



# 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**

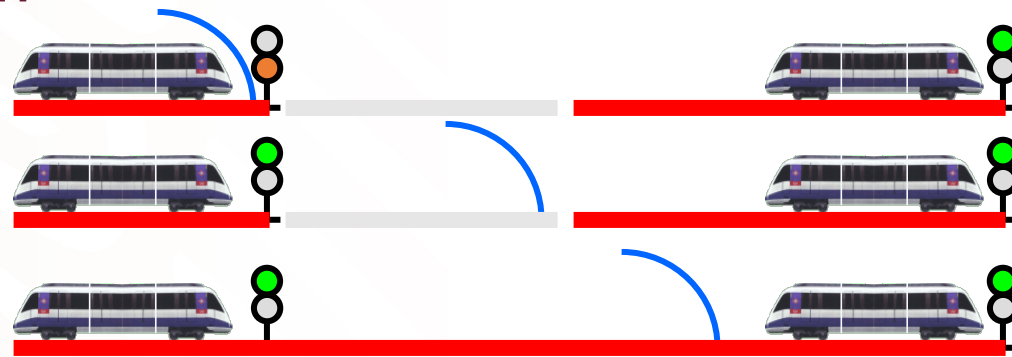


# Señalización

## Protección contra colisión y sobrevelocidad

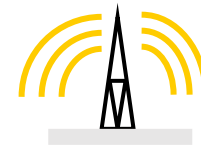
### Modos de explotación

- 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.

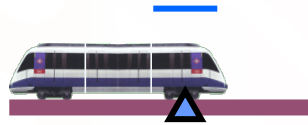


# Señalización

## Protección contra colisión y sobrevelocidad

### Modos de supervisión

- Puntual

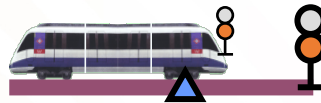


- Continuo



### 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

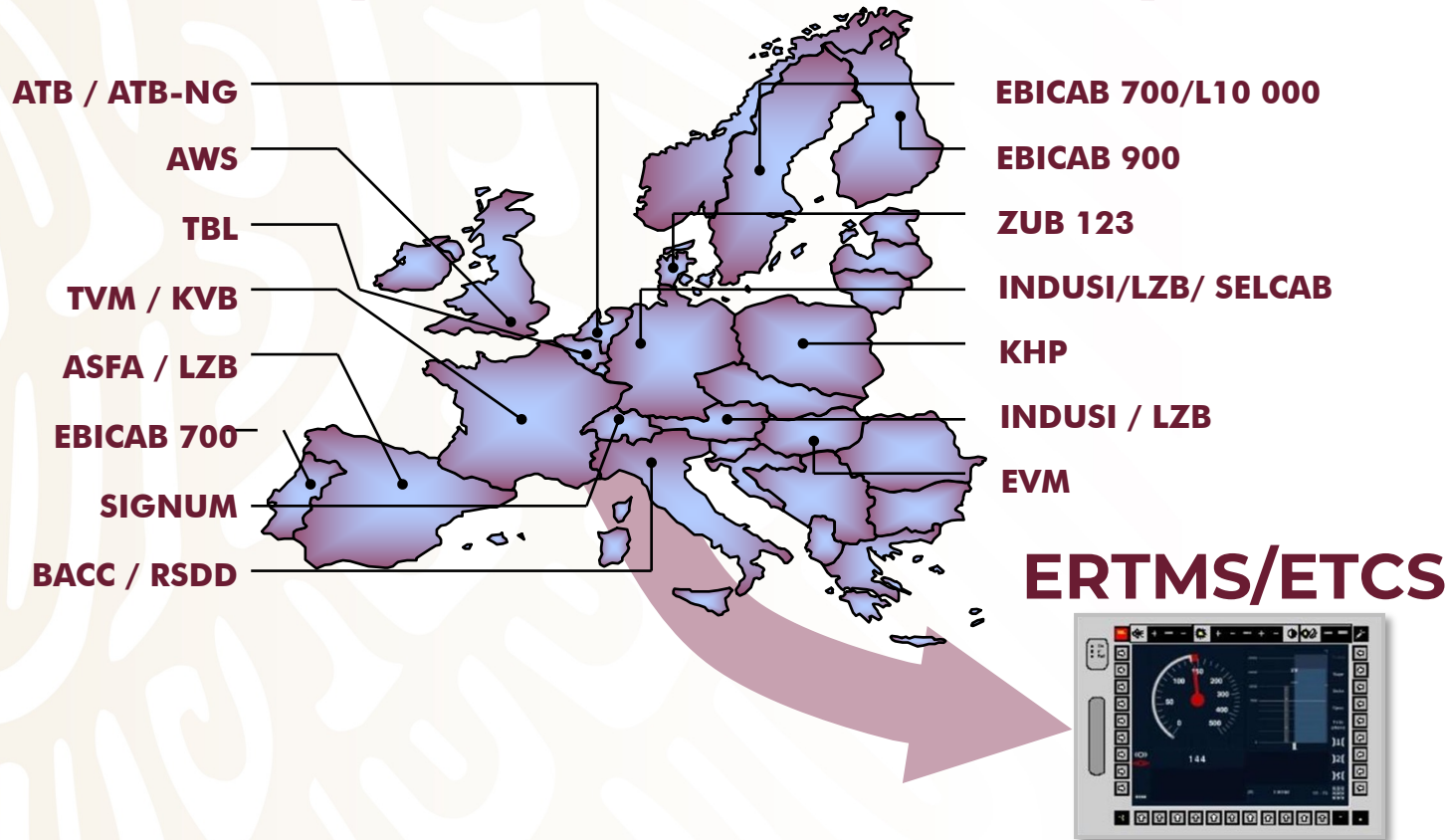


Cada caso requiere sus análisis, no hay una respuesta única y universal



# 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

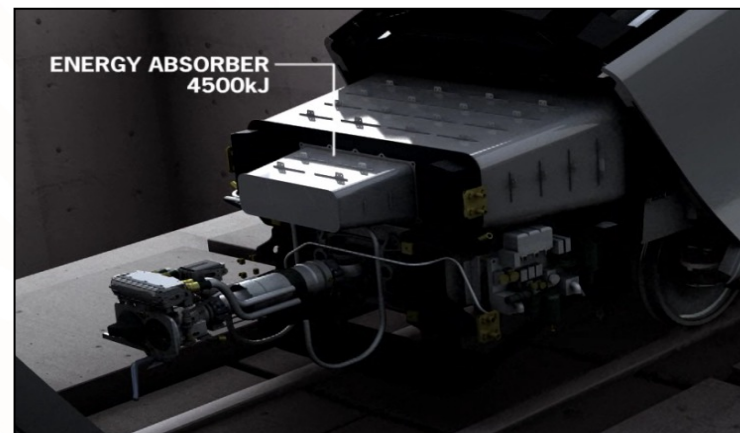
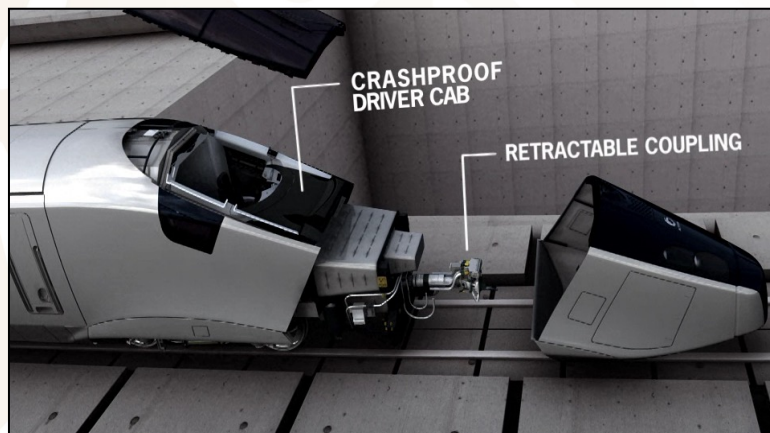
- Señalización, barreras paso a nivel, etc.

### 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

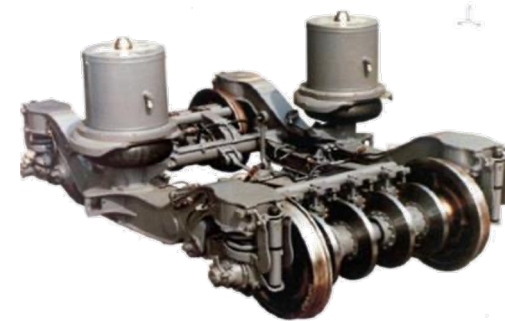
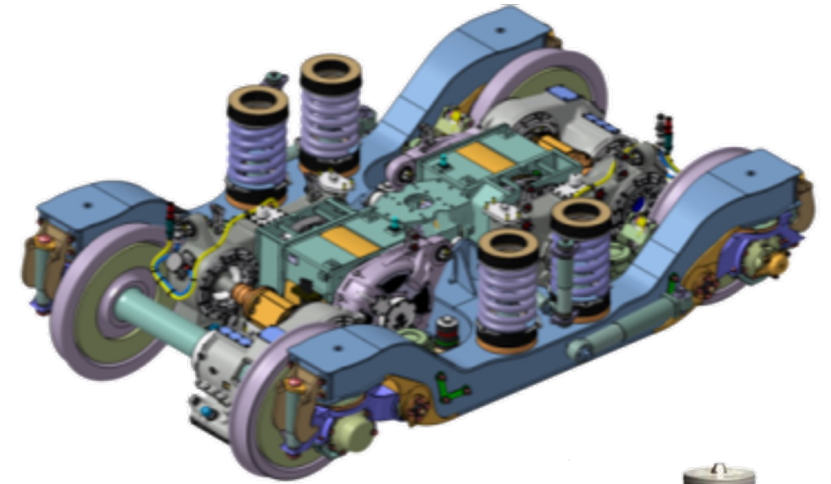
- Detección y Actuación: alerta, reducción velocidad, frenado...

#### 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

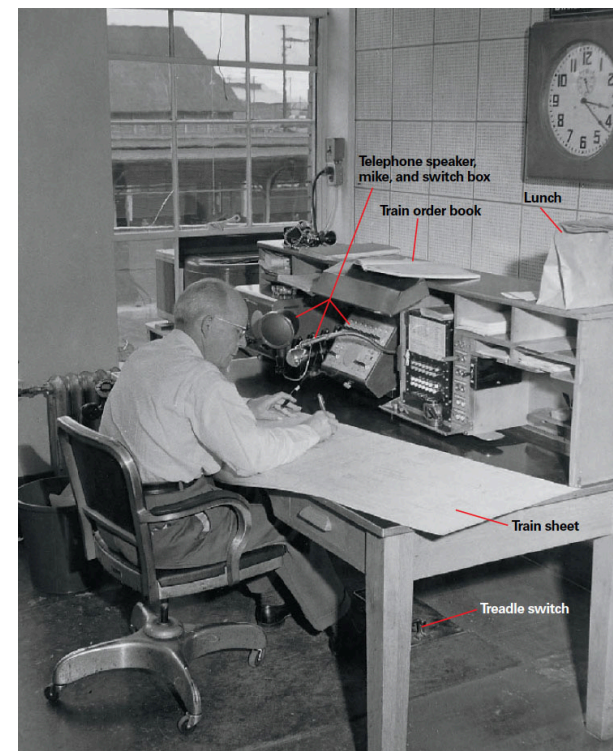
La explotación técnica de los ferrocarriles de viajeros





# 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

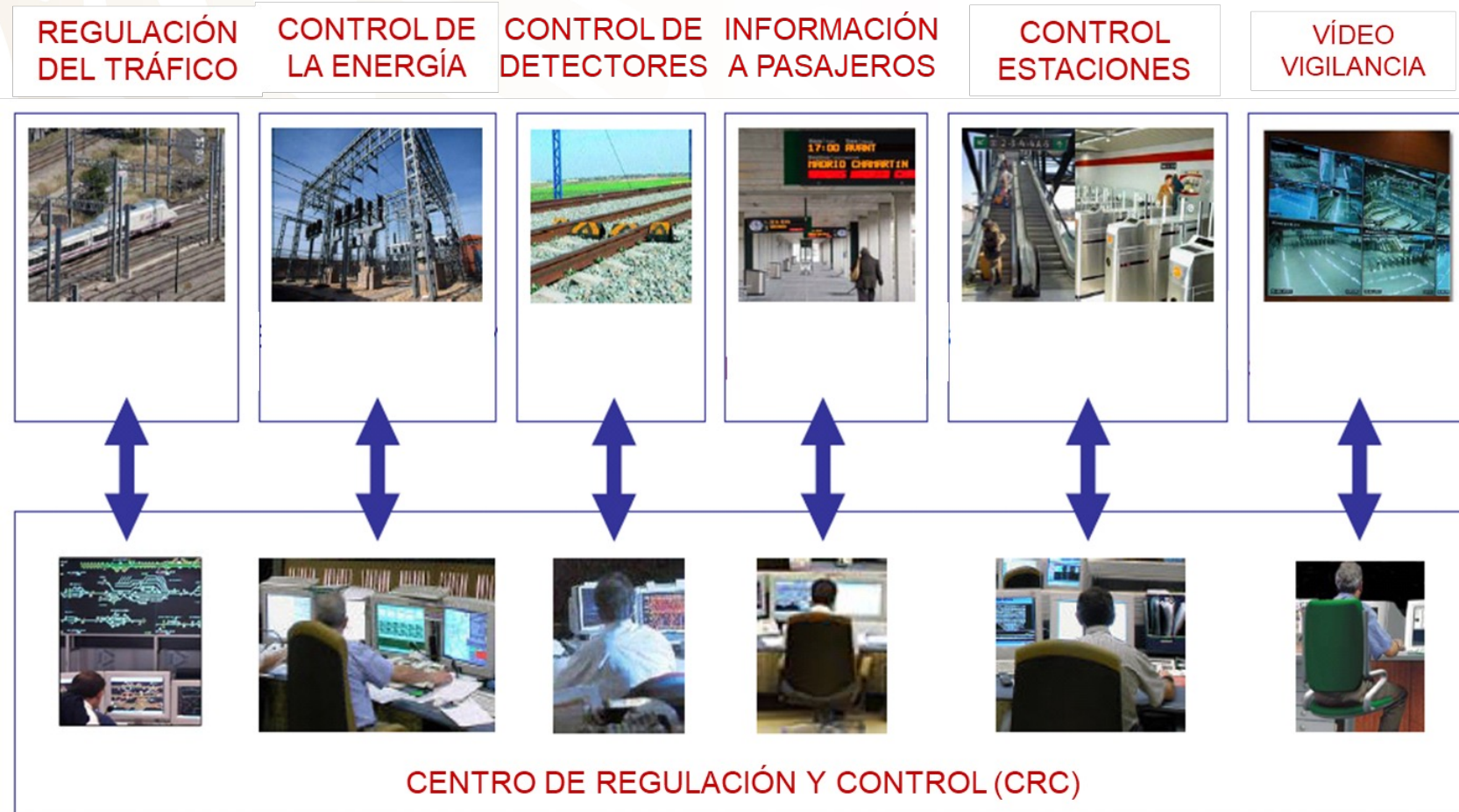
Funcionalidad:

- 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

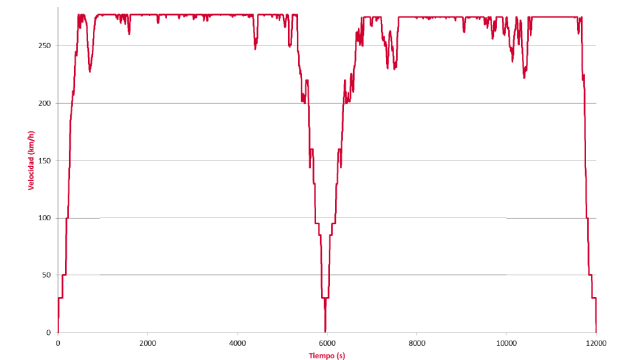
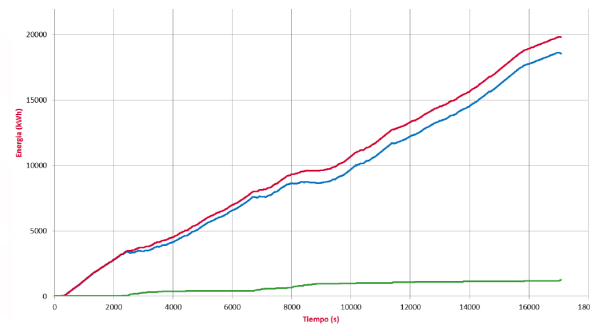


# Gestión de la conducción y la energía

## 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