



V ENCUESTRO  
INTERNACIONAL DE METROS  
"Implementación de Metros Subterráneos"

**Ansaldo STS** A Hitachi Group Company

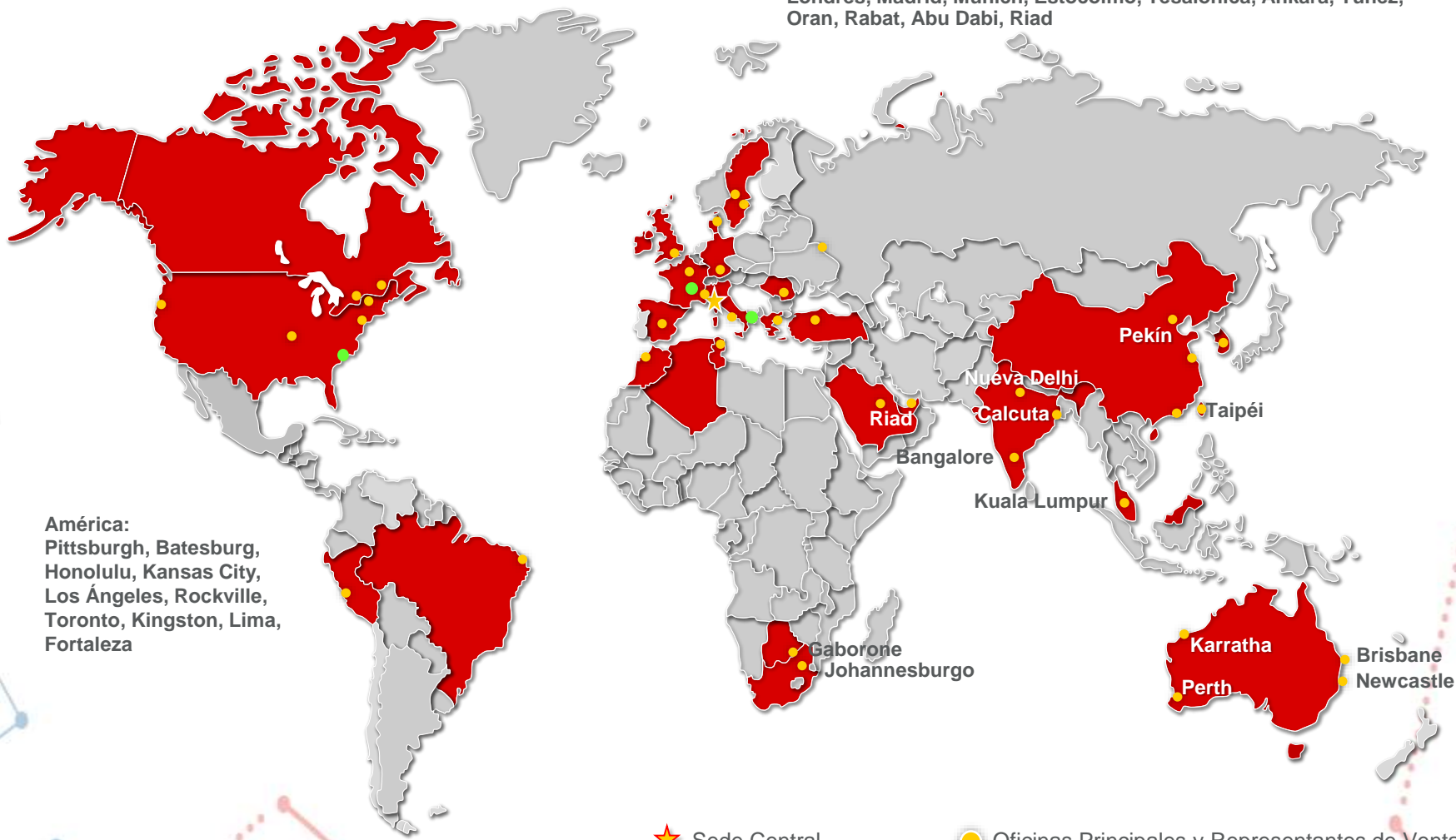
# Características del Sistema Automatico sin conductor para la Operación de la Línea 2 del Metro de Lima

Lima, 13 de Noviembre 2015

## Presencia Internacional (*número de trabajadores total en 2014: 3.799 p*)

Europa, Norte de África y Oriente Medio :  
Génova, Nápoles, Turín, Potenza, París, Riom, Copenhague,  
Londres, Madrid, Múnich, Estocolmo, Tesalónica, Ankara, Túnez,  
Oran, Rabat, Abu Dabi, Riad

América:  
Pittsburgh, Batesburg,  
Honolulu, Kansas City,  
Los Ángeles, Rockville,  
Toronto, Kingston, Lima,  
Fortaleza



★ Sede Central

● Oficinas Principales y Representantes de Ventas

● Fábricas

# Referencias y Proyectos Principales a nivel mundial

## Reino Unido

High Speed One  
Cambrian Line

## Alemania

LAV Saarbrücken - Mannheim  
LAV Berlin-Rostock

## EE.UU.

SEPTA PTC, línea regional,  
línea regional ferroviaria de Long  
Island, acceso al lado Este de  
Speonk a Montauk  
**Metros:** Metro de Los Ángeles  
(Línea Verde), tránsito rápido de  
Honolulu, Metro de Nueva York  
WMATA Silver Springs  
WMATA Dulles Fase 2  
PAAC, Conector de la Costa  
Norte  
NYCT, Chambers Street

## Venezuela

**Metro:** Los Teques

## Perú

**Metro:** Líneas 2 y 4 de Lima

## Brasil

**Metro:**  
Sao Paulo CPTM ATP, líneas 7 y  
12  
Sao Paulo CPTM ATO, líneas 7,  
9 y 12

## Turquía

Línea Gebze - Köseköy  
**Metro:** Líneas de Ankara  
1,2,3,4

## Algeria

Línea Oued Tielat-Tlemcen

## Marruecos

LAV Tánger-Kenitra

## Suecia

Línea Boden-Haparanda  
**Metro:** Línea roja de Estocolmo

## Dinamarca

**Metros:** M1 y M2 de Copenhague,  
nuevo City-Ring, LAV de Aarhus

## Italia

### Red de Alta Velocidad:

Milán-Bolonia, Roma-Milán, Milán-  
Nápoles, Florencia-Bolonia, Turín-  
Milán, Brescia-Treviglio

**Metros:** L A y LC de Roma, L1 y L6  
de Nápoles, L5 de Milán, Brescia,  
Génova

## Francia

### Toda la Red de Alta Velocidad incluyendo:

Tours-Burdeos (SEA), Le Mans-  
Rennes (BPL), París-Estrasburgo  
(Este de Europa),  
**Metro** Línea 3 de París

## Grecia

**Metro:** Tesalónica

## España

AVE Madrid-Lérida  
línea Figueras-Perpignan –  
baipás Madrid Atocha, AVE La  
Robla-Pola de Lena

## China

Shijiazhuang-Taiyuan DPL (Shi-  
Tai)  
Zhengzhou-Xian DPL,  
**Metros:** líneas 1 y 2 de  
Shenyang, líneas 1 y 2 de  
Chengdu, línea 1 de Hangzhou,  
línea 2 de Xian, línea 1 de  
Zhengzhou,  
**Tranvía:** Tramwave® fase 1  
Zhuhai

## Corea del Sur

LAV Seúl-Busan, LAV Osong-  
Gwangju (Honam), programa de  
a bordo de Rotem, LAV de  
Sudokwon  
**Metro:** ML Ui Shinseol

## Taiwán

**Metro:** Línea Circular de Taipéi

## Australia

Rio Tinto  
Roy Hill Iron Ore  
ARTC  
Extensión llave en mano de  
señalización ferroviaria de Butler,  
PTA

## Malasia

Vía doble norte

## Arabia Saudí

**Metros:** Metro de la universidad  
para mujeres Riyadh Princess  
Noura Bint Abdulrahman, Línea 3  
del metro de Riyadh

## EAU.

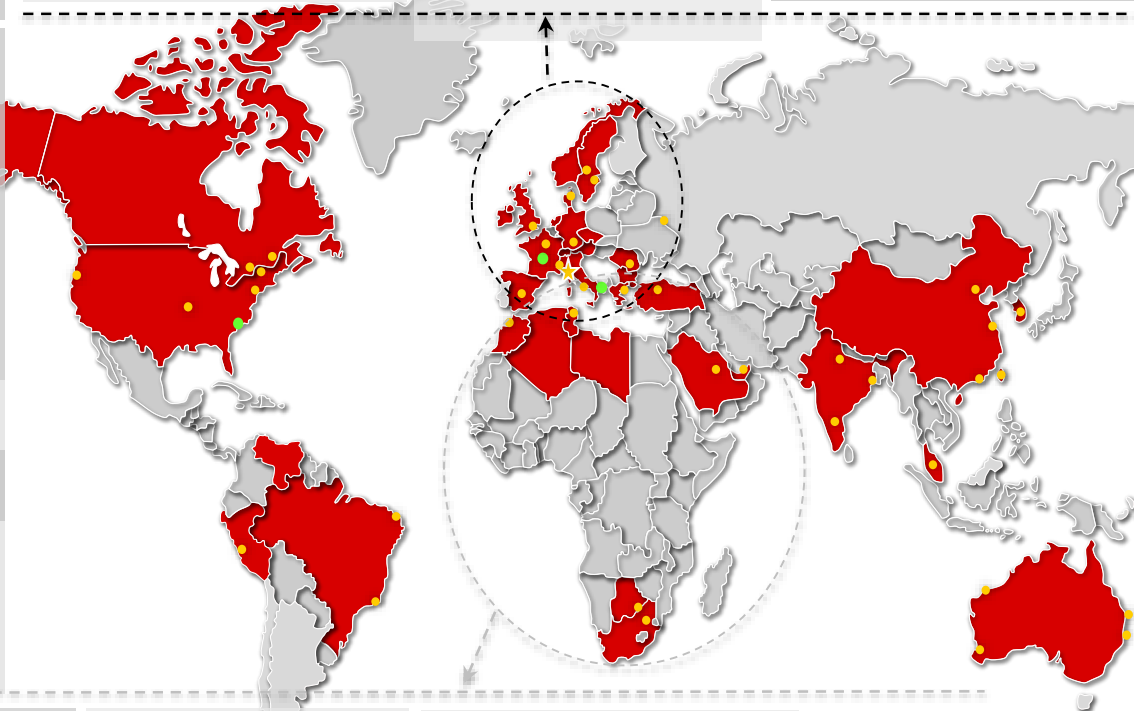
Fase uno del ferrocarril Etihad  
(línea Shah-Habshan-Ruwais)

## Libia

Línea costera Ras Ajdir -  
Sirth e Al-Hisha-Sabha

## India

Ferrocarril del norte TPWS,  
Ferrocarril del sur TPWS  
**Metros:** metro de Calcuta,  
monorraíl de Bombay, metro  
de Navi Bombai



# Competencias

Ansaldo STS A Hitachi Group Company



**Expertos en señalización ferroviaria y proyectos llave en mano, Ansaldo STS gestiona todas las fases de un proyecto de línea ferroviaria, incluyendo el diseño, fabricación e instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento, independientemente del tamaño de la red y su complejidad**

# Soluciones de Transporte Público Llave en Mano

•El transporte público se centra en la movilidad urbana, con intervalo mínimo entre trenes (de hasta tan sólo 75 s) y altos volúmenes de pasajeros por hora en rutas relativamente cortas.

**Metro Convencional**



1. Metro de Génova (Italia)
2. Línea 1 de Metro de Nápoles (Italia)
3. Línea 6 de Metro de Nápoles (Italia)
4. Líneas A y B de Metro de Roma (Italia)
5. Líneas 1 y 3 de Metro de Milán (Italia)
6. Línea Azul de Chicago (EE.UU.)
7. Tránsito de la Ciudad de Nueva York (EE.UU.)
8. Línea Verde de Los Ángeles (EE.UU.)
9. Metro de Navi Bombay (India)

**Metro Sin Conductor**



1. M1/M2 de Copenhague (Dinamarca)
2. Brescia (Italia)
3. Línea 5 de Milán (Italia)
4. Línea C de Roma (Italia)
5. Tesalónica (Grecia)
6. Línea Circular de Taipéi (Taiwán)
7. Riad University PNU (Arabia Saudí)
8. City Ring de Copenhague (Dinamarca)
9. Honolulu (EE.UU.)
10. Línea 4 de Milán (Italia)
11. Línea 3 de Riad (Arabia Saudí)
12. Línea 2 de Lima (Perú)

**LAV, Ferrocarriles sub-urbanos y regionales**



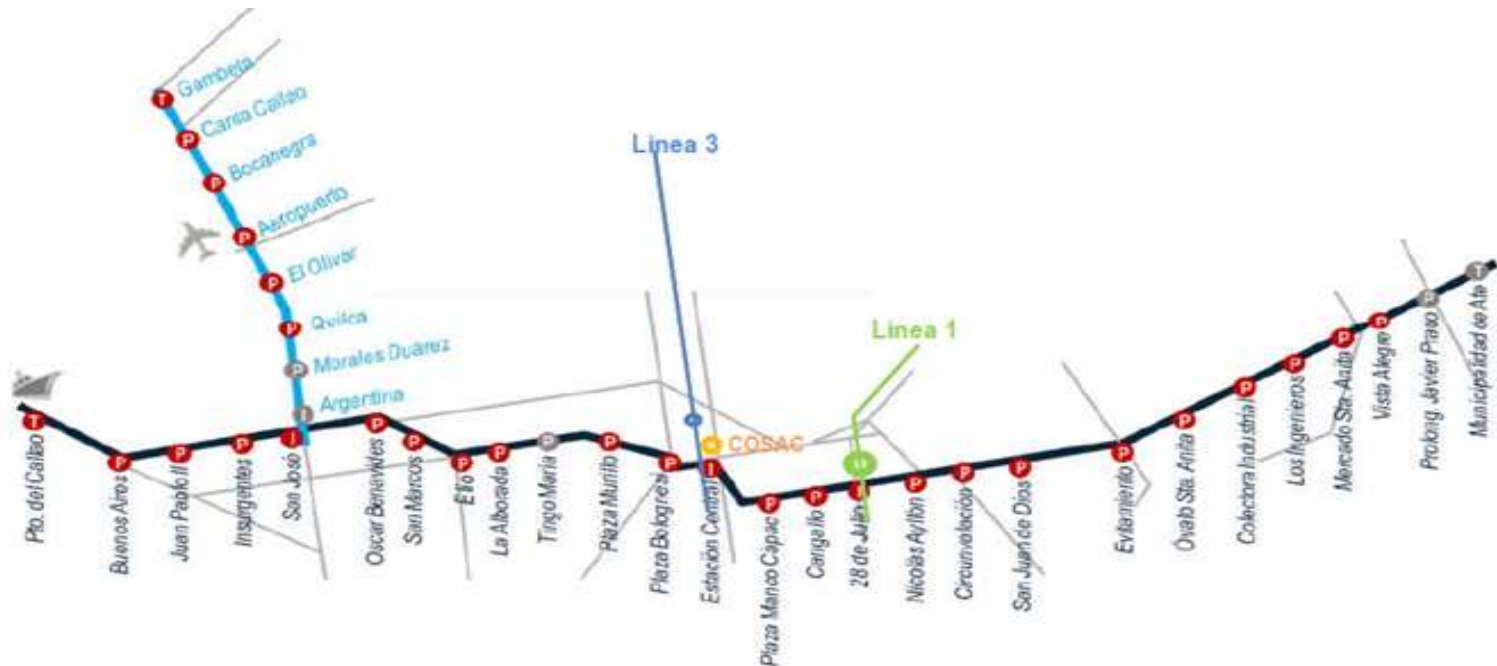
1. Línea 1 de Midland LR - Birmingham (R.U.)
2. Extensión del Metrolink de Manchester (R.U.)
3. ML de Sassari (Italia)
4. Líneas A, B, C de Dublín (Irlanda)
5. Líneas 1, 2, 3 de Florencia (Italia)
6. Ferrocarriles Regionales (Italia)
7. ML de DART de Dallas (EE.UU.)
8. ML del Corredor de la Costa Norte y el Sudeste de Pittsburgh (EE.UU.)
9. ML de Aarhus (Dinamarca)



# Linea 2 del Metro de Lima y Ramal Faucett - Gambetta

# DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

## Ruta Esquemática del Proyecto – Línea 2 y ramal de Línea 4



# DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

## LONGITUD DE LA LÍNEA

**35 km**

- Longitud de la vía de túnel de línea de la Línea 2 ~ 27 km
- Longitud de la vía de túnel de línea del ramal de Línea 4 ~ 8 km

## ESTACIONES

**35** (3 Estaciones Terminales, 2 Estaciones

Intercambiadoras)

- Estaciones subterráneas en la Línea 2 27
- Estaciones subterráneas en ramal de Línea 4 8

## DEPÓSITO

**2**

- Número
- Depósito de **Línea 2**: Depósito de S. Anita - Ubicado cerca de la Estación de S. Anita
- Depósito de **Línea 4**: Depósito de Bocanegra - Ubicado cerca de la Estación de Bocanegra

## TRENES

- Flota (hasta 2019) 42 (35 para la Línea 2 y 7 para la línea 4)
- Número de coches por tren, Línea 2 6 (hasta 2038); 7 (desde 2039)
- Número de coches por tren, Línea 4 6 (hasta 2038)
- Longitud del tren 107 m (6 coches); 125 (7 coches)
- Número máx. de pasajeros por tren (6 pasajeros/m<sup>2</sup>) 1264 pasajeros (6 coches), 1477 pasajeros (7 coches)
- Número máx. de pasajeros por tren (8 pasajeros/m<sup>2</sup>) 1638 pasajeros (6 coches), 1913 pasajeros (7 coches)



# Sistema ATC

## Descripción General del Sistema ATC

El Sistema de Control Automático del Tren (**ATC**) sin Conductor, Basado en Comunicaciones Radio (**CBTC**), de Ansaldo STS, es un sistema integrado que garantiza la gestión de manera “**segura**” y “**eficaz**” del movimiento de vehículos de transporte público. A continuación se enumeran los cinco beneficios funcionales principales:

- Transportar pasajeros de manera segura y cómoda
- Realizar el intercambio de pasajeros de manera segura y eficaz
- Soportar y automatizar operaciones nominales
- Soportar y automatizar la gestión de operaciones en modo degradado
- Soportar objetivos de disponibilidad de servicio

## Descomposición Funcional

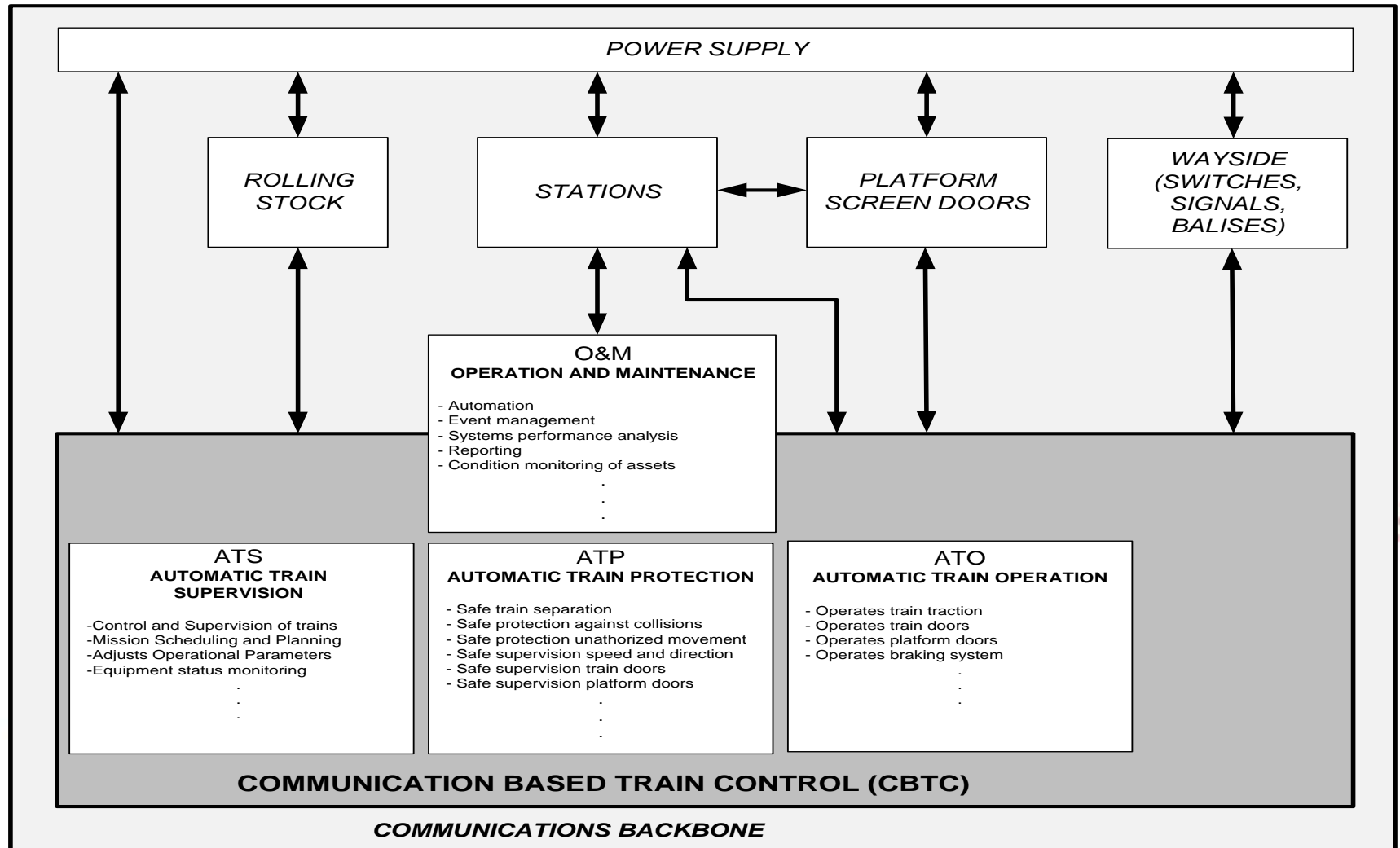
Las principales funciones de CBTC pueden descomponerse en tres grupos principales:

- **ATP** – Protección Automática de Trenes;
- **ATO** – Operación Automática de Trenes;
- **ATS** – Supervisión Automática de Trenes

Además de estos tres grupos, CBTC también participa en el siguiente grupo funcional :

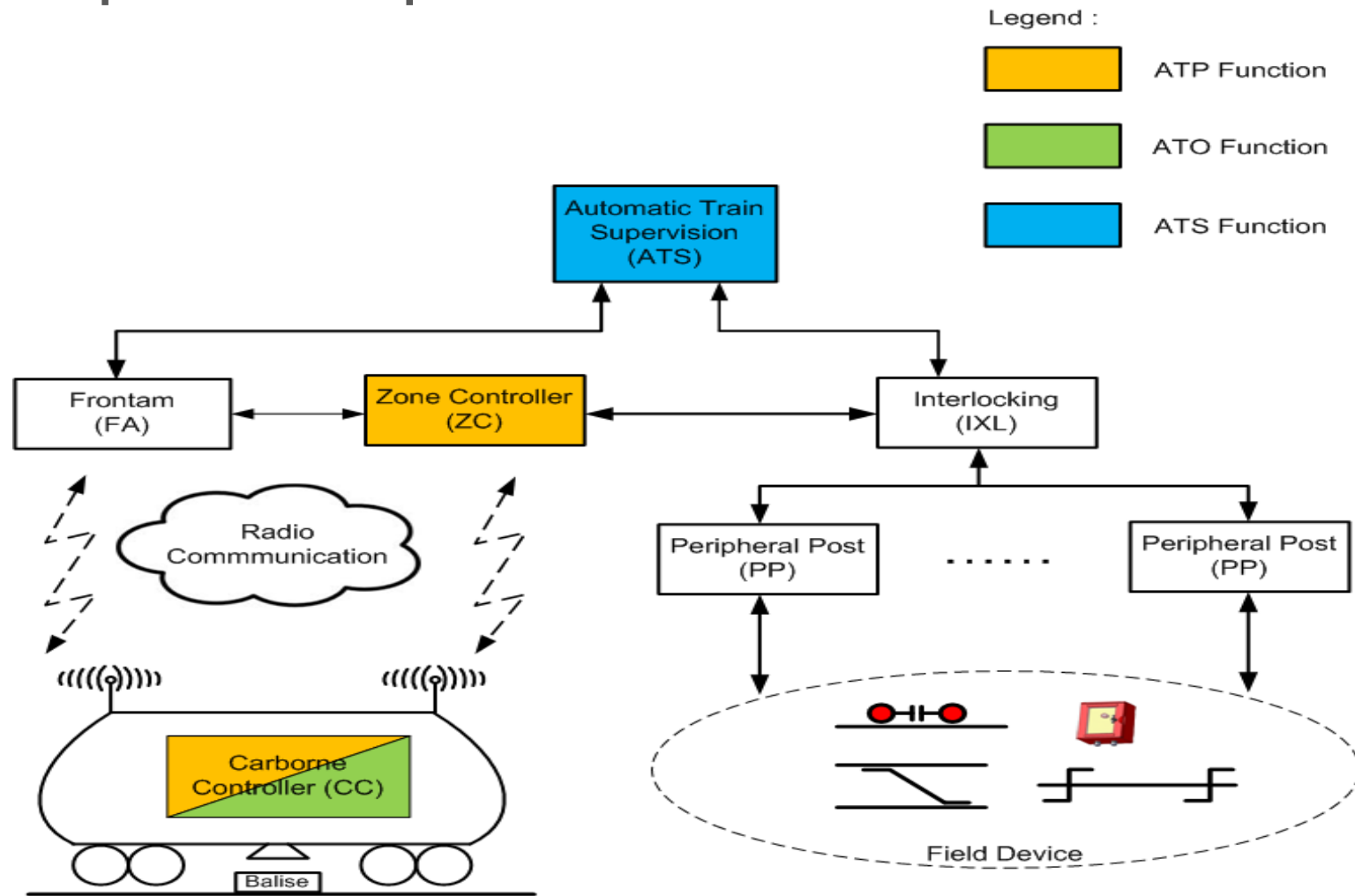
- **O&M** – Soporte de Operación y Mantenimiento

# Descomposición Funcional



# Arquitectura del CBTC

# Arquitectura simplificada de CBTC





## Arquitectura Simplificada de CBTC: Principios Generales

El Sistema ATC de CBTC de Ansaldo STS es un sistema distribuido. Para llevar a cabo sus funciones, CBTC las asigna a **equipos** de CBTC y / o exporta requerimientos funcionales a un sistema externo a través de **interfaces** específicas.

### Los principales equipos de CBTC son:

- *CC – Controlador en Coche.*
- *ZC – Controlador de Zona.*
- *WSP – Sistema de enclavamiento basado en el uso de computadoras estándar de Ansaldo STS.*
- *FTM – FRONTAM.*
- *ATS – Supervisión Automática de Trenes.*

Estos dispositivos están interconectados a través de DCS, un intercambio bidireccional, fiable y seguro de datos vitales y no vitales entre dispositivos a lo largo de la vía y de dispositivos a lo largo de la vía a equipos del tren.

## Componentes Principales de CBTC: Controlador de Zona (ZC)

**Controlador de zona (ZC):** ZC está encargado de calcular las posibles autoridades de movimiento de trenes, gestionar la comunicación con WSP, actuar como interfaz el CC de trenes, enviar al CC las autoridades de movimiento calculadas;

### Un equipo de Controlador de Zona está compuesto por:

- *Plataforma de ATP:* tres módulos físicamente separados denominados “PCSG1/2/3” realizan un sistema 2oo3 SIL4 encargado de soportar la aplicación de ATP de CBTC de vía y se comunica con los CC, otros ZC, Frontam y WSP.
- *Servidores Silam1/2 :* encargados de recopilar datos de mantenimiento y enviarlos al Frontam.

Para la Línea 2, hay 5 ZC (2 en el Depósito y 3 en el Colector Industrial para la Línea Principal); Para la Línea 4, hay 2 ZC (ubicados en el depósito para gestionar el depósito y la línea principal)

## Componentes Principales de CBTC: Controlador en Coche (CC)

**Controlador en Coche (CC):** instalado en cada tren que va a supervisarse por el Sistema CBTC. Determina la ubicación del tren y la proporciona al ZC; usando el MAL recibido de los ZC e información dinámica del tren recibida de los ZC proporciona el modo de control del tren de una manera segura;

**Cada CC está compuesto por 2 bloques principales y equipos periféricos:**

- *Bloque de computadora:* plataforma de procesamiento 2003 (vital y no vital) y plataforma de comunicación (Radio...)
- *Bloque de Interfaz I/O :* gestiona I/O vitales y no vitales;
- TOD: presenta información de conducción, estatus de equipos y alarmas al conductor, si está presente.
- Odómetro y Lector de Etiquetas: determina la posición del tren

Para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima, se instalará un CC en cada tren.

## Componentes Principales de CBTC: FrontAm (FTM)

**Frontam (FTM):** instalado en una sala de operación central, está compuesto por servidores y estaciones de trabajo. FTM está encargado de recopilar información de mantenimiento de subsistema CBTC y hacer de interfaz de equipos en el tren con ATS.

### Consiste en un armario que incluye los siguientes módulos principales:

- *Dos Servidores de Aplicación:* ambos conectados a CC, ZC, WSP and ATS mediante un enlace redundante y con una Estación de trabajo de FTM mediante una red dedicada redundante;
- *Un Servidor de Archivo:* conectado a una Estación de trabajo de FTM mediante una red dedicada redundante;
- *Estaciones de trabajo de FTM:* Estación de trabajo de Frontam instalada físicamente fuera del armario de Frontam.

Cada Línea 2 y Ramal de Línea 4 tendrá un FrontAm en PCO-N y en PCO-E. Los Servidores se instalarán en la Sala de Servidores de PCO, y las estaciones de trabajo en las Salas de Mantenimiento.

## Componentes Principales de CBTC: Enclavamiento (IXL) (1/2)

**WSP** es la plataforma de enclavamiento desarrollada por Ansaldo STS para aplicaciones **Sin Conductor** de CBTC. El subsistema IXL está encargado principalmente de gestionar agujas y rutas (por ejemplo, funciones de enclavamiento). También es la interfaz vital con dispositivos del lado de vía.

**El Subsistema IXL se basa en cuatro capas principales:**

- Puesto Central (**CP**): Uno para el Depósito y uno para la Línea Principal;
- Puesto Periférico (**PP**): en SER en las estaciones;
- Controlador de Dispositivos de Campo (**FDC**): placas colocadas en los armarios del PP;
- HMI de Operador: MMI de D&M en salas de mantenimiento

**Los Dispositivos de Campo incluyen :**

- *Motores de Aguja,*
- *Circuitos de vía: usados por IXL para detectar la posición del tren en modo degradado o para detectar trenes sin CBTC.*
- *Botones pulsadores: Paradas de emergencia,...etc*

Para el Proyecto de Línea 2 y Ramal de Línea 4 de Lima, las computadoras de núcleo de WSP están ubicadas en el depósito y la Línea Principal, y conectadas mediante DCS a puestos periféricos (PP) que están ubicados en las estaciones. Cada puesto periférico gestiona la interfaz física con dispositivos del lado de vía

## Componentes Principales de CBTC: Enclavamiento (IXL) (2/2)

Las funciones de enclavamiento principales son las siguientes:

- ***Protección de rutas incompatibles:*** IXL garantiza que no pueden establecerse rutas en conflicto al mismo tiempo.
- ***Protección de motores de aguja:*** IXL no permitirá que un tren circule por una aguja si la aguja está moviéndose.
- ***Protección de punto de acercamiento:*** IXL garantiza que los puntos de acercamiento están despejados antes de establecer rutas.
- ***Separación de trenes para trenes sin CBTC :*** Para trenes sin CBTC, IXL es responsable de garantizar la separación de trenes.



## Componentes Principales de CBTC: Supervisión Automática de Trenes (ATS)

*Hermes* es la plataforma de ATS desarrollada por Ansaldo STS para aplicaciones Sin Conductor de CBTC. ATS proporciona capacidades de control y monitoreo para supervisar la operación de trenes. Se **basa en PC y servidores comerciales** organizados para su alta disponibilidad.

### ***Los Equipos Principales son los siguientes:***

- *Servidores de Aplicación y Comunicación Redundantes;*
- *Estaciones de Trabajo (Controladores de Despacho de Trenes, Operador Jefe, mantenimiento)*
- *Almacenamiento (NAS)*
- *Murales de Vídeo*
- *Red Redundante*



Para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima, cada línea tendrá un centro de operaciones normal (PCO-N) y un centro de operaciones de Emergencia (PCO-E). En cada ubicación, se instalarán servidores redundantes, así como mural de vídeo y estaciones de trabajo. En cada ubicación, hay 5 puestos (estaciones de trabajo): 1 Controlador de Despacho de Trenes para el Depósito, 1 Controlador de Despacho de Trenes para la Línea Principal, 1 Operador Jefe, 1 estación de trabajo de Operación y Mantenimiento (O&M) y 1 Estación de Trabajo de Diagnóstico y Mantenimiento (D&M)).

## Componentes Principales de CBTC: Sistema de Comunicación de Datos (DCS)

Aunque **DCS** no forma parte directamente del sistema de Señalización, es una parte muy crítica.

Todo el DCS, incluyendo la red de radio, está duplicado. El DCS está compuesto de manera general por 4 subredes:

- Red de tren
- Red de lado de vía
- Red de estructura principal
- Red central



Cada subred está totalmente duplicada (red A y B). A y B son independientes y están activas al mismo tiempo.

En cada extremo del tren hay una antena. Cada antena está dedicada a cada red. Los puntos de acceso de radio en el lado de vía se disponen de tal manera que cada tren está constantemente dentro del alcance de ambas redes.

Esta redundancia completa de la red es el elemento clave que permite que CBTC ofrezca un MTBF superior a un sistema de señalización clásico.

## Modalidad de Conducción de CBTC

El Sistema CBTC puede operar siguiendo 5 modos de conducción diferentes:

- ***UTO – Operación de Trenes Sin Supervisión:*** El tren se desplaza automáticamente usando ATO bajo supervisión de ATP (GoA4)  
Esta Modalidad es la modalidad estandar para la Línea 2 y el Ramal de Línea 4 del Metro de Lima
- ***AMA – Modalidad Automática con Asistente:*** El tren se desplaza automáticamente usando ATO bajo supervisión de ATP. El asistente a bordo es responsable de controlar las puertas y la operación de intercambio de pasajeros en la estación.
- ***ATPM – Modalidad ATP:*** El conductor conduce el tren manualmente hasta la máxima velocidad permitida. El conductor soporta y respeta la información mostrada en TOD, que se genera por ATP.
- ***RM – Modalidad Restringida:*** Los trenes pueden conducirse manualmente por un conductor. El ATP de borde garantizará que el conductor no supera la velocidad máxima de 15 km/h. El conductor debe respetar las indicaciones por voz proporcionadas por el controlador de despacho.
- ***NRM – Modalidad no Restringida:*** El conductor trabajará en modo manual completo siguiendo las instrucciones del controlador de despacho de trenes.

## Redundancia

Todos los equipos de CBTC proporcionan un alto nivel de redundancia y capacidad de “hot stand-by”.

Se usan diferentes estrategias para los componentes de CBTC:

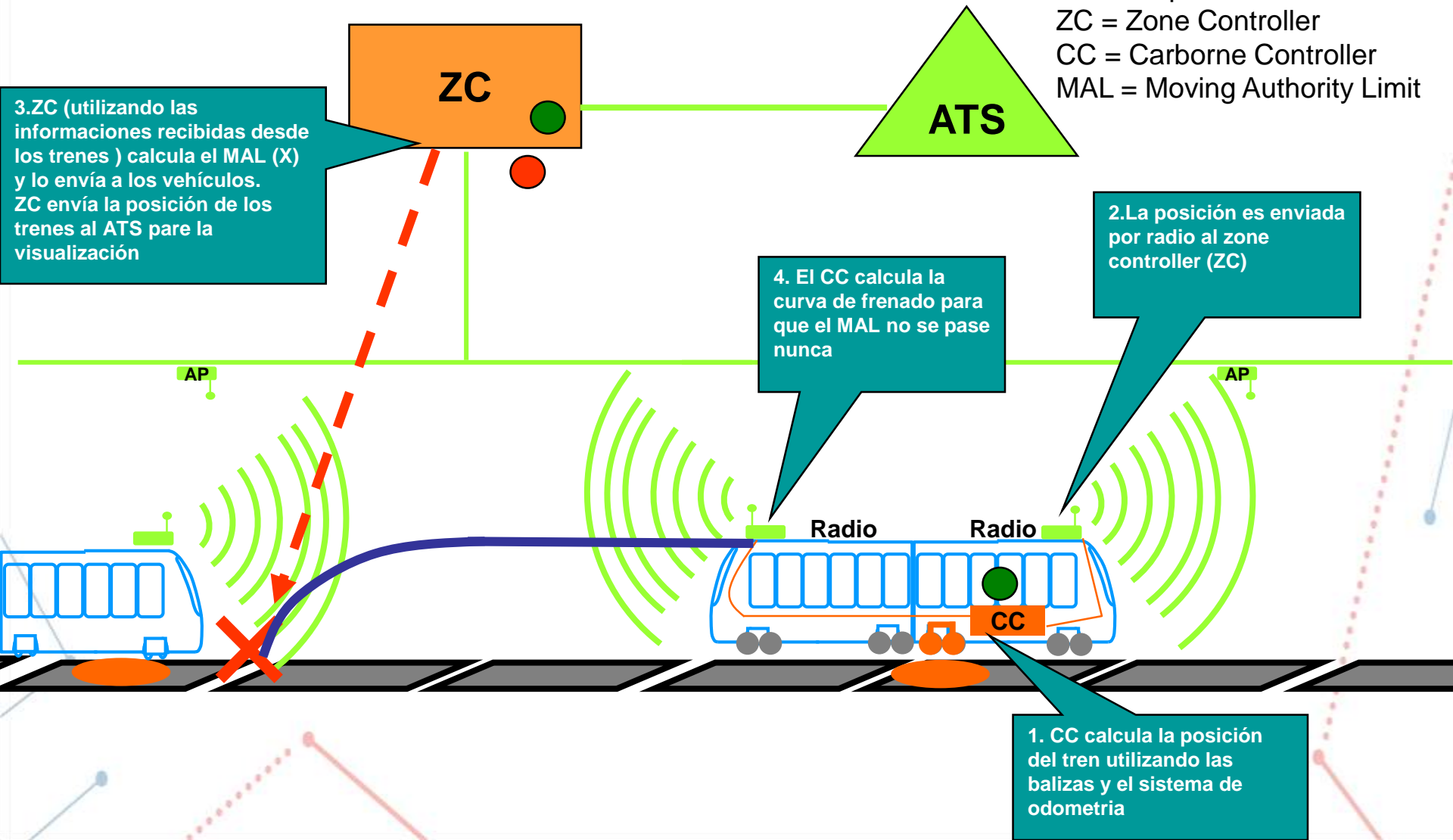
- CC (ATP) y ZC se basan en una arquitectura 2oo3 de alta disponibilidad, ATO se basa en una arquitectura redundante de alta disponibilidad.
- Frontam se basa en una estrategia de duplicación de datos y monitoreo de servidores “hot stand-by” clásicos.
- Se disponen balizas de tal manera que la pérdida de cualquier baliza individual no afectará a las funciones de CBTC. En las estaciones en las que se usan balizas para la parada con precisión, las balizas están duplicadas. Entre estaciones, las balizas están separadas de tal manera que perder una baliza no degradará las prestaciones del sistema.
  - IXL se basa en una arquitectura 2oo2HR (Redundancia en Caliente de 2 de 2)
  - Los servidores de ATS son redundantes y las estaciones de trabajo se instalan en 2 ubicaciones diferentes (PCO-N y PCO-E)
  - El DCS también es completamente redundante.

# El Sistema CBTC en Operación

# CBTC: Separacion de trenes

Ansaldo STS A Hitachi Group Company

ATS = Automatic Train Supervision  
ZC = Zone Controller  
CC = Carborne Controller  
MAL = Moving Authority Limit

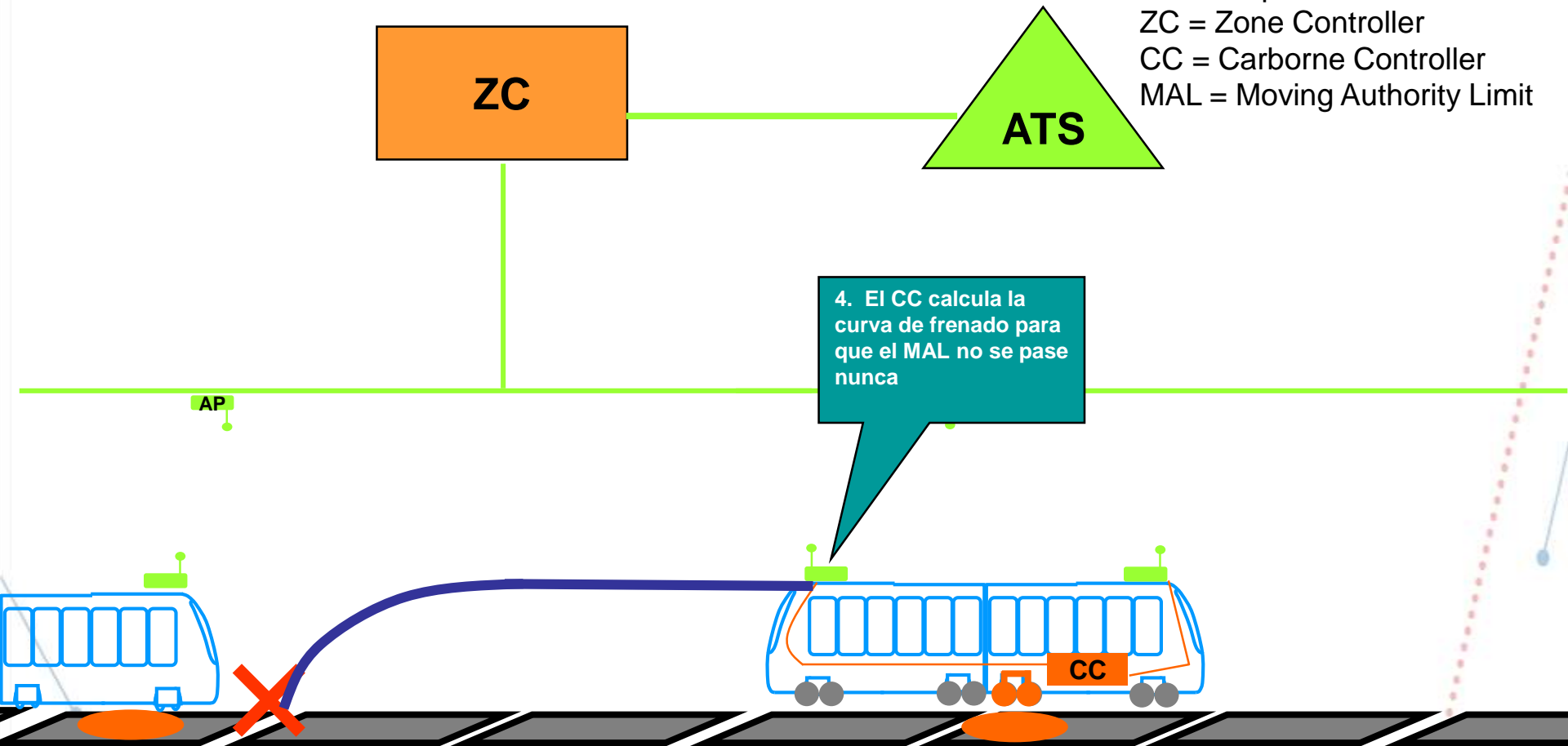




# CBTC System: Separacion de trenes

Ansaldo STS A Hitachi Group Company

ATS = Automatic Train  
Supervision  
ZC = Zone Controller  
CC = Carborne Controller  
MAL = Moving Authority Limit



# CBTC: Interfaz con Interlocking

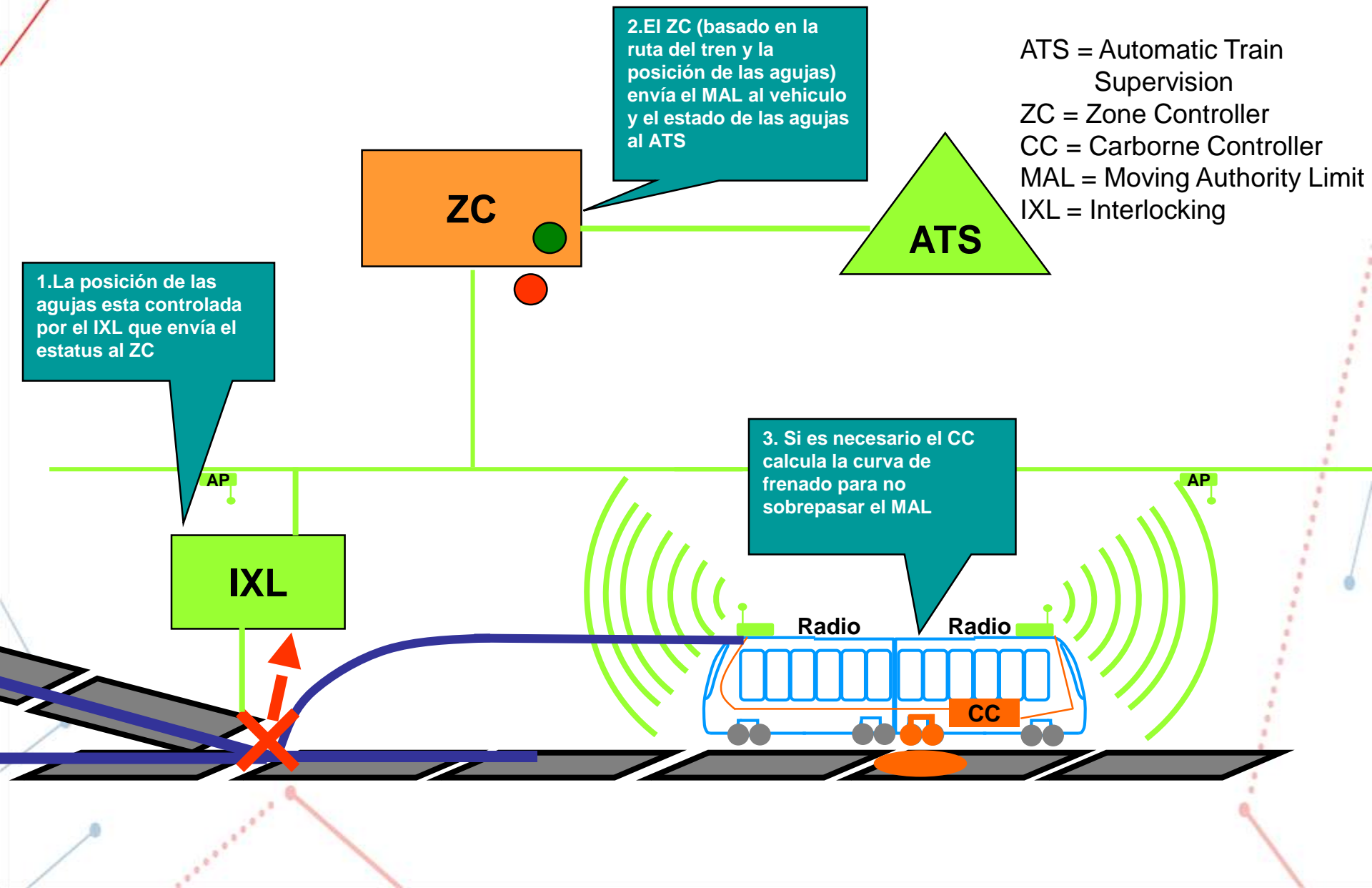
Ansaldo STS A Hitachi Group Company

ATS = Automatic Train Supervision  
ZC = Zone Controller  
CC = Carborne Controller  
MAL = Moving Authority Limit  
IXL = Interlocking

1. La posición de las agujas está controlada por el IXL que envía el estatus al ZC

2. El ZC (basado en la ruta del tren y la posición de las agujas) envía el MAL al vehículo y el estado de las agujas al ATS

3. Si es necesario el CC calcula la curva de frenado para no sobrepasar el MAL



# CBTC : Interfaz con Interlocking

Ansaldo STS A Hitachi Group Company

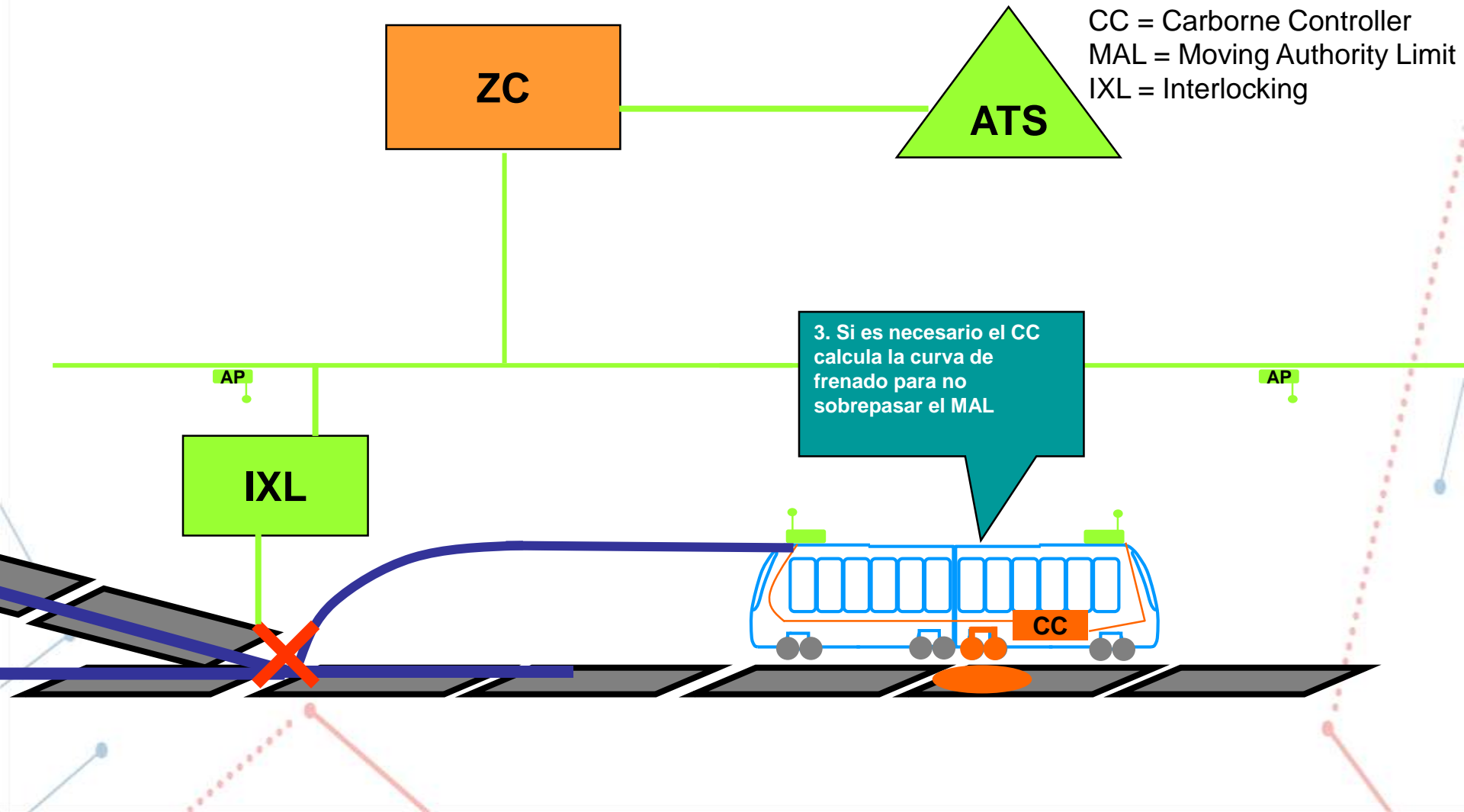
ATS = Automatic Train Supervision

ZC = Zone Controller

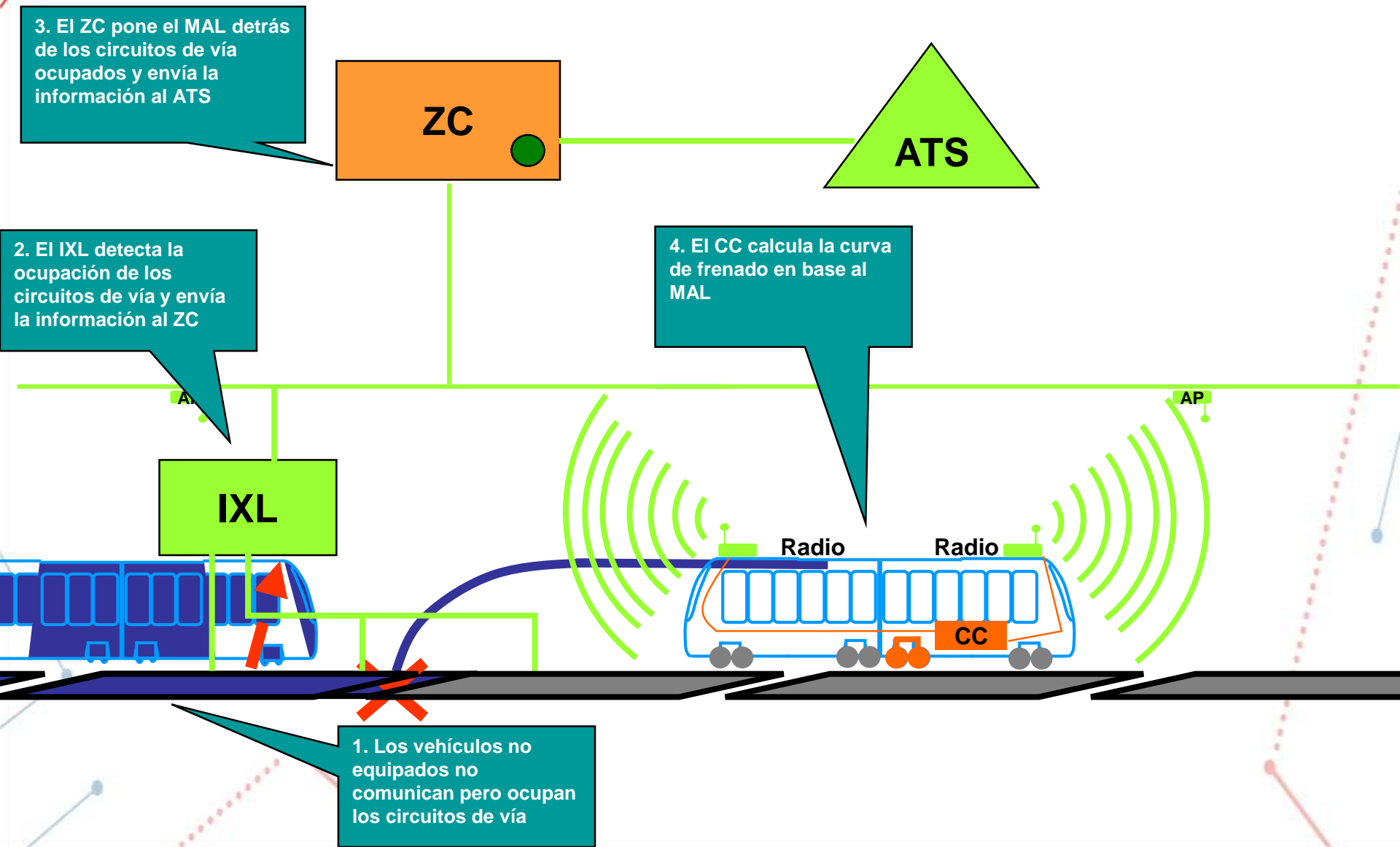
CC = Carborne Controller

MAL = Moving Authority Limit

IXL = Interlocking

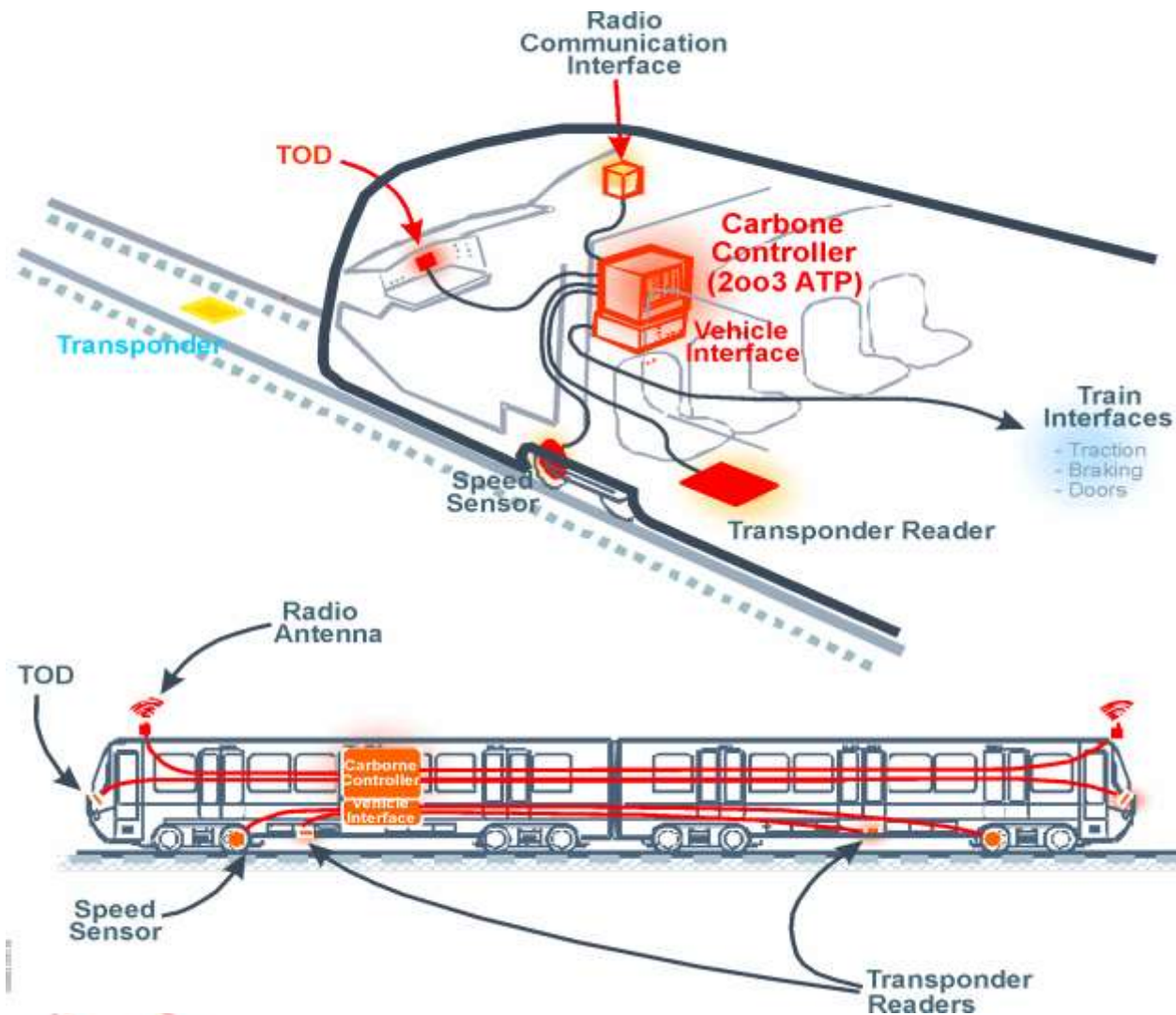


# CBTC: Vehículos no equipados



# Funcionalidades del Sistema CBTC

# El Sistema de Sinalizacion

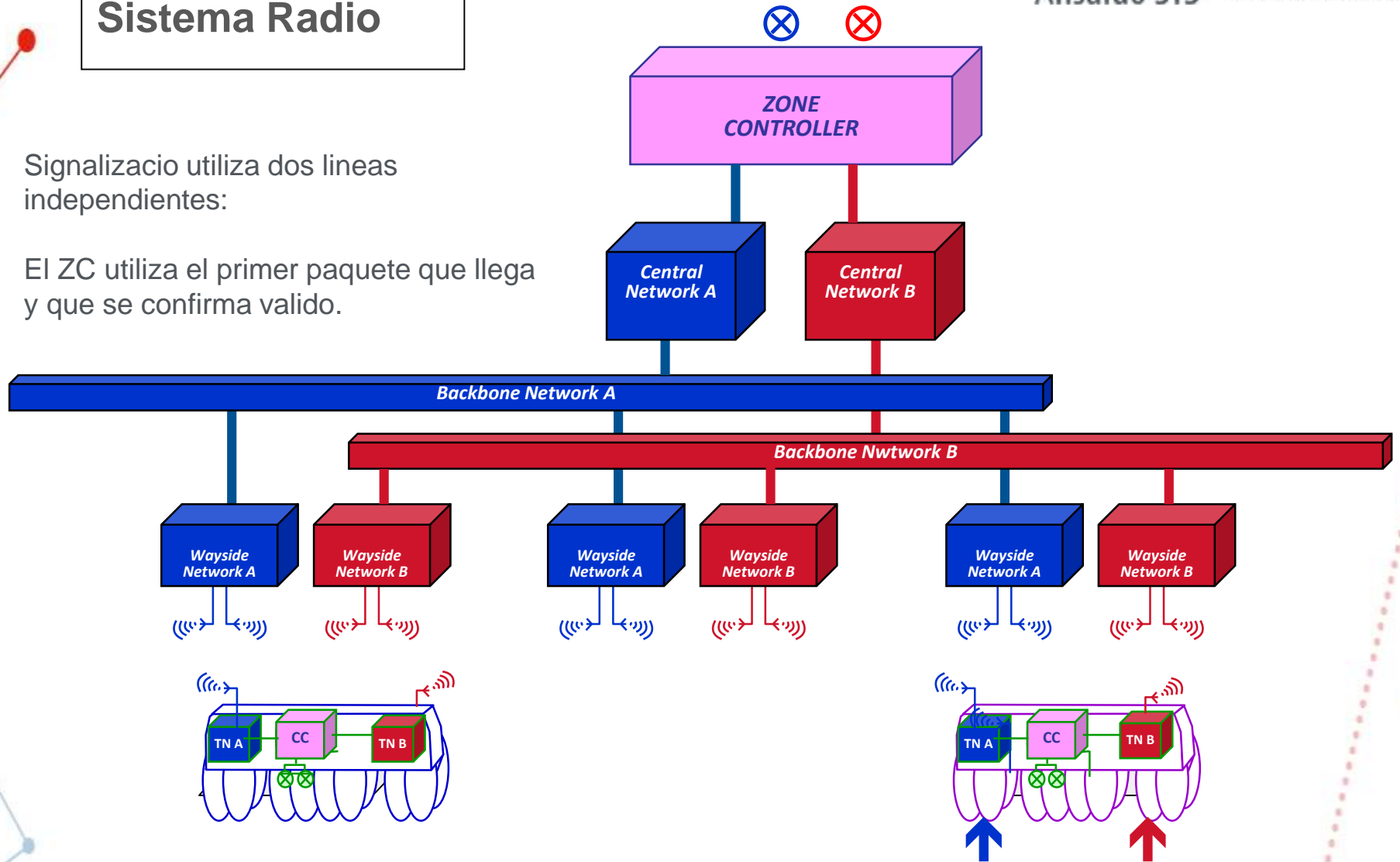




# Sistema Radio

Signalizacio utiliza dos lineas independientes:

El ZC utiliza el primer paquete que llega y que se confirma valido.



El CC utiliza el primer paquete que llega y se confirma valido.

## Funcionalidad sistema CBTC

### 1 – Funciones

- ATP
- ATO

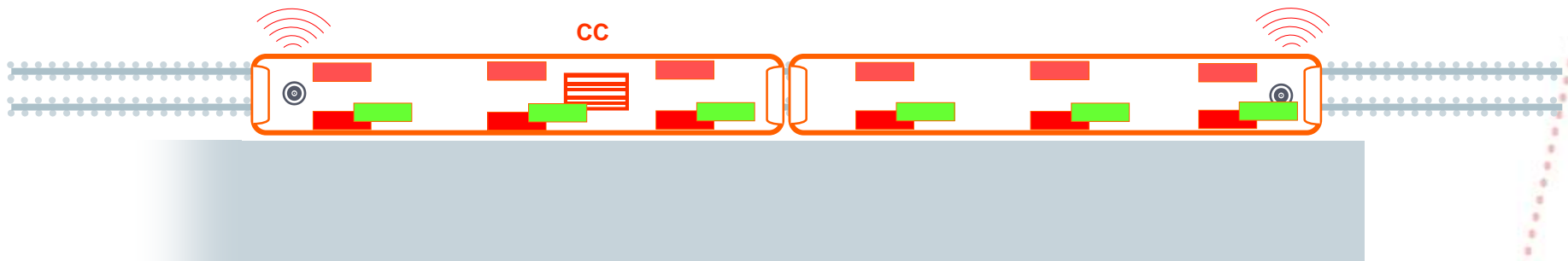
### 2 – Explotación

- Modos de explotación
- Funciones de explotación

Ubicación y velocidad vehículo  
 Separación de los vehículos  
 Protección velocidad  
 Protección de las rutas  
 Protección RollBack  
 Control de las puertas  
 Puertas de andén (PSD)  
 Relevador Objetos (ODS)  
 Integridad de los trenes  
 Limitaciones temporáneas de velocidad  
 Detección velocidad cero

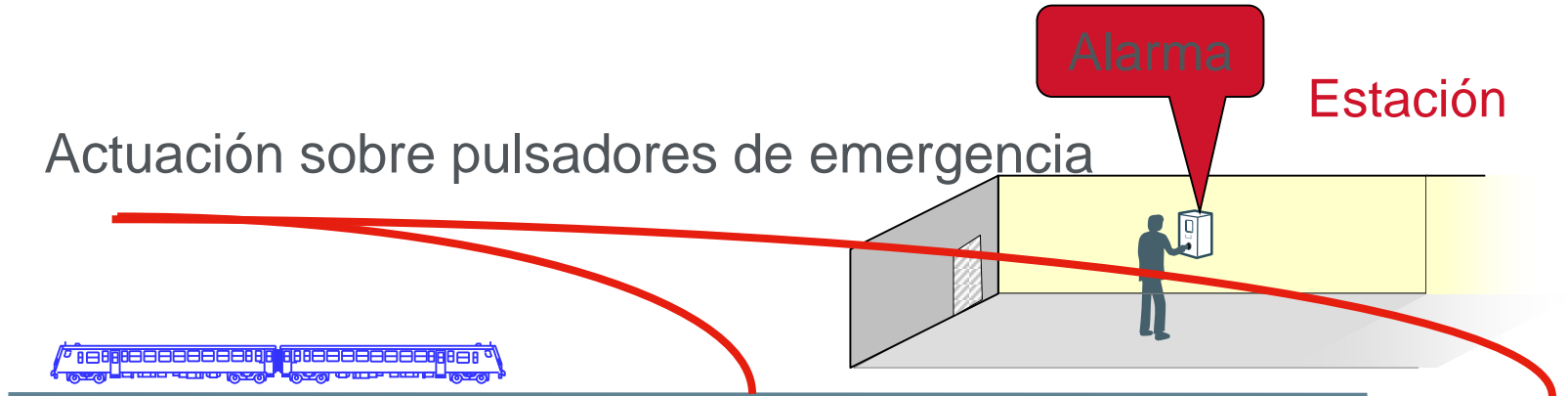
# Función ATP

- Control de puertas de tren (control de estado + autorización de apertura)

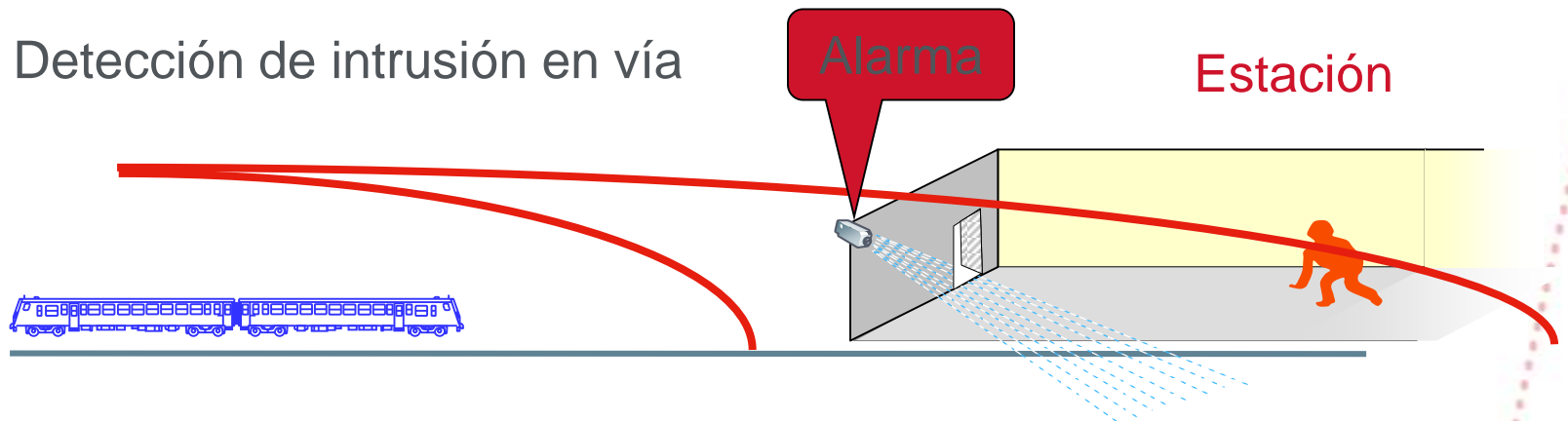


# Función ATP

- Actuación sobre pulsadores de emergencia



- Detección de intrusión en vía



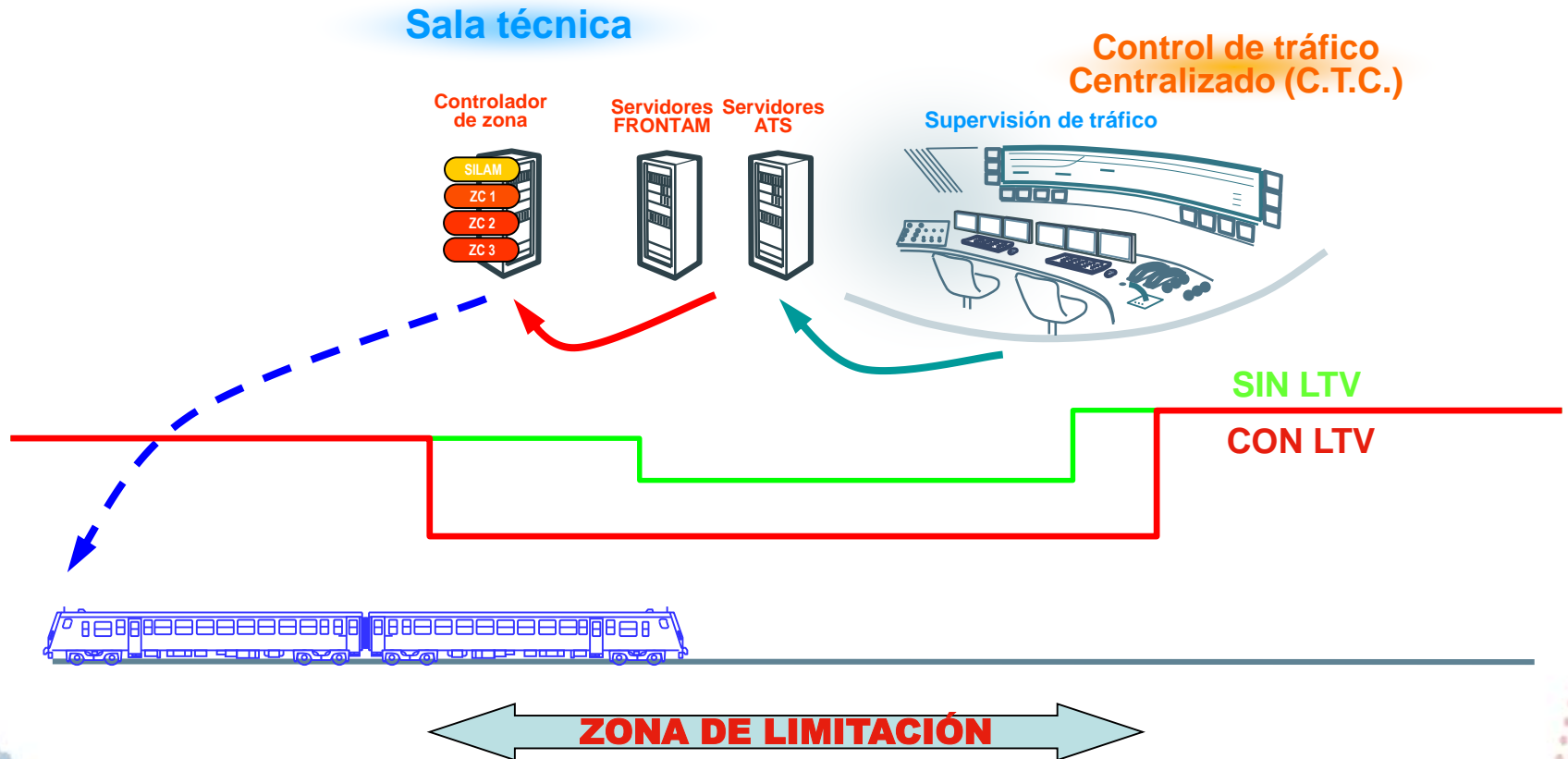
## Función ATP

- Control de integridad del tren



# Función ATP

- Aplicación y retirada de limitaciones temporales de velocidad (LTV)



## Funcionalidad sistema CBTC

### 1 – Funciones

- ATP
- ATO

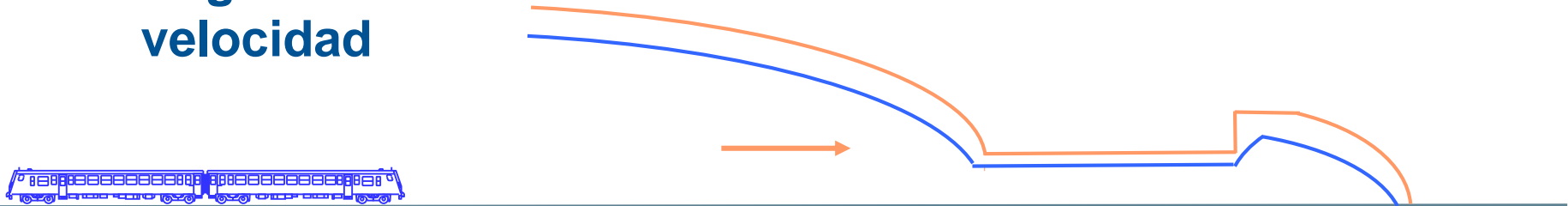
### 2 – Explotación

- Modos de explotación
- Funciones de explotación

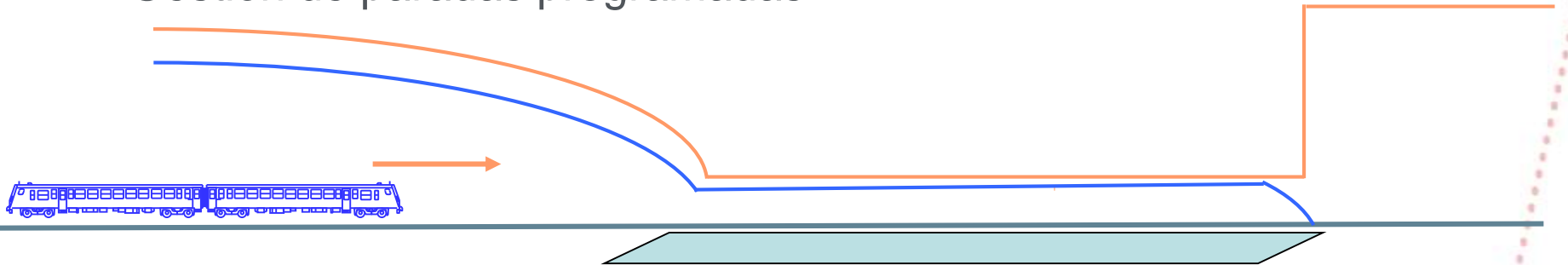
Regulación velocidad  
 Gestión paradas programadas  
 Gestión puertas y puertas de andén  
 Salto parada  
 Gestión overshoot y undershoot  
 Retención vehículo (conjunto ATP)  
 Gestión modo de marcha  
 Vuelta automática  
 Gestión de la energía

## Función ATO

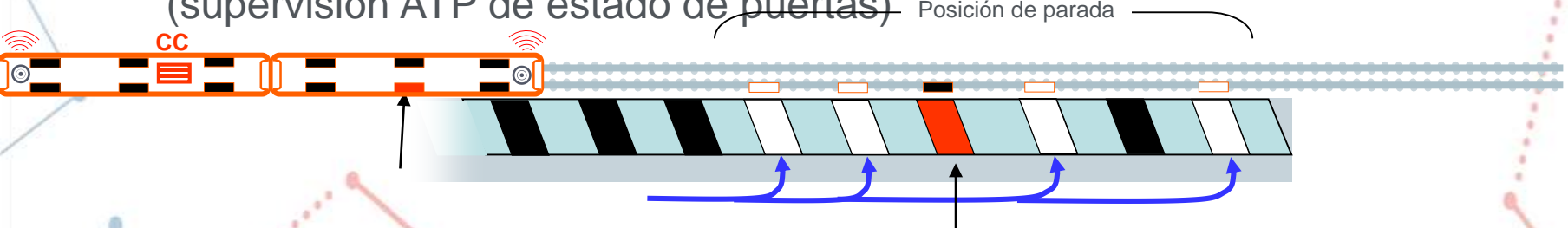
- Regulación de velocidad**



- Gestión de paradas programadas



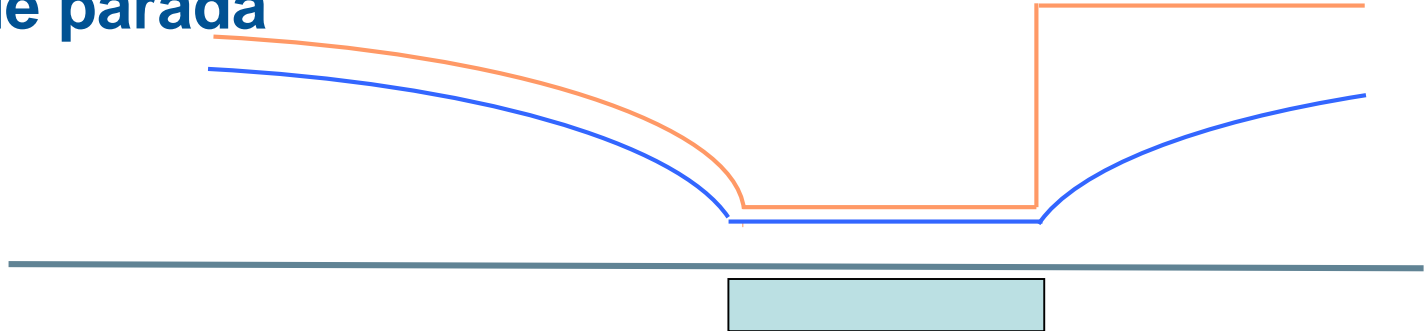
- Orden de apertura / cierre de puertas de tren y andén  
(supervisión ATP de estado de puertas)



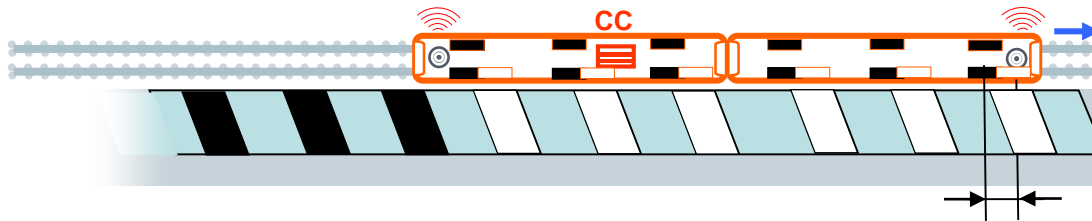


## Función ATO

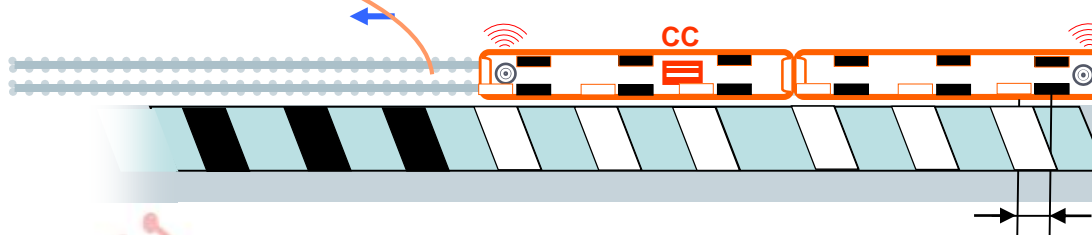
### • Salto de parada



### • Corrección de parada antes de posición esperada en andén

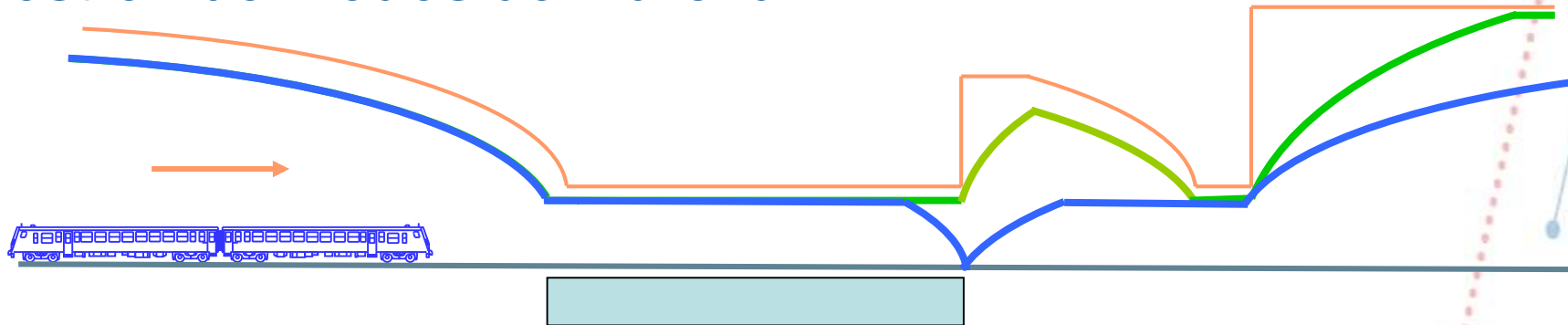


### • Corrección de parada después de posición esperada en andén



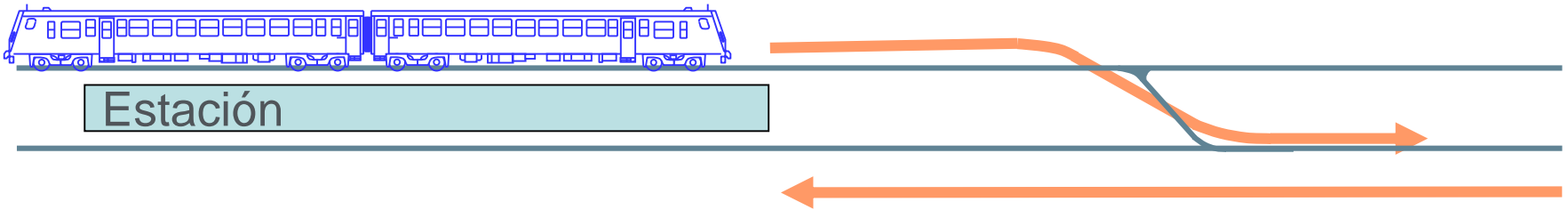
## Función ATO

- **Gestión de modos de marcha**



## Función ATO

- Vuelta automática

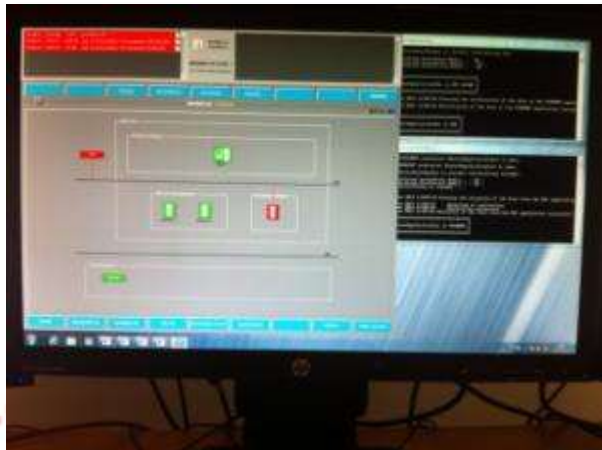


# Imágenes del Sistema CBTC

## Sistema ATS



## ZC, Frontam



**FRONTAM MMI**



**SILAM  
1&2  
(maintenance)**

**Racks ZC**

**Cabinet (Front View)**



## Carborne controller (CC)



Onboard,  
Under  
chassis

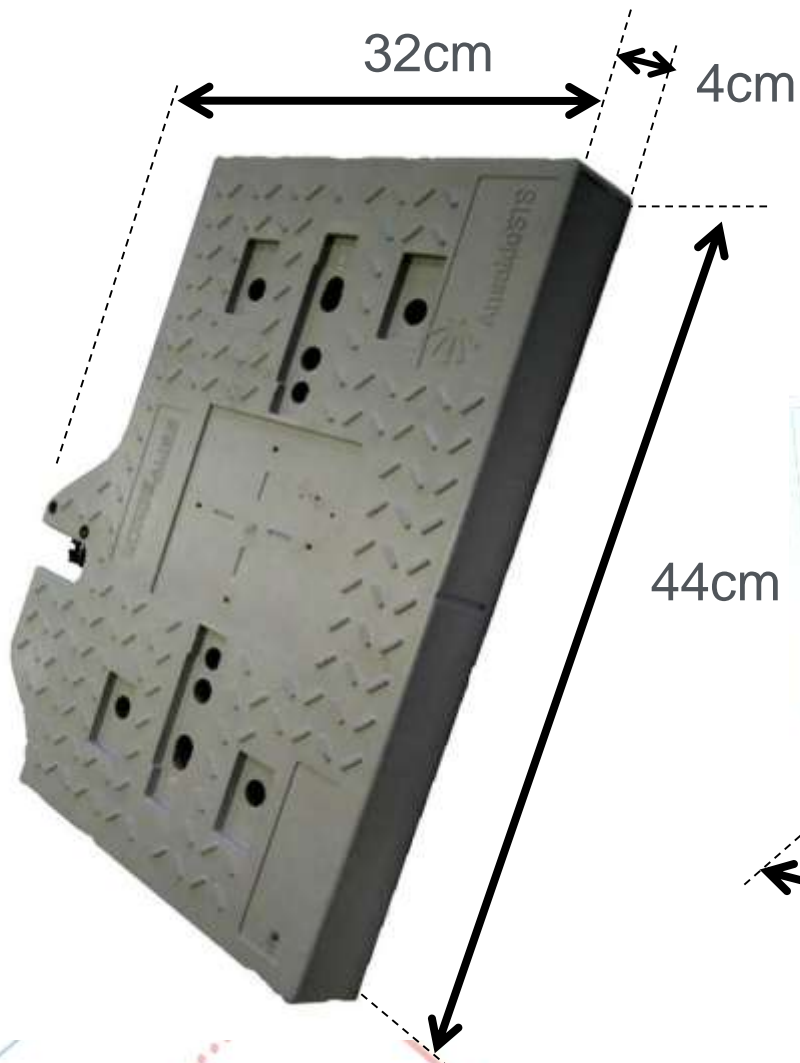


**Tachometer**  
(Deuta 200 pulses)

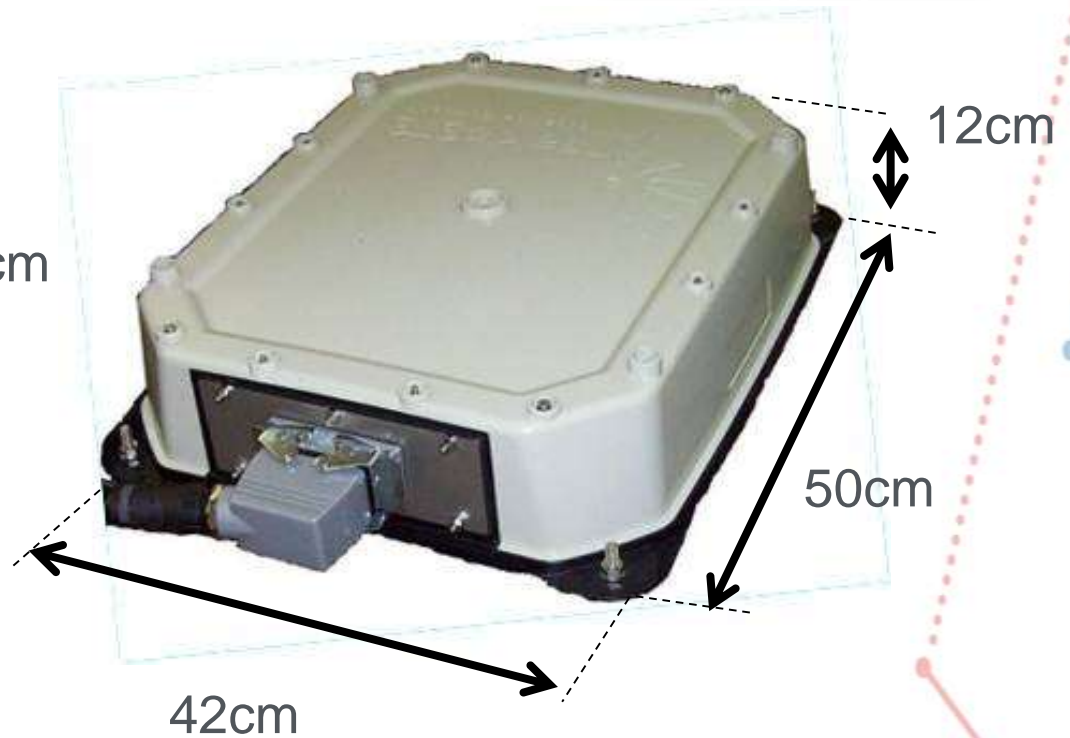


**Example onboard installation**

## Eurobalise (TAG) y antena



Assembly  
under the  
train





## Instalacion de TAG a lo largo de la via



*General View*



*Closeup View*

# RADIO



*Train Antenna*



*Track side Antennas and interface box*

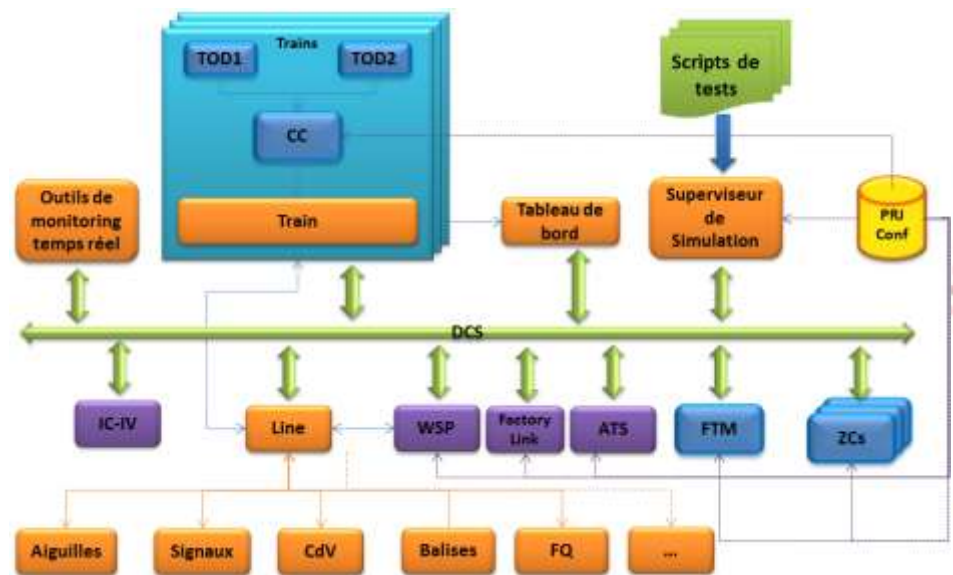




# PLATAFORMA DE INTEGRACION



*Integration Platform*



# Metros Autónomos Llave en Mano en todo el mundo

- Ansaldo STS tiene más de **250 km** de proyectos de Metro Autónomo (Sin Conductor) en todo el mundo

M1/M2 de Copenhague	Brescia	Tesalónica	Línea C de Roma	Línea 5 de Milán	Taipéi (CBTC)	Campus Univ. Riad Princess Noura	City-ring de Copenhague (CBTC)	Honolulu	Línea 4 de Milán (CBTC)	Línea 3 de Riad (CBTC)	Líneas 2-4 de Lima (CBTC)
21 km doble vía doble túnel	13,7 km doble vía túnel único	9,5 km doble vía doble túnel	25 km (+17) doble vía doble túnel	12,6 km doble vía túnel único	15,4 km viaducto de doble vía	11,3 km viaducto de doble vía	17 km doble vía doble túnel	32 km viaducto de doble vía	15,2 km doble vía doble túnel	40,7 km doble vía doble túnel	35 km doble vía túnel único
22 estaciones	17 estaciones	13 estaciones	30 estaciones (+12)	19 estaciones	14 estaciones	14 estaciones	17 estaciones	21 Estaciones	21 estaciones	22 estaciones	35 estaciones
espaciamento mínimo 90 s	espaciament o mínimo 90 s	espaciamento mínimo 90 s	espaciamento mínimo 120 s	espacia- miento mínimo 75 s	espacia- miento mínimo 90 s	espacia- miento mínimo 90 s	espaciamento mínimo 100 s	espacia- miento mínimo 90 s	espacia- miento mínimo 75 s	espacia- miento mínimo 90 s	espacia- miento mínimo 80 s
12.000 pphpd (4p/m2)	17.000 pphpd (6p/m2)	21.000 pphpd (6p/m2)	36.000 pphpd (6p/m2)	28.000 pphpd (6p/m2)	26.000 pphpd (6p/m2)	4.400 pphpd (2.5p/m2)	12.000 pphpd (4 p/m2)	7.200 pphpd (3,2 p/m2)	28.000 pphpd (6p/m2)	18.000 pphpd (6p/m2)	Línea 2 32.500 pphpd Línea 4 15.500 pphpd (6p/m2)
34 trenes 3 coches por tren (39m)	21 trenes 3 coches por tren (39m)	18 trenes 4 coches por tren (50m)	30 (+13) trenes 6 coches por tren (108m)	21 trenes 4 coches por tren (50m)	17 trenes 4 coches por tren (70m)	22 trenes 2 coches por tren (29m)	28 trenes 3 coches por tren (39m)	40 trenes 2 coches por tren (38.5m)	47 trenes 4 coches por tren (50m)	47 trenes 2 coches por tren (32m)	42 trenes 6 coches por tren (108m)
13 + 3 años O&M En funciona- miento desde 2002	2 años de funciona- miento 7 años de manteni- miento	3 años de asistencia del servicio	Formación de operadores local existente	27 años de O&M como miembro del Conces.	Extensión futura del sistema: 52 km, 56 estaciones, 64 trenes	3 años O&M	5 + 3 años O&M	12 años O&M	25 años O&M como miembro del Conces.	10 años opción de O&M En funciona- miento en 2019	30 años O&M como miembro del Conces.



V ENCUENTRO  
INTERNACIONAL DE METROS  
"Implementación de Metros Subterráneos"

Ansaldo STS

A Hitachi Group Company

**GRACIAS**