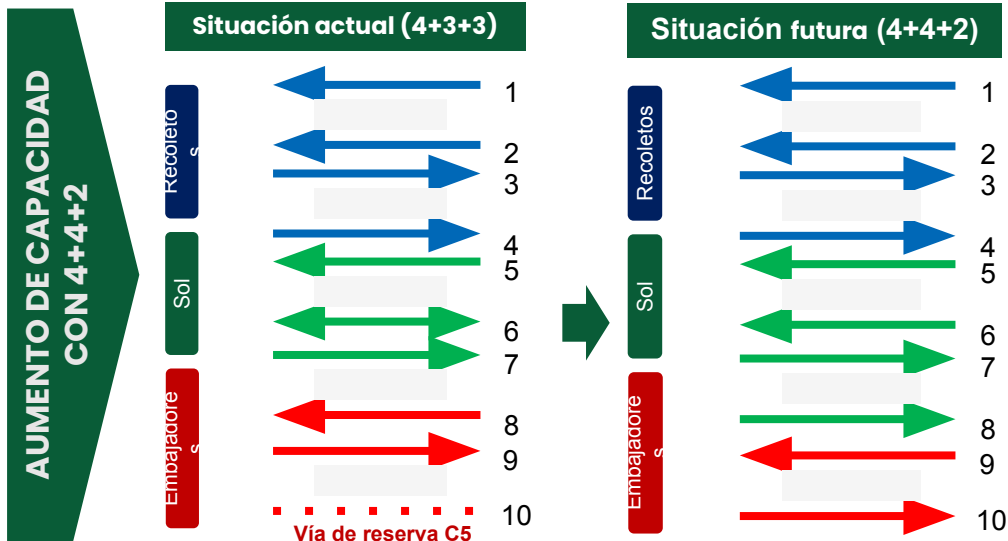
Mejora/renovación de las instalaciones

Trabajos en líneas en explotación: Red de Cercanías



Estación de Atocha: Proyecto 4+4+2

- ✓ En el año 2024 registró **88 millones de usuarios**.
- ✓ **Aumento de capacidad** en túnel de Sol del 33%.
- ✓ Se han realizado **trabajos de renovación** de carril, balasto, traviesas y catenaria.



Cortes en verano de 2025 y 2026

Mejora/renovación de las instalaciones

Mayor complejidad de las instalaciones



Mayor complejidad tecnológica

- ✓ Se requiere **personal especializado** en los diferentes sistemas implantados.
- ✓ Se requieren **contratos de mantenimiento específicos** para determinados sistemas.
- ✓ Incorporar avances... **¡pero simplificar!**



Implantación del ancho mixto



Electrificación de la red



Actualizaciones constantes

- ✓ El software y sistemas empleados deben actualizarse según los últimos **avances tecnológicos**.
- ✓ Es necesario el desarrollo de **nueva normativa** a medida que se van implantando nuevos sistemas.
- ✓ Se requieren **programas de formación continua** para el personal encargado del mantenimiento.



Despliegue ERTMS



Despliegue GSM-R y 5G

Mejora del mantenimiento:
conocimiento del estado
de las instalaciones

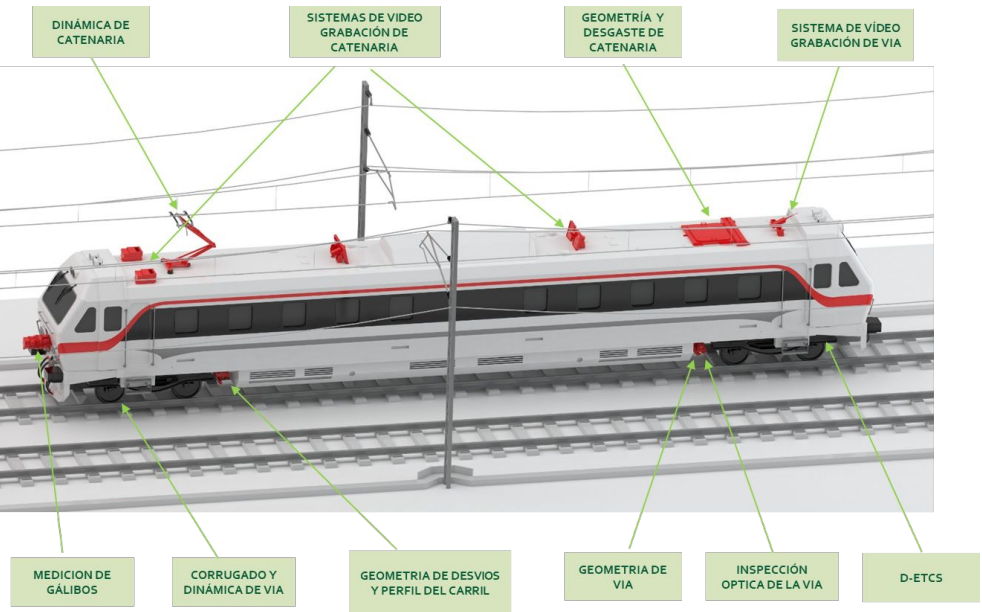


Conocimiento estado de las instalaciones

Potenciar las revisiones e inspecciones de la infraestructura

Mejora parque auscultadoras

✓ Sistemas de Auscultación de los nuevos trenes:



✓ Auscultador Talgo:



- Provisto de equipos de auscultación autopropulsado: 2 cabezas motrices, 6 coches
- Rodadura desplazable, compatible con todas las líneas convencionales y de AV de la RFIG, salvo Ancho Métrico

		Nuevos Trenes Auscultadores			
		STADLER Ancho Ibérico 1	STADLER Ancho Ibérico 2	STADLER Ancho UIC	TALGO AV Ancho Variable
Odometría (TLS)		● ●	● ●	● ●	● ●
Sistema de Medición de Geometría de Vía (TGMS)		●	●	●	● ●
Sistema de Medición de Desvíos (SGMS)		●	●	●	
Sistema de Medición Inercial de Desgaste Ondulatorio (RCMS)		●	●	●	●
Sistema de Medición Dinámica de Vía (AMS)		●	●	●	●
Sistema de Inspección Óptica de Vía (V-CUBE)		●	●		●
Sistema de Medición Geometría de Catenaria (OHL – GWMS)		●	●	●	● ●
Sistema de Medición Dinámica de Catenaria (INTPANT)		● ●	● ●	● ●	● ● ● ●
Sistemas de Inspección Óptica de Catenaria	Overhead Line Pole Detection System (PD)	●			●
	Overhead Line Transversal Structure Inspection System (OHL LSI)	●			●
	Overhead Line Longitudinal Structure Inspection System (OHL TSI)	●			●
	Overhead Line Video Surveillance System (OVSS)	● ●			● ●
Sistema de Diagnóstico de Balizas (D-ETCS)		●	●	●	●
Sistema de Medición de Gálibos (T-SIGHT)		●	●	PREINSTALADO	
Sistema de Visión de Vía (TVSS)		●	●	●	●
Sistema de Medición GSMR		PREINSTALADO	PREINSTALADO	PREINSTALADO	●

✓ 3 nuevos trenes Auscultadores Stadler:



- Provisto de equipos de auscultación autopropulsado: 2 cabezas motrices, 6 coches
- 1 x tren UIC, 2 x tren ancho Ibérico
- Tracción:
 - ✓ 3 kV (3 MW)
 - ✓ 25 kV (3,2 MW)
 - ✓ Diésel (1,6 MW)

Conocimiento estado de las instalaciones

Potenciar las revisiones e inspecciones de la infraestructura

Medición de geometría de vía

✓ Carro de medición de Geometría de Vía. Modelo KRAB.



- Ancho, parámetro valido
- Alineación, parámetro NO valido
- Nivelación Longitudinal, parámetro NO valido
- Alabeo, parámetro NO valido
- Peralte, parámetro valido
- PK actual e inicial
- Velocidad de avance
- Botones de Eventos

64%		
Ancho	-14,08	
Ali 2.1m	-25,19	
Niv 2.1m	-10,61	
αAla	-9,88	
Peralte	14,01	
KM 1 [m]	0,000000	KM 2 [m]
Speed [km/h]:	0,00	
☐ Level Xing	Bridge	Switch
☐ Mudd	Frog	Joint
		Culve

Conocimiento estado de las instalaciones

Potenciar las revisiones e inspecciones de la infraestructura

Auscultación ultrasónica

- ✓ **La auscultación ultrasónica de carril y aparatos de vía** constituye una actividad destinada a la inspección y vigilancia de la infraestructura ferroviaria, y constituye una parte importante del mantenimiento preventivo, pues se trata de una actividad realizada de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos, destinada a identificar defectos en el carril que se puedan reparar o eliminar de forma previa a la ocurrencia de un suceso o accidente
- ✓ **Sistemas embarcados en vehículos ferroviarios:**
- ✓ **Sistemas embarcados en vehículos biviales:**
- ✓ **Sistemas manuales para carril**
- ✓ **Sistemas manuales para aparatos de vía**



Conocimiento estado de las instalaciones

Potenciar las revisiones e inspecciones de la infraestructura

Inspección integral de vía

- ✓ **DIGAV Dispositivo de Inspección Gráfica de Aparatos de Vía.** Es un **equipo no embarcado pionero en la inspección visual de la superestructura** que nos permite aumentar la zona de supervisión del carril, llegando a **inspeccionar la totalidad de la superficie visible gracias a los 7 puntos de vista simultáneos que captan imágenes cada 25-30 cm** (10 cámaras Estereoscópicas) y con un rendimiento/velocidad de funcionamiento en plena vía de 3-4 km/h lo que **reduce los recorridos de vía un 20-40% en su duración**. El análisis de los datos es procesado por la IA que, siguiendo los patrones de configuración para cada tipo de vía, procesa la información y nos da un análisis/report de los elementos fuera de tolerancia.



Fundamentos principales

- ✓ Aumentar cualitativamente los trabajos de supervisión de toda la Superestructura
- ✓ Unificar los criterios de detección mediante una categorización fija de los defectos
- ✓ Disponibilidad de uso en cualquier momento por los responsables de los equipos
- ✓ Almacenar gráficamente imágenes de alta calidad del estado de la superestructura en una determinada fecha
- ✓ Compatibilidad con las diferentes configuraciones de vía sin necesidad de calibración de ningún componente instalado

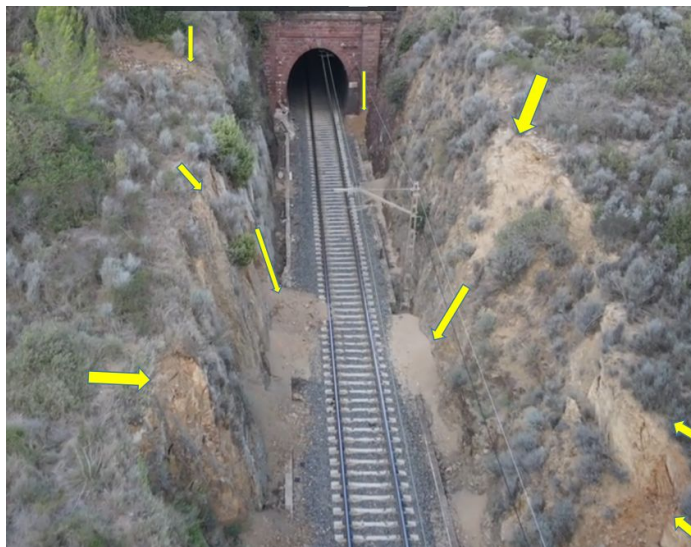
Conocimiento estado de las instalaciones

Potenciar las revisiones e inspecciones de la infraestructura

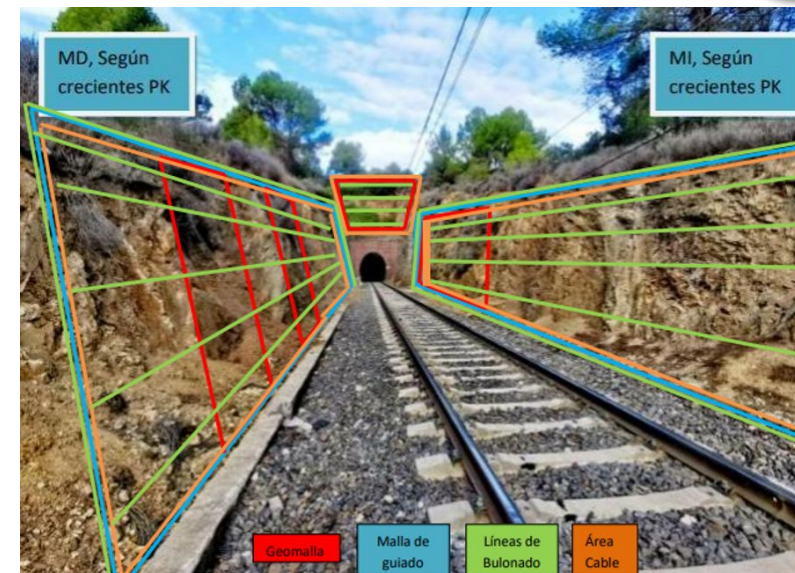
Drones

Inspecciones básicas de trincheras y terraplenes

- ✓ Tradicionalmente recorridos **por la vía a pie**.
- ✓ **Inconvenientes** de los recorridos a pie:
 - No se percibe la parte alta de la trinchera ni de la coronación.
 - No se percibe la base del terraplén, cauces de río, etc.
 - Accesos complicados fuera de la zona de vía.



Propuesta de actuación después de la inspección con dron

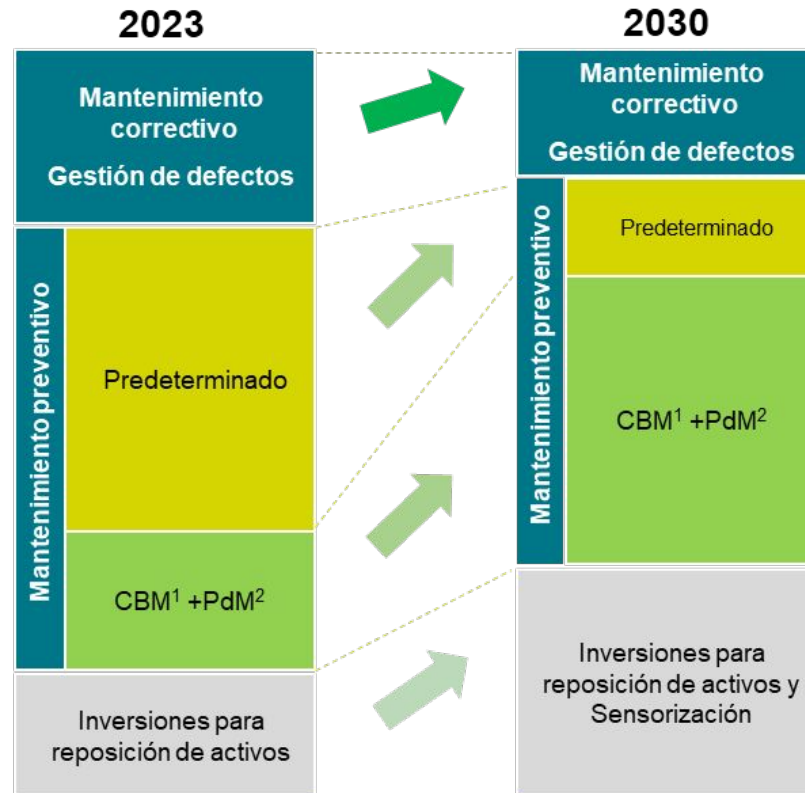


Mejora del mantenimiento:
uso más eficiente de los
recursos disponibles



Valor más eficiente del mantenimiento

Evolución del Mantenimiento



1. CBM: Mantenimiento Basado en la Condición. Programado, atendiendo a la condición
2. PdM: Mantenimiento Predictivo



Reducción natural de Mantenimiento Correctivo



Reducción de Mantenimiento Predeterminado e Inspecciones



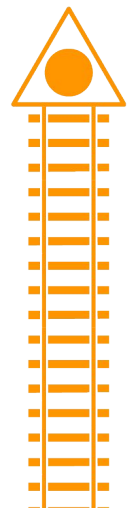
Potenciación de CBM y PdM, lo que permite mejor conocimiento del estado de activos, mejora de diagnósticos y pronósticos, análisis de modos de fallo y obtención de modelos de degradación



Incremento de inversiones para reposición de activos y para sensorización

PALANCAS:

- *Monitorización*
- *Analítica Avanzada*
- *Mantenimiento Predictivo*
- *Sistema de Gestión de Activos*
- *Transformación digital...*



Valor más eficiente del mantenimiento

Mejora del mantenimiento



Valor más eficiente del mantenimiento

Mantenimiento predictivo. Laboratorio de datos.

✓ Creación del laboratorio de Datos de Mantenimiento:

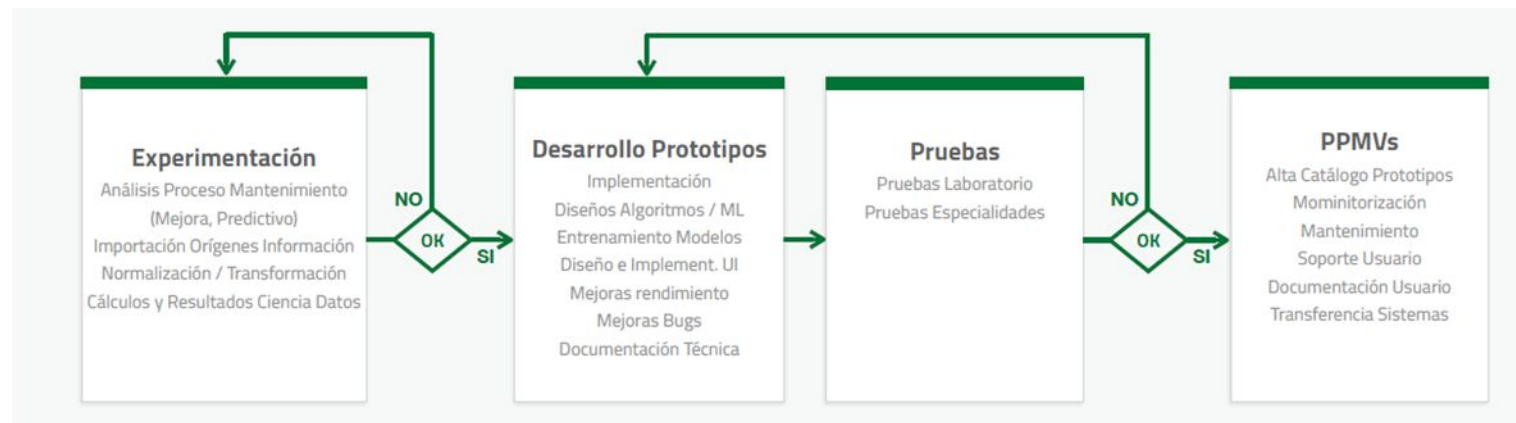
- ❑ **Motivación para el Laboratorio:** El “DataLab” centraliza conocimientos de la ciencia de los datos para mejorar el mantenimiento e impulsar el mantenimiento predictivo.
- ❑ **Objetivos clave:** Innovar en análisis de datos, optimizar procesos de mantenimiento y facilitar la colaboración interdisciplinar entre expertos de distintas áreas.
- ❑ **Equipo multidisciplinar:** Participan expertos en datos, en mantenimiento, en ingeniería y en operaciones para abordar retos complejos de forma integral.

El Laboratorio de Datos (“**Data Lab**”) está dedicado al análisis avanzado de datos de mantenimiento.

Dispone de un equipo de científicos e ingenieros de datos especializados en datos de la Infraestructura ferroviaria, el clima y problemáticas de Mantenimiento, con capacidad de trabajar en infraestructura de Big Data y herramientas de IA. Actualmente se está en proceso de internalización de los **casos de uso de modelos predictivos de fallo, para optimización de frecuencias de mantenimiento y recomendaciones de sustituciones de componentes**.



✓ Flujo de trabajo dentro del laboratorio de datos:

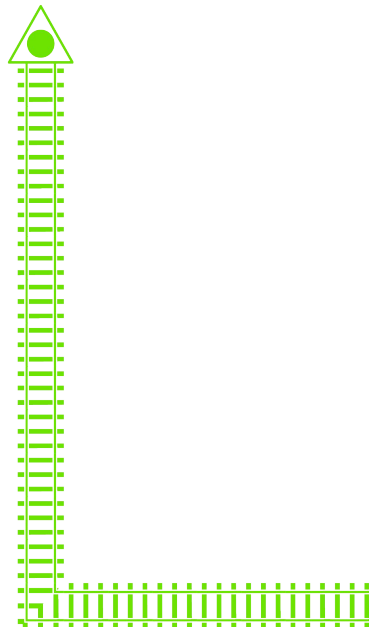


- ❑ **Proceso colaborativo integral**
- ❑ **Iteración y validación continua**
- ❑ **Conocimiento multidisciplinar clave**

Valor más eficiente del mantenimiento

Mantenimiento predictivo. Consolidar el dato

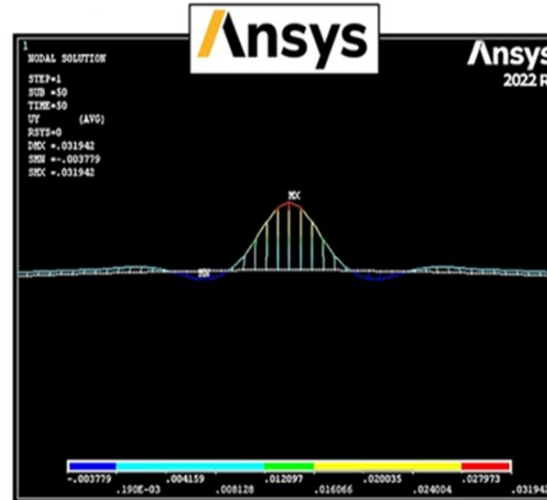
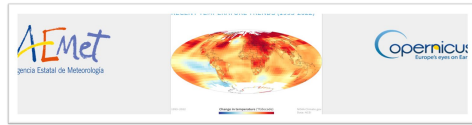
✓ El valor de los datos. Consolidar y avanzar:



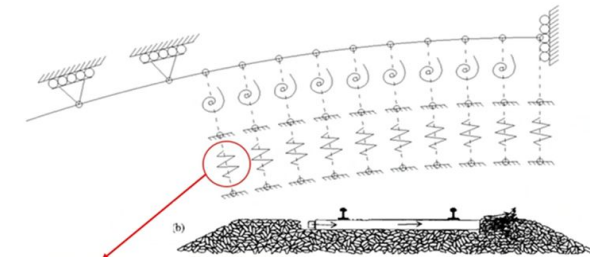
Valor más eficiente del mantenimiento

Mantenimiento predictivo. Consolidar el dato

- ✓ **Laboratorio de Mantenimiento: Nuevo Mapa de temperaturas Máximas de la Red:** Utilización para contingencias ante eventos de temperatura extrema (ejemplo deformaciones de vía)



Estimación de las variables de entrada del modelo



Carril: UIC-54E1		
Sujeción: elástica - hormigón		
Traviesa: hormigón. Cada 600 mm		
Banqueta: hombro de 0,90 m (desde cara activa carril)		
Estado compactación	Geometría banqueta balasto	Defectos geometría vía

La **combinación del trabajo de asignación de temperaturas extremas y de los modelos de mecánica de la vía** alimentados con los datos estructurales y de estado, permiten identificar contingencias de forma proactiva, de acuerdo a una caracterización de la vulnerabilidad de los tamos de vía frente a los eventos de temperatura extrema, tanto para los planes de acción como para la respuesta ante eventos.

Valor más eficiente del mantenimiento

Mantenimiento predictivo. Consolidar el dato

✓ Empleo de Analítica avanzada aplicada al Mantenimiento :



Oportunidades

- ✓ Mejora de las **interfaces de usuario**
- ✓ Mejora de la **calidad y de la gestión de los datos.**
- ✓ Empleo de la **Analítica Avanzada.**

Objetivo

- ✓ Capturar parte del potencial del margen de eficiencia del Mantenimiento mediante el empleo de Analítica Avanzada

Proyecto de optimización del mantenimiento a través de Analítica Avanzada:

- ✓ Herramienta para la optimización económica del mantenimiento mediante Analítica Avanzada
- ✓ Plazo inicial y actual: 10 meses inicial y 35 meses actual.
- ✓ Imp. Adjudicación: 3 M€ (IVA incluido)
- ✓ Presupuesto Actual: 4,4 M€ (IVA incluido)

Situación actual:

El plazo del proyecto terminó el 1 de Febrero del 2025. Para dar continuidad a la Herramienta de Analítica Avanzada más allá del alcance que permite el contrato, se está trabajando de forma conjunta con SSII ADIF para su productivización en la Plataforma del Gobierno del Dato de ADIF (Tecnología Stratio).



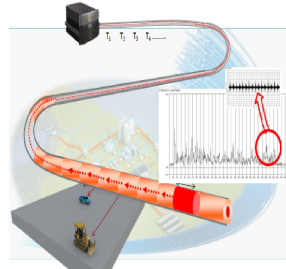
Valor más eficiente del mantenimiento

Monitorización

✓ Centro de monitorización de infraestructura:

Fibra óptica:

Detección de caída de bloques



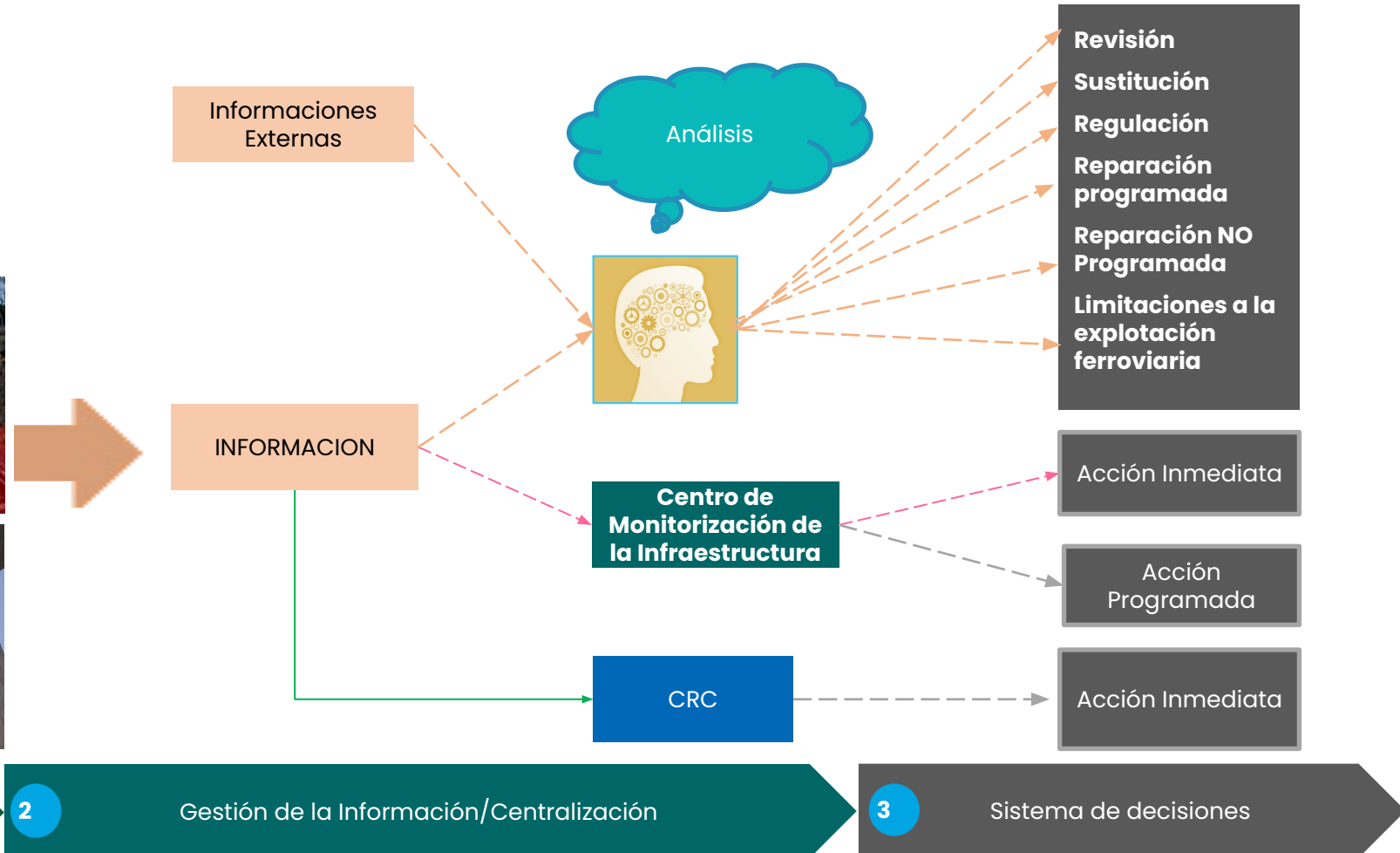
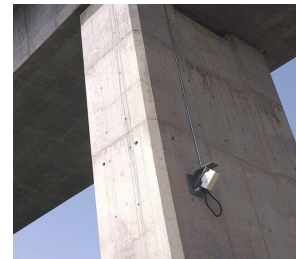
Cámaras de visión inteligente:

Detección de obstáculos en pasos a nivel, en vía, desprendimientos...



Monitorización de estructuras:

Auscultación de puentes con nuevas tecnologías





3ª JORNADAS AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - ESPAÑA

DIÁLOGOS DEL FERROCARRIL

RIELES HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE

@AGENDACAF WWW.CAF.COM