



4.2

Protección de la explotación

La explotación técnica de los ferrocarriles de viajeros





Principios generales

PREVENIR

Evitar que suceda, reducir la probabilidad de ocurrencia

CONTROLAR/MITIGAR

Si sucede, detectarlo y actuar para limitar consecuencias

EVACUAR

En caso necesario, evacuar al pasaje del vehículo o la estación

RESCATAR

En ocasiones, se precisa de asistencia externa

Mediante

- **Diseño** de vehículos e infraestructura
- **Medios** humanos y materiales
- **Procesos**
- **Formación**

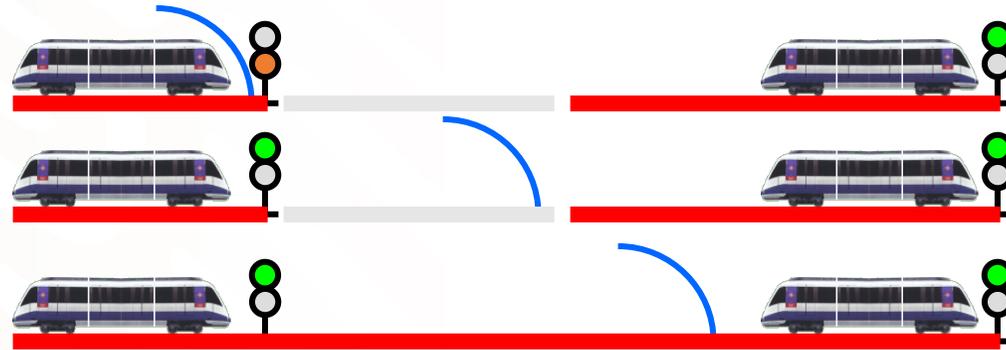


Señalización

Protección contra colisión y sobrevelocidad

Modos de explotación

- Cantón fijo
- Cantón virtual
- Cantón móvil



Modos de transmisión principales

- **Puntuales:** Mediante balizas situadas en la vía.
- **Semi-continuos:** Mediante lazos o zonas de emisión de radio.
- **Continuos:** Mediante lazos, transmisión por carril, transmisión por radio.

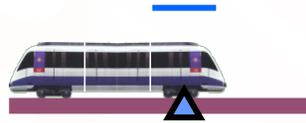


Señalización

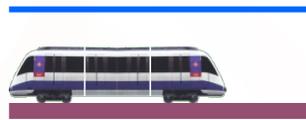
Protección contra colisión y sobrevelocidad

Modos de supervisión

- Puntual

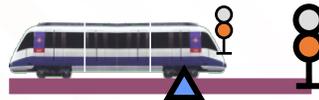


- Continuo



Modos de funcionamiento

- Repetición de señal



- Velocidad objetivo



- Distancia objetivo





Señalización Elección tecnológica

Múltiples factores **elección de la tecnología**, algunos de ellos:

- **Históricos** - Compatibilidad
- **Prestaciones** – **Capacidad, velocidad**
- **Disponibilidad** – Intrínseca, sistema respaldo
- **Sistema asilado o abierto**
- **Dedicado o mixto** – Mercancías
- **Coste** – Infraestructura, embarcado
- **Seguridad** – SIL, supervisión puntual/continua
- **Interoperabilidad** – Circulación en otras redes
- **Competencia** – Variedad de proveedores
- **Funcionalidad** – Control otras funciones
- **Automatización** – Energía
- **Futuro** – Obsolescencia, abierto a ATO

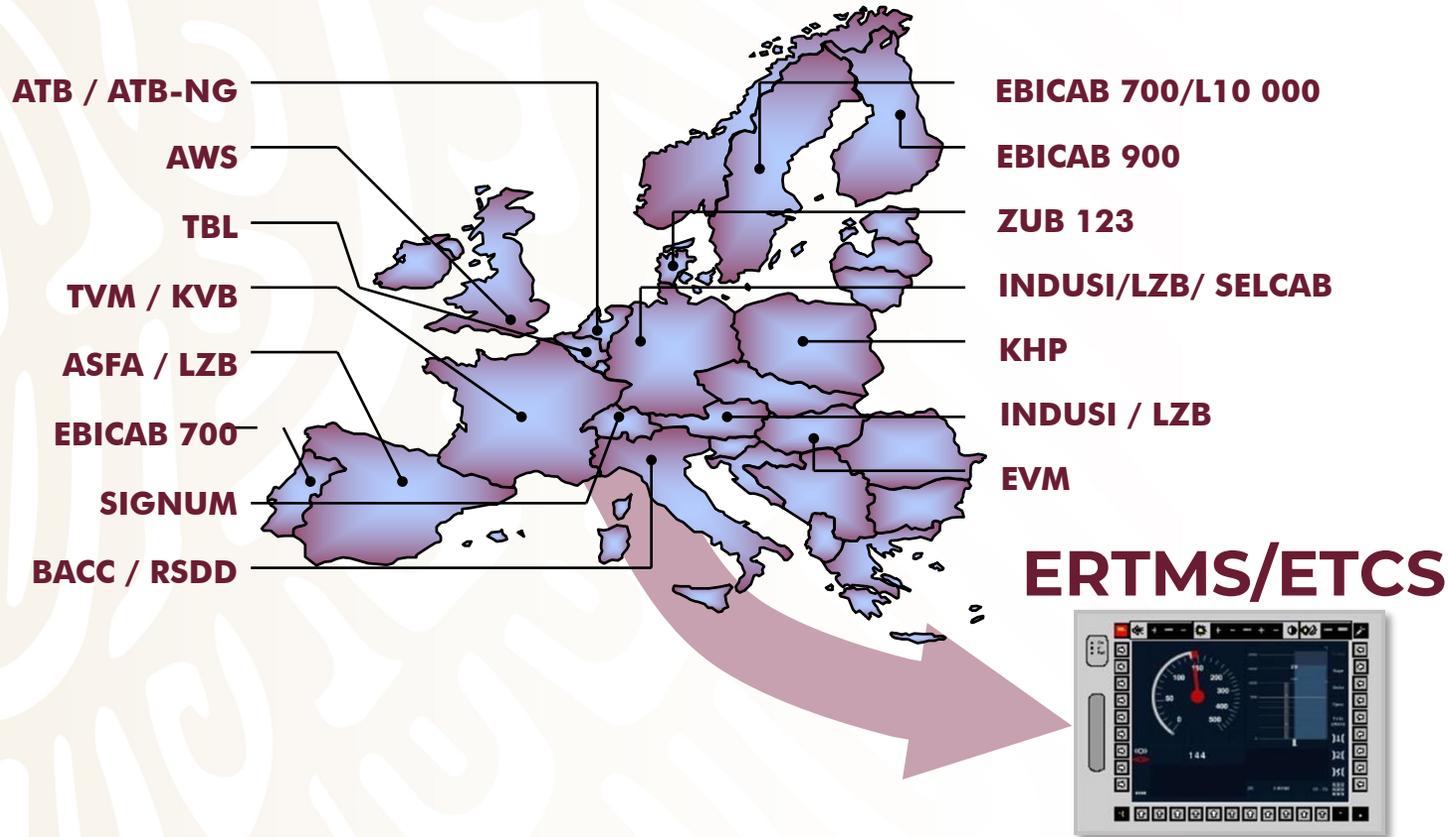


Cada caso requiere sus análisis, no hay una respuesta única y universal



Señalización

La experiencia europea



Por qué Europa creó el ERTMS/ETCS:

- **Interoperabilidad**

Qué obtiene además:

- **Competencia proveedores**
- **Prestaciones** (lo mejor de cada casa)
- **Menor coste** (vs sistemas avanzados)
- **Sistema abierto, tráfico mixto**
- **Compatibilidad histórica: STM**
- **Múltiples funcionalidades**
- **Adaptación para ATO**

Pero: una migración larga y compleja

Algunos países fuera de Europa están desplegando ERTMS, sobre todo en sistemas nuevos y de pasajeros.

Protección contra incendio

Fuego y humo

PREVENCIÓN

- Materiales

CONTROL/MITIGACIÓN

- Detección y alerta
- Actuación: ventilación, tracción...
- Contener propagación
- Extinción: manual, automática

EVACUACIÓN

- Movimiento del vehículo con fuego a bordo
- Evacuación de las personas
 - **Vehículo**
 - **Infraestructura:** estación, túnel, viaducto

RESCATE

- Intervención externa



Protección contra impactos

Absorción de energía

PREVENCIÓN

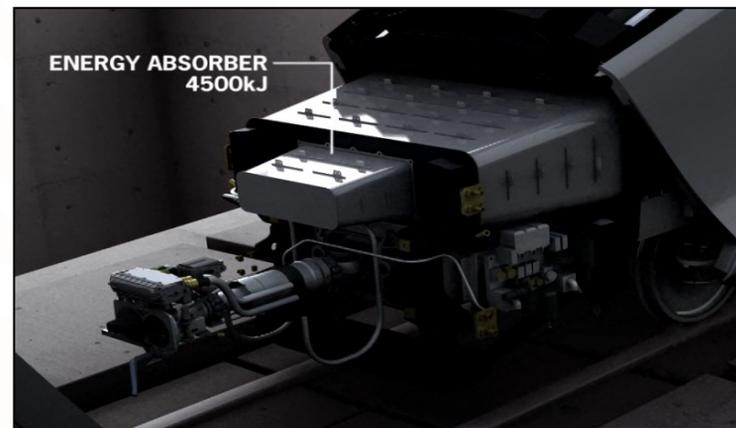
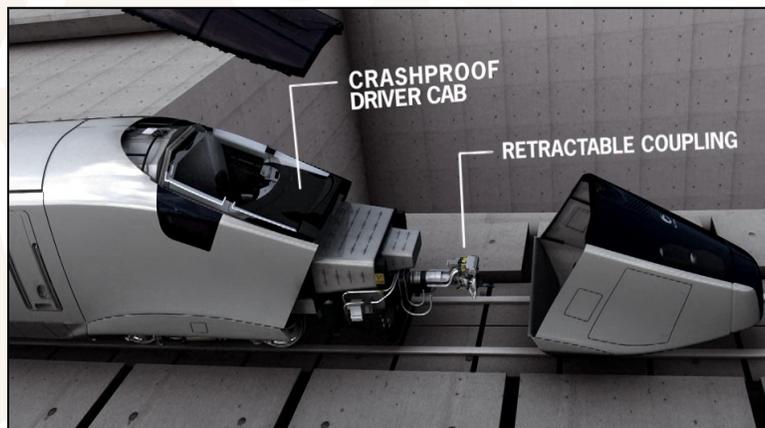
- Señalización, barreras paso a nivel, etc.

CONTROL/MITIGACIÓN

- Absorción de energía
- Protección habitáculo
- Protección interiores (asientos, mesas, equipajeros)
- Anti encaballamiento

Casos de protección

- **Pasos a nivel**, compatibilidad con líneas convencionales
- Operación en condiciones especiales – Talleres, pruebas, modos degradados...





Protección de la rodadura

Monitorización de ejes y bogies

PREVENCIÓN

- Diseño, arquitectura

CONTROL/MITIGACIÓN

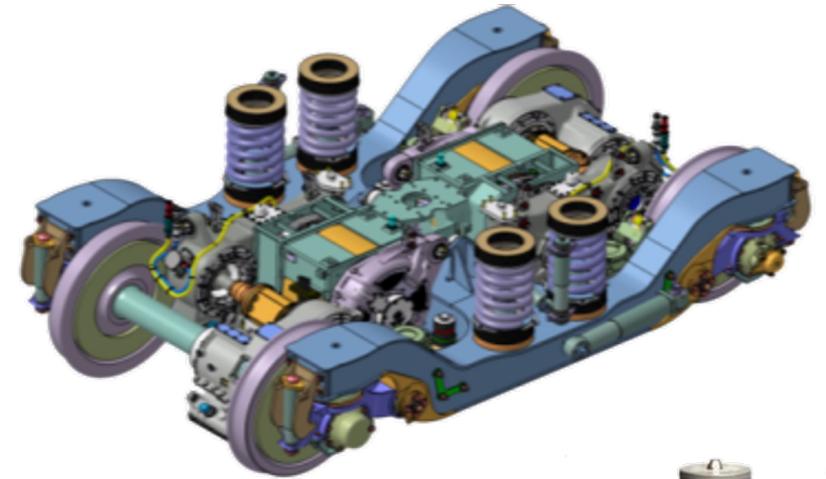
- Detección y Actuación: alerta, reducción velocidad, frenado...

Monitorización a bordo

- Detección deslizamiento (freno)
- Detección patinaje (tracción)
- Detección eje bloqueado
- Detección cajas calientes
- Detección de inestabilidad / movimiento lazo (alta velocidad)
- Detección de descarrilo (en desarrollo)

Monitorización desde infraestructura

- Detección cajas calientes
- Detección plano de rueda (en desarrollo)





Fenómenos meteorológicos y catástrofes naturales

Vientos cruzados

PREVENCIÓN

- Diseño del vehículo
- Diseño de la infraestructura

CONTROL/MITIGACIÓN

- Detección viento
- Limitación velocidad

Terremotos

PREVENCIÓN

- Diseño de la infraestructura

CONTROL/MITIGACIÓN

- Detección sísmica
- Frenado automático

Lluvia y nieve

PREVENCIÓN

- Diseño del vehículo
- Diseño de la infraestructura

CONTROL/MITIGACIÓN

- Modo adherencia degradada en señalización

Tifones, vientos huracanados

PREVENCIÓN

- Diseño de la infraestructura

CONTROL/MITIGACIÓN

- Detección meteorológica
- Limitación velocidad



Protección del entorno

Desprendimientos, caída objetos

Desprendimientos y caída de objetos

PREVENCIÓN

- Diseño de la infraestructura
- Barreras, vallados...

CONTROL/MITIGACIÓN

- Detección caída objetos (viaductos, entrada túneles) →
- En desarrollo o fases iniciales:
 - Detección desprendimientos por fibra óptica continua
 - Sistemas de análisis de imágenes



DCO de Adif



Protección contra las personas

Vandalismo, intrusión

Vandalismo

PREVENCIÓN

- Diseño del vehículo
- Diseño de la infraestructura
- Restricción de acceso

CONTROL/MITIGACIÓN

- Pintura anti-graffitti
- Resistencia materiales
- Reparabilidad

Intrusión

PREVENCIÓN

- Diseño de la infraestructura y el vehículo
- Restricción de acceso

CONTROL/MITIGACIÓN

- CCTV
- Video análisis
- En desarrollo o fases iniciales:
 - Detección desprendimientos por fibra óptica continua





4.3

Los puestos de control

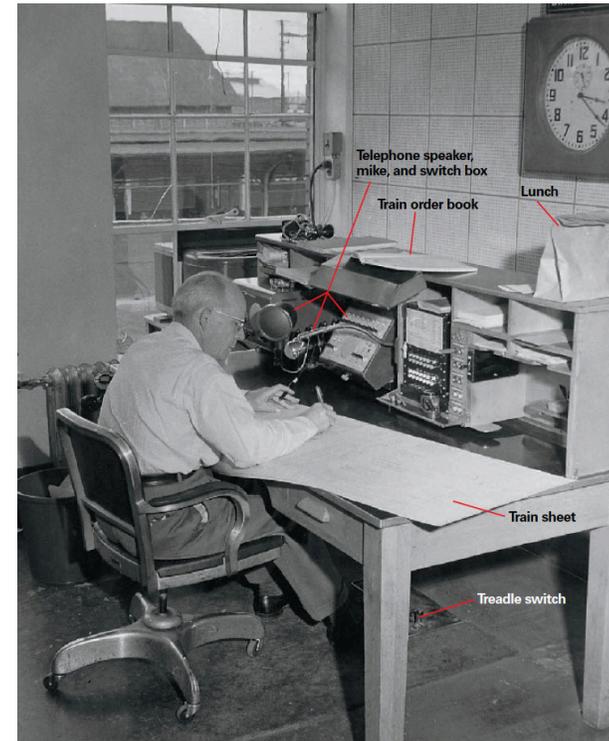
La explotación técnica de los ferrocarriles de viajeros





Los puestos de control

Antiguamente se les llamaba "Puestos de Mando"
En América "Puesto del Despachador"





Los puestos de control

Se supone que hemos hecho una buena planificación:

- Hemos estimado bien la demanda
- Hemos (o nos han) diseñado la infraestructura de manera razonable
- Hemos (o nos han) situado los elementos clave: estaciones / paradas, talleres, etc.
- Hemos (o nos han) comprado el material rodante más adecuado
- Hemos (o nos han) instalado la mejor señalización y comunicaciones para la operación
- Hemos (o nos han) instalado las mejores instalaciones de protección y seguridad
- Hemos (o nos han) instalado las mejores instalaciones comerciales

Pero ahora hay que operarlo y optimizarlo



Los puestos de control

- Necesidad de controlar todo lo que ocurre en los trenes de pasajeros
- Más que un simple control del tráfico ferroviario
- Centros de coordinación de actividades
- Planificación de operaciones
- Información
- Alertas meteorológicas y riesgos naturales
- Gestión de incidencias
- Estadísticas





Los puestos de control

Funcionalidad:

- Control del tráfico ferroviario
Trabajos diurnos y nocturnos
- Coordinación del mantenimiento
- Gestión de operaciones ferroviarias
Tripulaciones, rotación de material...
- Explotación comercial
Gestión y atención a los pasajeros





Los puestos de control



Misiones principales





Los puestos de control

Tipología:

- Gestión descentralizada + puesto central de supervisión
- Mega-puestos de control
- Puesto alternativo (gestión redundante, Eurotúnel)
- Puesto para emergencias (Tokio – Osaka)





4.4

La operación del material rodante

La explotación técnica de los ferrocarriles de viajeros





Gestión de la flota

Organización de la utilización del material móvil

- Dimensión del parque de trenes
- Trenes disponibles (no en mantenimiento o averiados)
- Localización de las unidades
- Distancia hasta próxima intervención de mantenimiento
- Distancia hasta próxima intervención de servicing

En función del servicio a realizar

- Diagrama comercial
- Refuerzos excepcionales, unidades múltiples
- Servicios chárter

En coordinación con el personal

- Disponibilidad maquinistas habilitados para el tren
- Disponibilidad personal de a bordo

Hacia el “pit stop” de la Fórmula 1

- *Tendencia a aumentar la productividad. Elevado número de kilómetros por día y poco tiempo para el mantenimiento*
- *En algunos casos puede permitirse comprar un tren menos, o hacer más servicios de los planificados.*





Gestión del cambio de sentido

El tiempo de inversión de marcha en estaciones terminales

- Apertura de puertas
- Descenso de todos los viajeros (estación terminal)
- Cambio de cabina
- Operaciones comerciales
 - Limpieza (o no, y de qué nivel)
 - Ordenación interior (mesas, reposapiés, asientos giratorios)
 - Recarga de catering
- Habilitación de cabina, entrada de datos
- Embarque de viajeros
- Cierre de puertas

El valor del tiempo

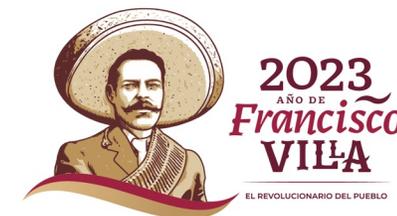
- **Peaje** por uso de la estación
- **Productividad** del vehículo de pasajeros



<https://www.youtube.com/watch?v=kt92-ZDm-HM>

Enchanting Tokyo 7-Minute Miracle

© 東京都 Tokyo Metropolitan Government

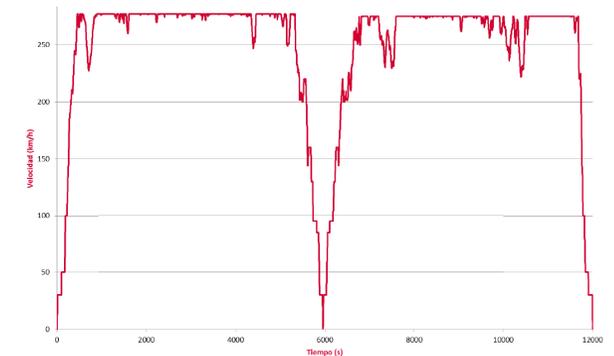
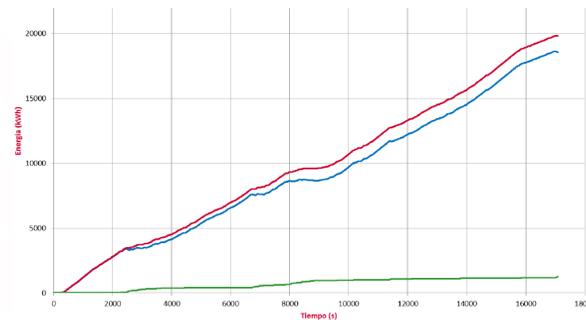


Gestión de la conducción y la energía

Energía

- **Medición** a bordo
- **Ayuda** a la conducción
 - Simulación y formación
 - Recomendación velocidad (DAS)
 - Recomendación velocidad conectada (C-DAS)
- Conducción **automática**
 - Modo mínimo tiempo de viaje
 - Modo económico
 - Modo ecológico
 - Conexión con señalización
- **Sin conductor**
 - Hoy en día sólo en Metro (GoA4)

- En alta velocidad se han observado diferencias entre conductores de hasta un **30%**.
- Con buena formación o con DAS puede obtenerse una reducción media de **15%**.





Gestión de la preparación de trenes

Limpieza

- Estrategia
 - Limpieza a bordo
 - Fin de viaje
 - Diaria
 - En cada mantenimiento
- Tipos de limpieza
 - Interior
 - Parabrisas
 - Exterior
- Nivel de limpieza exigido
 - Diversidad entre operadores, cultura
- Ubicaciones

Servicing

- Actividades habituales
 - Vaciado aguas grises
 - Vaciado aguas sucias
 - Llenado aguas limpias
 - Recargar líquido lavaparabrisas
 - Reponer arena frenado
- Estrategia
 - Concentrar
 - Segregar
(p.ej. llenado en apartadero, vaciado en estación accesible)
- Ubicaciones





Comentarios generales

La explotación técnica de los
ferrocarriles de viajeros



La explotación técnica de los ferrocarriles de viajeros

Comentarios generales, coloquio

¿Preguntas?





2023
AÑO DE
Francisco
VILLA

EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

GRACIAS



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Ignacio BARRON

InnovativeBusiness