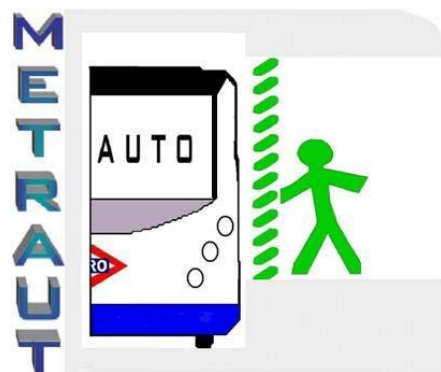


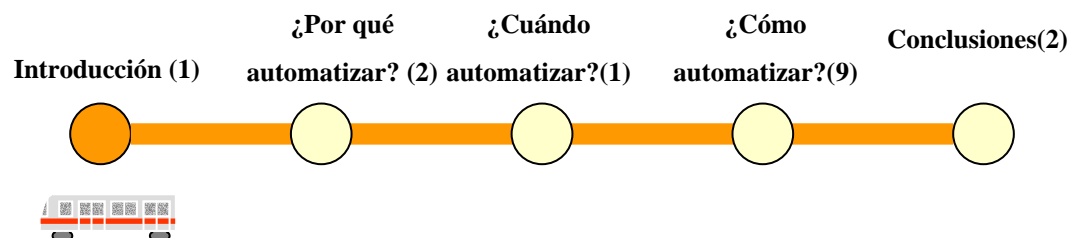
# AUTOMATIZACIÓN INTEGRAL DE UNA LÍNEA CONVENCIONAL DE METRO DE MADRID



## INTRODUCCIÓN

Desde los **orígenes** de los metropolitanos, la marcha del tren ha sido **gobernada de forma automática** por los sistemas de señalización, primero con **indicaciones luminosas automáticas (señales)** colocadas en los laterales de la vía para saltar después **dentro de la cabina de conducción (ATP-ATO)**.

La **automatización integral** es la **evolución normal** de estos sistemas que se aprovechan de la gran capacidad de la electrónica digital para resolver el funcionamiento operativo normal del tren y para la mayoría de las situaciones de emergencia, todas ellas de **forma segura**



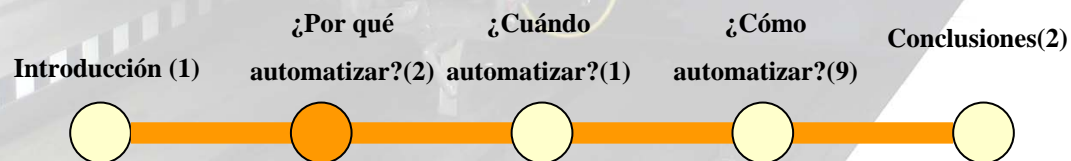
## POR QUÉ AUTOMATIZAR (I/II)

### • NECESIDADES OPERATIVAS

- AUMENTA LA CAPACIDAD DE LA LÍNEA, AL DISMINUIR EL INTERVALO ENTRE TRENES Y AUMENTAR LA VELOCIDAD
- DA FLEXIBILIDAD AL SERVICIO ADECUANDO LA OFERTA A LA DEMANDA INSTANTÁNEA
- PERMITE QUE LOS TRENES DUERMAN A LO LARGO DE LA LÍNEA, ESTANDO DISPONIBLES DESDE LA PRIMERA HORA DEL SERVICIO
- POSIBILITA LA GESTIÓN AUTOMATIZADA DE LAS COCHERAS

### • MEJORA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

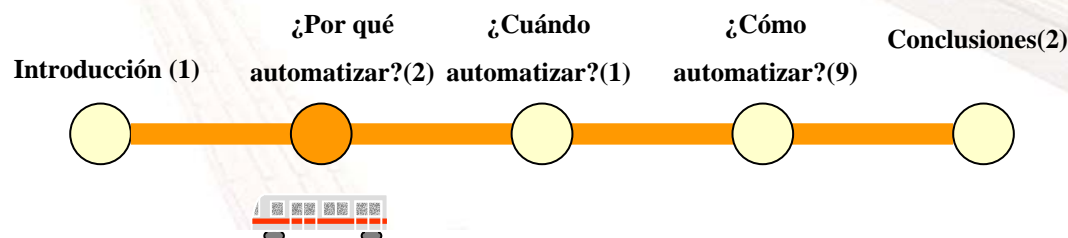
- MEJORA LA REGULARIDAD DEL SERVICIO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS VELOCIDADES PROGRAMADAS
- DIRIGE EL FLUJO DE VIAJEROS EN LA ENTRADA Y SALIDA DEL TREN
- EL SOBRECARGO DEL TREN PODRÁ ATENDER A LOS VIAJEROS
- POSIBILITA EL ACCESO A PMR E INVIDENTES



## POR QUÉ AUTOMATIZAR (II/II)

### • **IMPULSA LA ORGANIZACIÓN DEL METRO PARA EL FUTURO**

- **DISCRIMINA EL NIVEL DE SERVICIO DE LAS LINEAS AUTOMÁTICAS DEL RESTO DE LA ORGANIZACIÓN**
- **PERMITE AL METRO OBTENER EL “KNOW HOW” DE AUTOMATIZACIÓN PARA APROVECHAMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR**
- **POSIBILITA ABORDAR LAS NUEVAS CONCESIONES DE LÍNEAS AUTOMÁTICAS**
- **ADICIONALMENTE SE REDUCE EL CONSUMO ENERGÉTICO**





## CUÁNDO AUTOMATIZAR (I/I)

- **MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA**

- **PROBADA EN METROS MODERNOS: PARIS, SINGAPUR, COPENHAGUE, TORINO,...**

- **SISTEMAS CBTC MUY EXPERIMENTADOS**

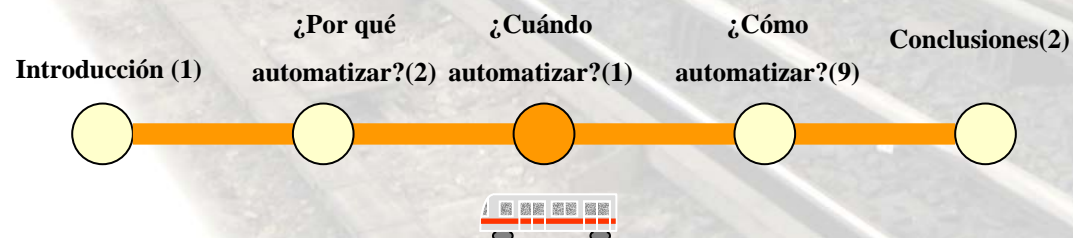
- **MÁS DE 100 KM DE PUERTAS DEL ANDÉN EN SERVICIO**

- **VOLUNTAD POLÍTICA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS**

- **REALIZACIÓN EN PLAZOS LEGISLATIVOS SIN AFECTACIÓN DEL SERVICIO**

- **NECESIDAD DE RENOVACIÓN DE INSTALACIONES FIJAS Y/O MATERIAL RODANTE O SI SE CONSTRUYE UNA NUEVA LÍNEA**

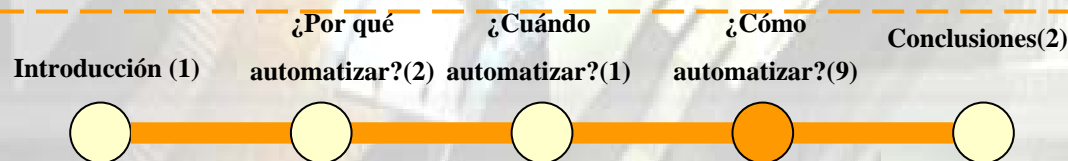
- **APROVECHAR EL "PUES YA QUE"**



## CÓMO AUTOMATIZAR (I/IX)

### TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN:

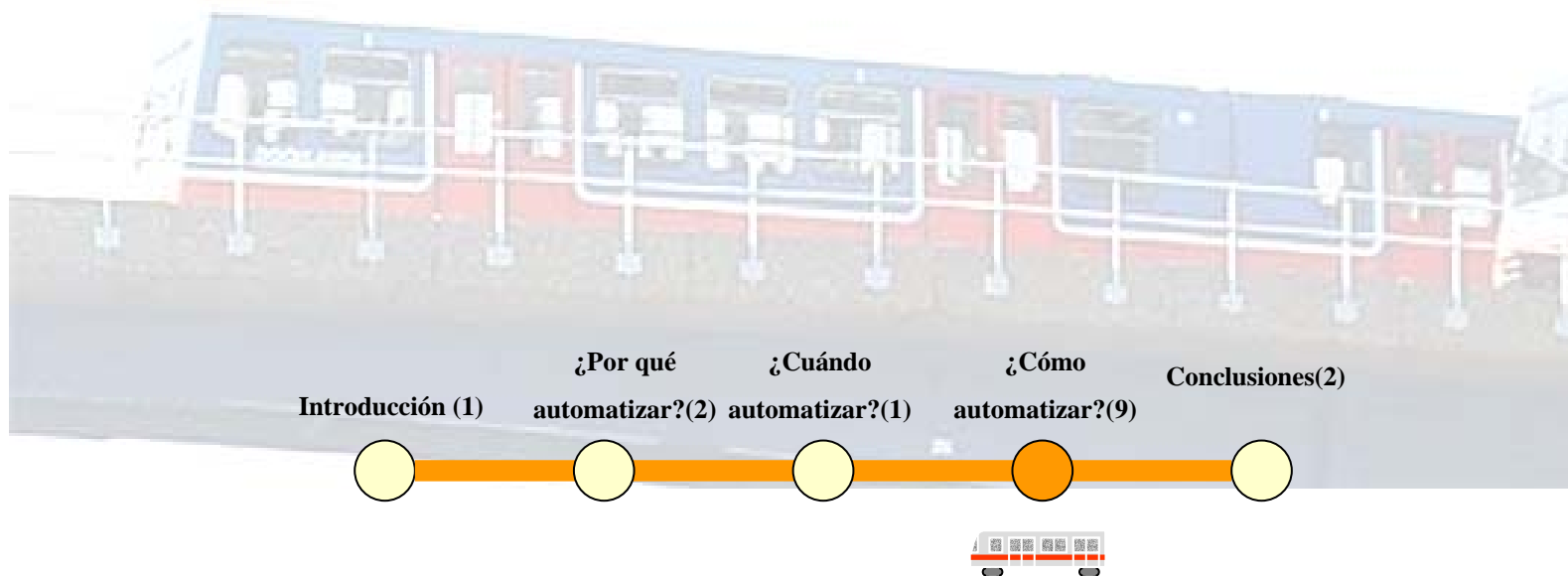
- **CONDUCCIÓN SEMIAUTOMÁTICA-STO**
  - Es el ATP/ATO típico de Metro
  - El conductor acciona el cierre de puertas
  - El ATO gobierna la marcha hasta la siguiente estación
- **CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA-DTO**
  - El conductor pasa a ser el sobrecargo del tren
  - El sobrecargo acciona el cierre de puertas
  - Las comunicaciones se dirigen al sobrecargo
- **CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA INTEGRAL-UTO**
  - Sin necesidad de tripulación para la operación, pero es recomendable un sobrecargo abordo, o itinerante.
  - Cierre automático de puertas
  - Todas las comunicaciones se establecen desde el puesto de mando a los pasajeros



## CÓMO AUTOMATIZAR (II/IX)

### OBJETIVOS A CONSEGUIR

- TRANSPORTE DE PERSONAS, NO DE MASAS
- TRANSMITIR CONFIANZA, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD
- FUNCIONAMIENTO SIN AVERÍAS



## CÓMO AUTOMATIZAR (III/IX)

### PARÁMETROS DEL SERVICIO:

<u>Niveles de automatización</u>	<u>Necesidad de disponibilidad</u>	<u>Coste de la instalación</u>	<u>Coste de operación</u>	<u>Calidad del servicio</u>
Conducción Manual	↓	↓	↑	→
Conducción Semi-automática STO	→	→	↑	↗
Conducción Automática con Tripulante DTO	↑	↗	↘	↑
Conducción Automática Integral UTO	↑ ↑*	↑	↓	↑ ↑



\* Sin inmobilizaciones en túnel





## CÓMO AUTOMATIZAR (IV/IX)

- **MEDIANTE UNA ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SU INTEGRACIÓN QUE CONTEMPLA SOLUCIONES CONJUNTAS EMBARCADAS Y FIJAS (I/III)**



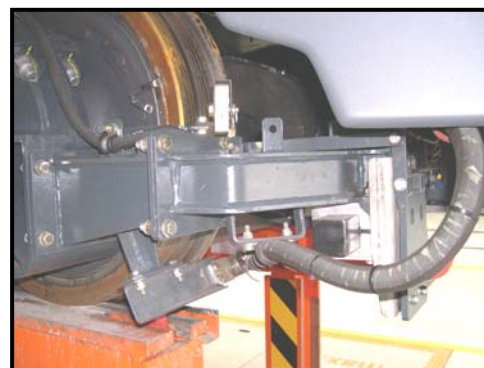
## CÓMO AUTOMATIZAR (V/IX)

- **MEDIANTE UNA ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SU INTEGRACIÓN QUE CONTEMPLA SOLUCIONES CONJUNTAS EMBARCADAS Y FIJAS (II/III)**



## CÓMO AUTOMATIZAR (VI/IX)

- **MEDIANTE UNA ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SU INTEGRACIÓN QUE CONTEMPLA SOLUCIONES CONJUNTAS EMBARCADAS Y FIJAS (III/III)**



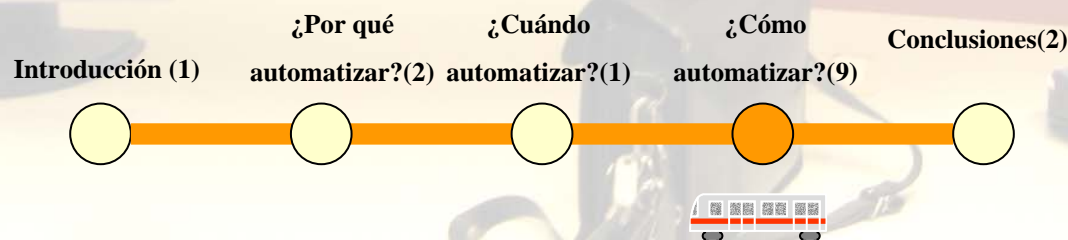
## CÓMO AUTOMATIZAR (VII/IX)

### • CON SISTEMAS REDUNDANTES Y SOLUCIONES DE RESPALDO

- LA ELECTRÓNICA DIGITAL PERMITE SIN ALTO COSTE DISPONER DE SISTEMAS REDUNDANTES
- LOS SISTEMAS DEBEN ESTAR CONCEBIDOS PARA RESOLVER TODAS LAS SITUACIONES TANTO EN MODO MANUAL COMO EN FUNCIONAMIENTO DEGRADADO
- LOS PROCEDIMIENTOS DEBEN ESTUDIARSE PARA ACTUAR EN TODOS LOS POSIBLES CASOS DE FUNCIONAMIENTO ANORMAL USANDO LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS PARA AGILIZAR LOS PROCESOS. EL TIEMPO ES CLAVE

### • CON SISTEMAS PROBADAMENTE SEGUROS



- CERTIFICABLES SEGÚN CENELEC EN 50126/8/9
- GESTIONAR EL NIVEL DE SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS: DE SIL 0 A SIL 4. EL ISA DEBE PARTICIPAR DESDE EL INICIO DEL PROYECTO
- NO SOLO SE APLICAN A LAS FUNCIONES TÍPICAS DE LA SEÑALIZACIÓN SINO TAMBIÉN A LAS PUERTAS DEL ANDÉN Y DETECTORES



## CÓMO AUTOMATIZAR (VIII/IX)

### • TRANSMITIENDO CONFIANZA AL PASAJERO

- **LÍNEA BIEN PENSADA y BIEN INDICADA: EXTREMAR EL CUIDADO EN LO QUE EL PASAJERO VE.**
- **LÍNEA BIEN ROBOTIZADA SIN DISCORDANCIAS (PARADA PRECISA, SINCRONIZACIÓN DE LAS PUERTAS DEL ANDEN, ETC.)**
- **LA CALIDAD DEL SERVICIO DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE LA DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO**

<u>INDISPONIBILIDAD</u> =	Tiempo en reparar	Nº de averías
Conducción Semi-automática STO	Medio	Medio
Conducción Automática con Tripulante DTO	Sube 	Reducir
Conducción Automática Integral UTO	Sube más 	Reducir + eliminar inmovilizaciones





## CÓMO AUTOMATIZAR (IX/IX)

### • REORIENTANDO EL MODELO ORGANIZATIVO

• ORGANIZACIÓN DEPARTAMENTAL → ORGANIZACIÓN POR LÍNEAS COMPLETAS: Una línea = Una gerencia

• PERSONAL UNIFUNCIONAL → PERSONAL MULTIFUNCIONAL (SOBRECARGO EN EL TREN CON CAPACIDAD PARA SER ITINERANTE)

• LA AUTOMATIZACIÓN PRODUCIRÁ UNA REINGENIERÍA DE LOS PROCEDIMIENTOS FUNCIONALES DEL METRO

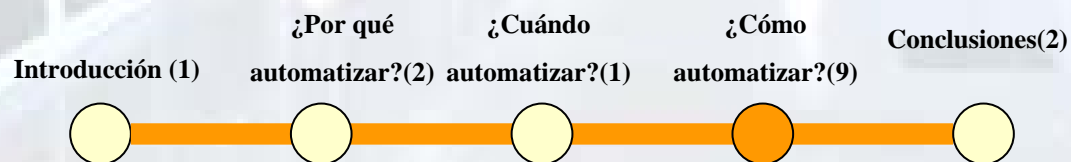
• EL TIEMPO ES PRIORITARIO → LA ORGANIZACIÓN SE DEBE ORIENTAR PARA RESOLVER PROBLEMAS ONLINE

+ ENTRADA Y SALIDA FLEXIBLE DE TRENES EN EL CARRUSEL

+ RESOLVER INCIDENCIAS Y AVERÍAS A DISTANCIA

+ AMPLIAR Y RECORTAR LOS HORARIOS, 24H

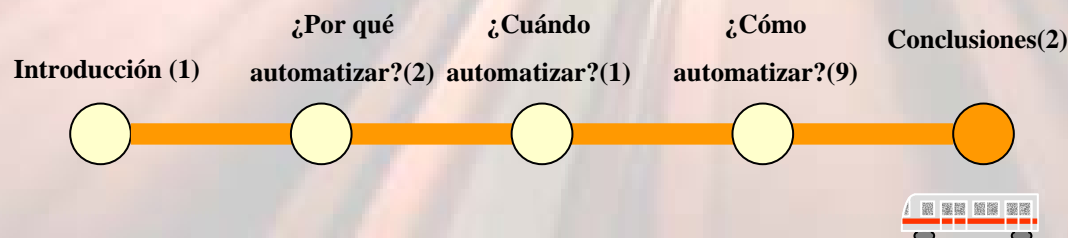
• MANTENIMIENTO CONTRATADO PREMIADO O PENALIZADO POR DISPONIBILIDAD (PERFORMANCE BASED MAINTENANCE CONTRACTS)





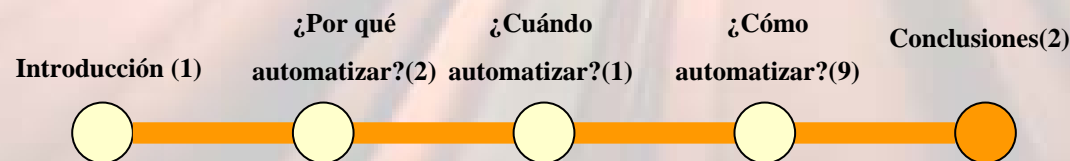
## CONCLUSIONES (I/II)

- **La automatización es la evolución normal de los sistemas de circulación segura:** El estado de la tecnología DE HOY la posibilita
- **El motor es la calidad de servicio: Mas seguro, mas flexible, mas capaz = Mas confort para el pasajero:** El transporte de masas tiene que ser el transporte de muchas personas.
- **DIRECTRIZ :Los sistemas han de ser altamente fiables:** Procedimientos estudiados RESUELTOS con soluciones REDUNDADAS, CON RESPALDO E INTERGRALES.
- **La señalización tiene que basarse en comunicación bidireccional potente: CBTC.** La señalización debe servir además de plataforma de integración de los sistemas



## CONCLUSIONES (II/II)

- **El Puesto de mando INTEGRADO pasa a ser clave:** El personal y los sistemas tienen que tener visión conjunta.
- **El conductor pasará a realizar funciones mas variadas:** El sobrecargo no tendrá que estar en la cabina. Se moverá por el tren y estaciones.
- **La compañía estará organizada por las distintas líneas:** Una línea un único responsable.
- **La automatización Humaniza el Metro:** Pasajeros y empleados son los que se aprovechan de la modernización de las líneas.
- **La automatización genera CONFIANZA Y SEGURIDAD en los viajeros, y ofrece un servicio con futuro.**



**¡ Gracias por su atención !**

