

Reflexions

Seguretat ferroviària: de reactiva a predictiva

Introducció

El ferrocarril és un dels mitjans de transport més segurs que existeixen. Tanmateix, la seguretat no és quelcom estàtic. Sorgeixen nous factors (com l'augment del nombre d'usuaris i el nombre de circulacions, o fenòmens fruit del canvi climàtic) i evolucionen les maneres d'enfrontar-los (principalment la tecnologia i la digitalització). Per això avui, a més a més de procurar no repetir els errors del passat, mirem com anticipar-nos als riscos del futur.

En canvi, malgrat els avenços en seguretat viària, les morts en carretera són de l'orde d'un miler l'any. L'any 2024 hi va haver 1.154 morts en accidents de tràfic a les carreteres d'Espanya. 5.318 morts en el període 2020-2024.

La seguretat com a prevenció

Tradicionalment, la seguretat s'ha basat en aprendre dels accidents. Avui l'enfocament és diferent: prevenir abans que es produeixi qualsevol incident. Això significa utilitzar dades, sistemes automàtics i supervisió contínua. L'objectiu és reduir al mínim la dependència de l'error humà i crear múltiples capes de protecció.

Tecnologia aplicada a la seguretat

La tecnologia és un dels pilars fonamentals. Els sistemes moderns de senyalització supervisen constantment la posició i la velocitat dels trens. Si es detecta qualsevol situació de risc, el mateix sistema actua automàticament. A més, gràcies a sensors i a la intel·ligència artificial, avui podem detectar fallades a les vies, a les rodes o als sistemes elèctrics fins i tot abans que siguin visibles. És un canvi profund: passem del manteniment reactiu al manteniment predictiu.

Infraestructures més resilients

La seguretat no depèn només dels trens, sinó també de la infraestructura. En el futur serà clau modernitzar contínuament vies, túnels i ponts, i reduir progressivament els passos a nivell. També hem de preparar la xarxa ferroviària per a fenòmens extrems: pluges intenses, onades de calor o vents forts. Dissenyar infraestructures resilients significa garantir el servei fins i tot en condicions cada vegada més exigents.

El factor humà

Tot i que la tecnologia avança, les persones continuen sent essencials. Per això és fonamental invertir en formació contínua, en simuladors que permetin entrenar situacions crítiques i en una millor gestió dels torns per reduir la fatiga. La tecnologia no substitueix el professional, li dona suport i el protegeix.

Seguretat del passatger

Des del punt de vista de l'usuari, la seguretat també es percep. Estacions millor il·luminades, accessibles i amb evacuació clara, sistemes de videovigilància intel·ligent i informació en temps real durant incidències augmenten la tranquil·litat del viatger. La seguretat no només ha d'existir, també s'ha de sentir.

Ciberseguretat i coordinació

Avui els trens són sistemes digitals connectats. Protegir-los davant de ciberatacs ja forma part de la seguretat ferroviària. Això exigeix xarxes protegides, auditories constants i coordinació entre operadors i autoritats, tant en l'àmbit nacional com internacional.

En ciberseguretat l'**Esquema Nacional de Seguridad (ENS)**, és d'aplicació a tot el Sector Públic, així com als proveïdors que col·laboren amb l'Administració, ofereix un marc comú de principis bàsics, requisits i mesures de seguretat per garantir una protecció adequada de la informació tractada i dels serveis prestats. El seu objectiu és assegurar l'accés, la confidencialitat, la integritat, la traçabilitat, l'autenticitat, la disponibilitat i la conservació de les dades, la informació i els serveis utilitzats mitjançant mitjans electrònics que es gestionen en l'exercici de les seves competències.

Implementar un sistema de gestió de seguretat IT és una necessitat imperiosa per garantir la continuïtat del negoci i la confiança dels usuaris.

Un sistema de gestió de seguretat IT es defineix com el conjunt de polítiques, procediments i controls que s'implementen per protegir la confidencialitat, la integritat i la disponibilitat de les dades en un entorn digital. Això implica identificar els actius d'informació, avaluar els riscos associats i implementar mesures per mitigar-los. Un sistema eficaç no només respon a incidents de seguretat, sinó que també busca prevenir-los mitjançant la creació d'una cultura proactiva dins de l'organització.

Els elements principals d'un sistema de gestió de la ciberseguretat són: la protecció de la informació, la seguretat de les xarxes, la gestió de les identitats i els accessos, la seguretat en les aplicacions, el monitoratge i detecció d'amenaçes, la resposta davant d'incidents, la capacitat i conscienciació en ciberseguretat, la gestió de riscos, i el compliment normatiu.

Com es controla actualment la seguretat de la infraestructura ferroviària i dels trens?

Avui la seguretat ferroviària es basa en tres capes principals: infraestructura, trens i operació, amb el suport de la tecnologia i la supervisió humana.

1. Control de la infraestructura ferroviària

Inspeccions físiques periòdiques

- Revisió regular de vies, balast, via en placa, ponts i túnels.
- Inspeccions visuals i tècniques realitzades per personal especialitzat.
- Freqüència definida per la normativa i el nivell de trànsit

Equips de mesura automatitzada

- Trens d'auscultació que mesuren:
 - Geometria de la via
 - Desgast del carril
 - Alineació i anivellació

Permeten detectar fallades abans que siguin visibles.

Monitoratge continu

- Sensors en punts crítics (ponts, agulles o canvis de via).
- Control de vibracions, temperatura i esforços estructurals. Alertes en temps real davant de valors anòmals.

Manteniment preventiu i predictiu

- No s'espera que alguna cosa falli.
- Intervencions programades basades en dades i anàlisi de risc.

2. Control de seguretat dels trens (material rodant)

Revisions abans de l'operació

- Inspecció diària de frens, portes, sistemes elèctrics i senyalització.
- Verificació obligatòria abans de cada servei.

Sistemes de diagnosi a bord

Sensors que monitoren:

- Frenada
- Motors
- Rodaments
- Sistemes electrònics

Informació enviada en temps real als centres de control.

Manteniment programat

- Revisions per quilometratge i temps de servei.
- Components crítics amb substitució anticipada.

3. Control de l'operació ferroviària

Sistemes automàtics de protecció

- Control automàtic de velocitat i senyals.
- Sistemes que intervenen si el conductor comet un error.
- Reducció del factor humà com a causa d'accidents.

Centres de control

- Supervisió permanent de la circulació.
- Comunicació constant amb trens i equips de manteniment.
- Capacitat d'actuar immediatament davant qualsevol incidència.

Aquestes tres capes es complementen amb la supervisió externa i el sistema que la preveu, amb auditories i normativa vigent. En aquest sentit, cal tenir en compte:

- Compliment de normes nacionals i internacionals.
- Auditories tècniques internes i externes.
- Avaluació contínua de riscos.
- Investigació d'incidents/accidents per millorar processos.

La investigació d'incidents/accidents és, en definitiva, una de les fortaleses del sistema. La fan entitats independents dels operadors i dels reguladors, i, donats els sistemes tecnològics existents (sistemes de senyalització, telecomandaments, anàlisi de materials, registre d'ubicacions del tren, registre de les comunicacions per ràdio, etc.), solen arribar a conclusions concretes dels motius dels accidents i a identificar possibles mesures correctores perquè aquests accidents no es repeteixin.

Actualment, és important tenir en compte que la seguretat ferroviària avui no depèn d'un sol control, sinó d'un sistema integral que combina inspeccions humanes, tecnologia avançada i monitoratge permanent.

Com augmentaria la seguretat ferroviària?

La seguretat s'incrementa actuant abans que es produeixi el problema, reforçant sis eixos: tecnologia, manteniment, persones i gestió del risc.

1. Més monitoratge en temps real (prevenció)

- Instal·lar més sensors a la via, ponts i canvis.
- Monitorar vibracions, temperatura i esforços estructurals.
- Alertes automàtiques davant qualsevol desviació anòmla.
- Passar d'inspeccions periòdiques a vigilància contínua.

2. Manteniment predictiu basat en dades

- Ús de la intel·ligència artificial per anticipar fallades.
- Intervenir abans que un component arribi al seu límit.
- Prioritzar punts crítics segons el risc, no només el calendari.
- Menys fallades inesperades, més fiabilitat.

3. Reforç dels sistemes automàtics de protecció

- Ampliar els sistemes de control automàtic de velocitat.
- Assegurar que el tren s'aturi si se supera un límit o s'ignora un senyal.
- Actualitzar la tecnologia a les línies existents, no només a les noves.
- Reduir al mínim l'error humà.

4. Més formació i simulació per al personal

- Capacitació contínua i avaluacions periòdiques.
- Ús de simuladors per a situacions d'emergència.
- Cultura de seguretat: comunicar riscos.
- Persones millor preparades prenen millors decisions.

5. Gestió integral del risc

- Anàlisi constant d'incidents i quasi incidents.
- Aprendre de l'experiència pròpia i d'altres països.
- Auditories independents i transparents.
- La seguretat millora quan es mesura i es revisa.

6. Comunicació clara amb la ciutadania

- Informar què es fa i per què.
- Transparència davant les incidències.
- Confiança basada en fets, no en promeses.
- La seguretat també és confiança pública.

Conclusió

En resum, el ferrocarril del futur serà més tecnològic, més preventiu i més resiliència. Invertir en seguretat ferroviària no és només una qüestió tècnica: és una inversió en confiança, en sostenibilitat i en futur. El veritable èxit de la seguretat és que no es noti, perquè no passa res.

Barcelona, març 2026