

MIGRAÇÃO PARA A BITOLA EUROPEIA

CRITÉRIOS DE SELECÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO. OPÇÕES E PROGRAMAS.

A REALIDADE ESPANHOLA E EM PARTICULAR GALEGA

Miguel Rodríguez Bugarín

Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

CONTENIDO

- El camino de rodadura.
- Ancho de vía.

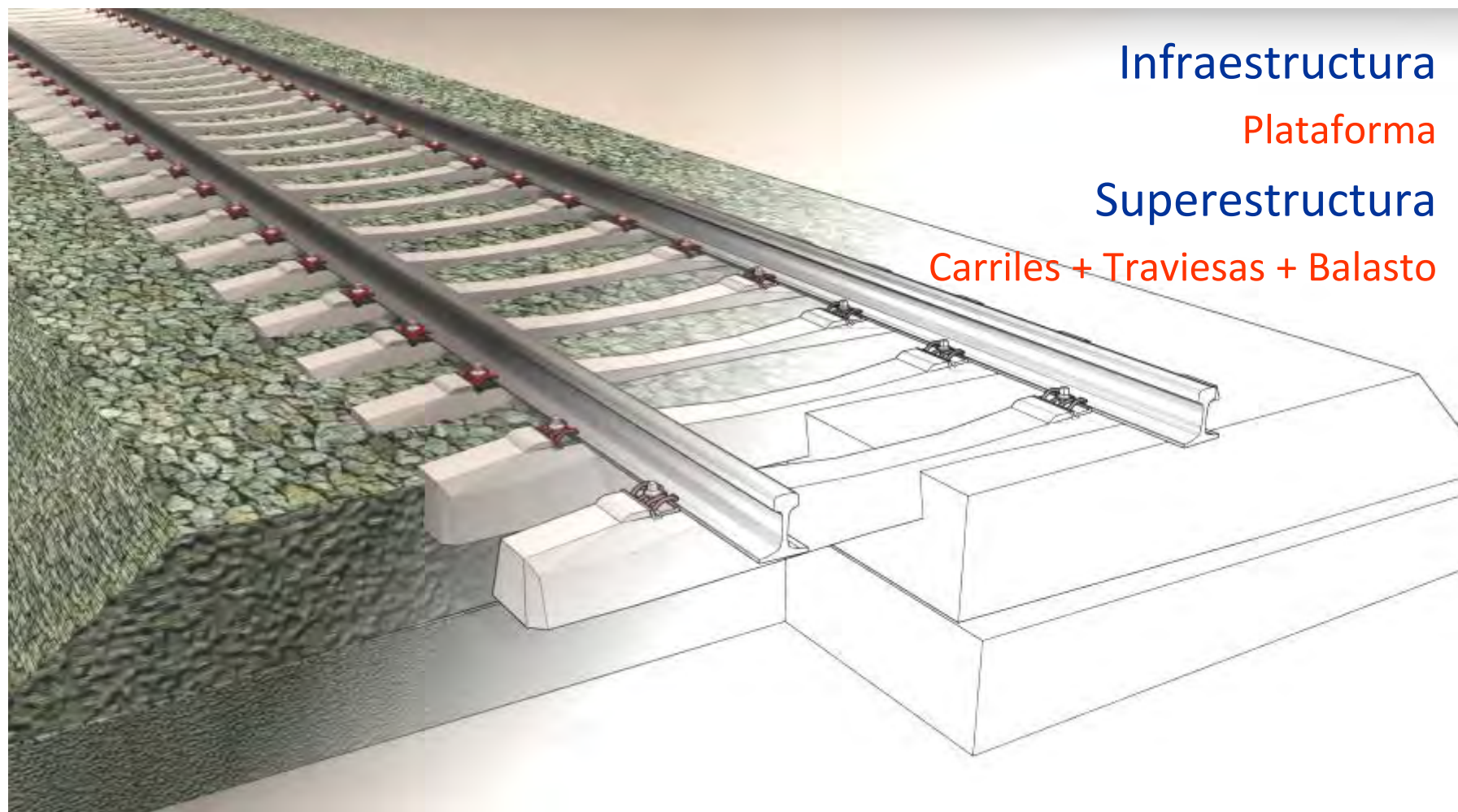


EL CAMINO DE RODADURA



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação. Opções e programas. a realidade espanhola e em particular GalegaFerrocarriles
Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EL CAMINO DE RODADURA



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriles Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EL CAMINO DE RODADURA

FUNCIONES PRINCIPALES

* Carril (rail / rail)

- * Sustentación de cargas
- * Guiado del vehículo
- * Circuito eléctrico (de retorno en tracción eléctrica; señalización).

* Traviesa (sleeper / travessa)

- * Transmisión y reparto de cargas sobre banqueta de balasto.
- * Mantener separación entre carriles
- * Mantener inclinación de los carriles

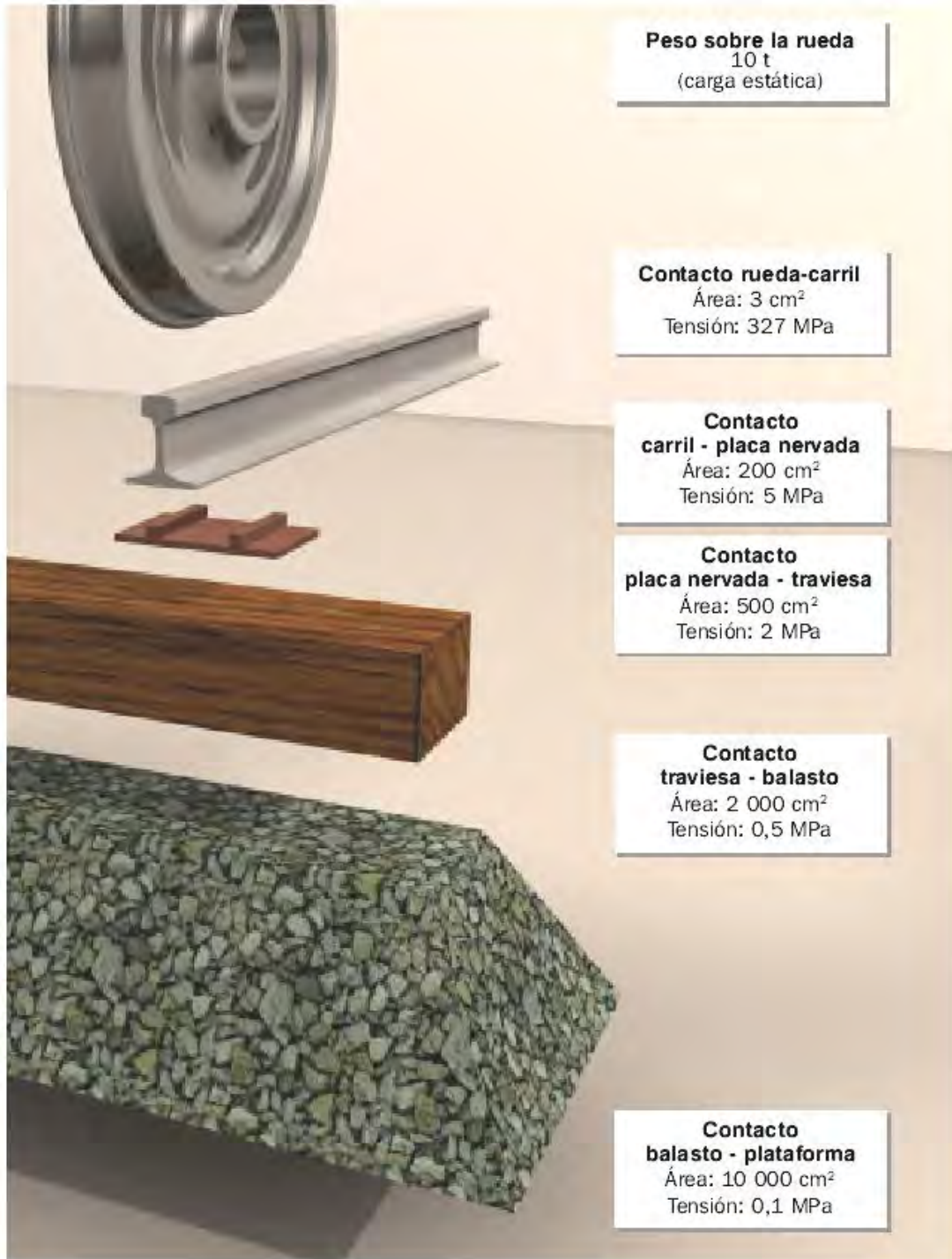
* Balasto (ballasting / ballast)

- * Transmisión y reparto de cargas sobre plataforma
- * Arristrar traviesas por rozamiento
- * Evacuación de agua
- * Evaporación agua plataforma por capilaridad



EL CAMINO DE RODADURA

Atención: en las cifras de la figura no se considera el reparto de la carga que, longitudinalmente, realiza el carril sobre las traviesas próximas.



EL ANCHO DE VÍA



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarril Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

ANCHO DE VÍA

Bitola (P)
Track gauge (I)

Definición

La distancia nominal entre carriles (ancho de vía) del subsistema Infraestructura será de 1 435 mm.

Esta es la distancia entre las dos caras activas de las cabezas de los carriles, medida a una altura de 14,5 mm ($\pm 0,5$ mm) por debajo del plano de rodadura

Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema «Infraestructura» del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriels Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

ANCHO DE VÍA

Tipos

* Vía ancha

- * Internacional o estándar: 1 435 mm

Conferencia de Berna (1907). 61,5% líneas del mundo

- * Ibérico: 1 668 mm

R.O. 31-12-1844. Ingenieros Subercase y Santa Cruz.

Seis pies castellanos → 5' 6" inglesas (1 674 mm) → Renfe: 1 668 mm.

- * Portugal: 1 674 mm

- * Argentina, Chile, India* → 5' 6" (ancho Rennie)

* Existen varios anchos.



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarril Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

ANCHO DE VÍA

Tipos

- * Vía estrecha
 - * 3' 6 '' (1 067 mm)
 - * FEVE: 1 000 mm
 - * FFCC mineros: 600 mm
 - * Tranvías y metros ligeros: 1 000 – 1 435 mm)



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarril Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

ANCHO DE VÍA

Ventajas vía estrecha

- ✱ Curvas menor radio → facilidad de plegarse al terreno.
- ✱ Menor anchura de la plataforma.
- ✱ Economía en obras de fábrica.
- ✱ Economía del material móvil.
- ✱ Economía en la superestructura.
- ✱ Menor resistencia a la tracción en curva → ↑ rampas



ANCHO DE VÍA

Inconvenientes vía estrecha

- ✱ Menor capacidad de transporte.
- ✱ ↓V, por estabilidad de los vehículos.
- ✱ Conexión con otras redes.

Elección del ancho

- ✱ Preponderante el efecto red → Conexión con otras líneas.
- ✱ Si trabajos de infraestructura no son importantes, economía vía estrecha es ridícula (10 %), con posterior perjuicio sobre la explotación.
- ✱ Dificultades orográficas, mercancías (↓V) → vía estrecha.



SOLUCIONES AL PROBLEMA DEL ANCHO DE VÍA

SOLUCIÓN CONVENCIONAL: EL TRANSBORDO

Ventajas

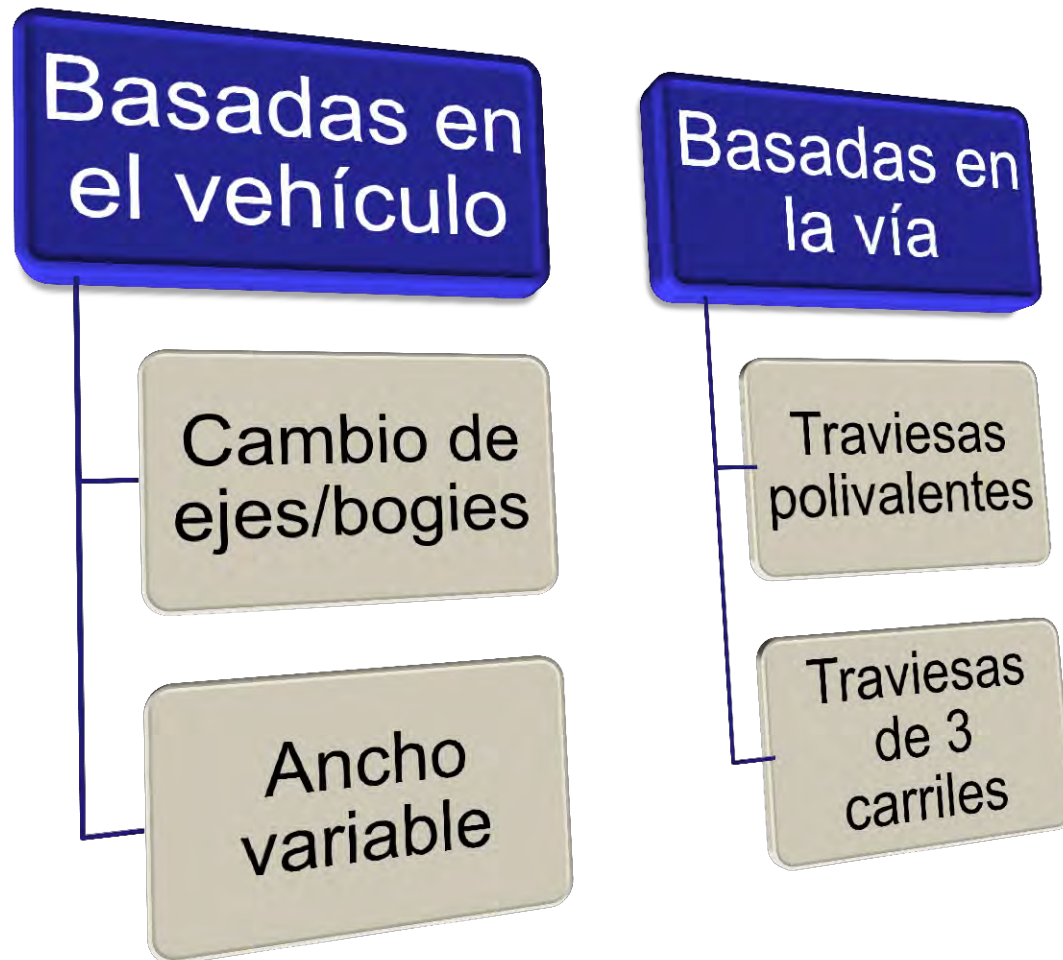
- ✱ Nula inversión.
- ✱ Bajo coste de explotación.
- ✱ No se requiere material interoperable.

Inconvenientes

- ✱ Escaso atractivo para los viajeros, que llega a ser disuasorio.
- ✱ Este procedimiento, que históricamente era el único, sigue representando buena parte de los pasos por las fronteras del ancho (trenes de enlace).



SOLUCIONES AL PROBLEMA DEL ANCHO DE VÍA



SOLUCIONES AL PROBLEMA DEL ANCHO DE VÍA BASADAS EN EL VEHÍCULO



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarril Orden dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

SOLUCIONES BASADAS EN EL CAMBIO DE EJES O BOGIES

Ventajas

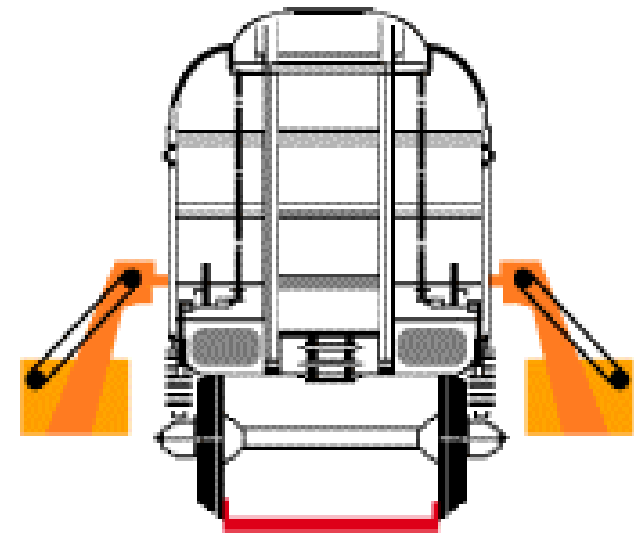
- ✳ El viajero no tiene que cambiar de tren.

Inconvenientes

- ✳ Alto coste operativo. Mucho tiempo empleado.

Este procedimiento se utilizó hasta 1996 en la frontera de Irún - Hendaya (España - Francia) y viceversa.

Se sigue empleando en la frontera entre China y Rusia.

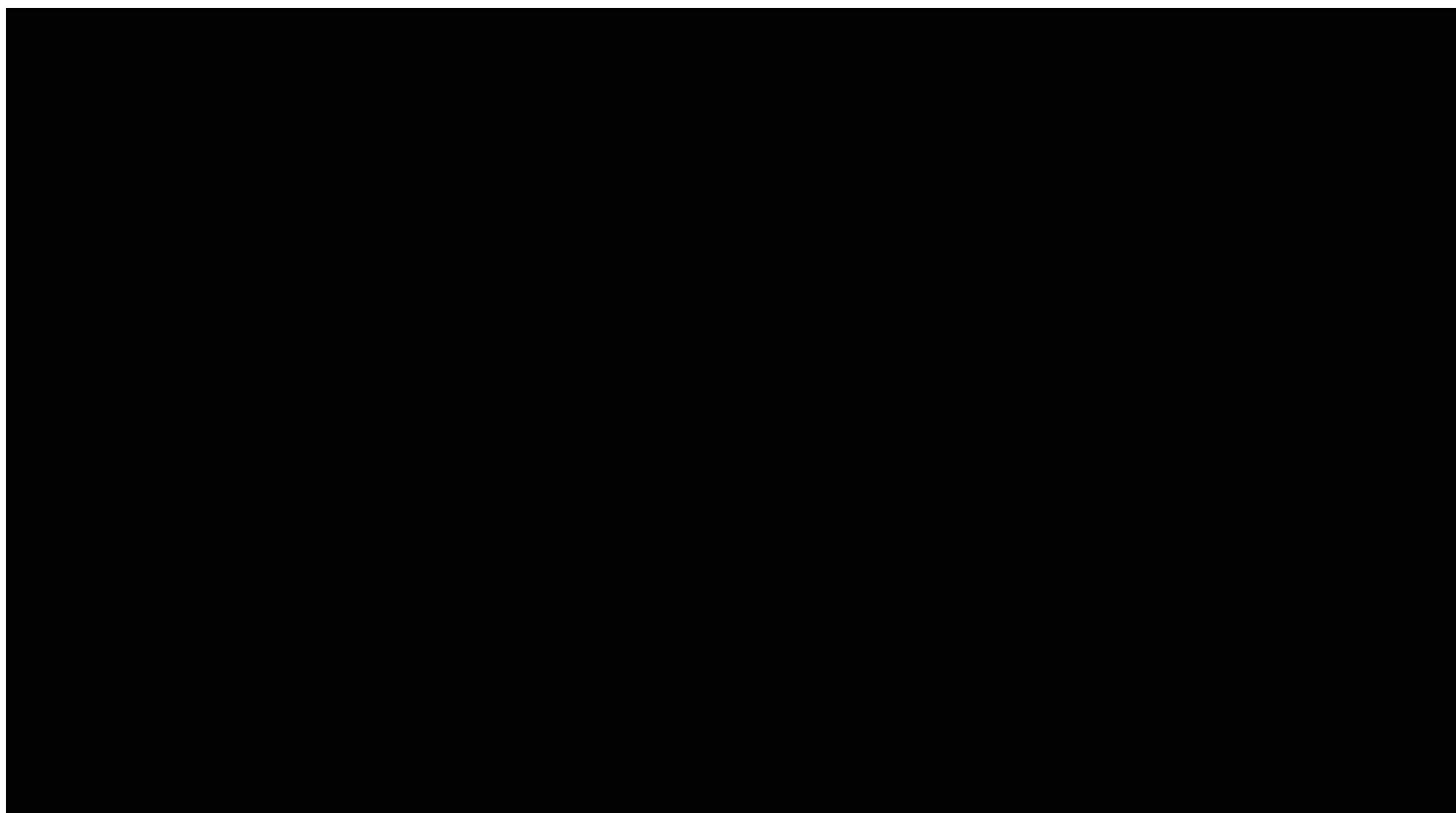


Ancho de vía en la Península Ibérica

Vagones Transfesa



CAMBIO DE EJES O BOGIES



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriles Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EJES DE ANCHO VARIABLE

Ventajas

- ✱ El viajero no cambia de tren.
- ✱ El tiempo de la operación es reducido.

Inconvenientes

- ✱ Necesidad de una instalación fija.
- ✱ Vehículos con rodaje especial.

Este procedimiento se emplea desde 1969 en la frontera de Portbou; y desde 1981 en la de Hendaya.

Desde 1992 se usa en los pasos de la línea de Alta Velocidad al resto de la Red convencional en España.



EJES DE ANCHO VARIABLE



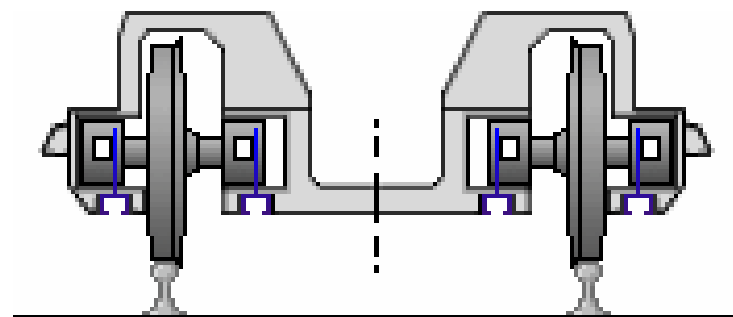
- El 1 junio de 1969 se puso en servicio el sistema Talgo de Rodadura Desplazable (RD), que permite el cambio de ancho de un tren sin detenerse.
- Se aplicó al “Catalán Talgo” de Barcelona a Ginebra (Talgo III RD).

EJES DE ANCHO VARIABLE

Sistema Talgo RD



Fuente: Patentes Talgo, S.A.



Rodales



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriles Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EJES DE ANCHO VARIABLE

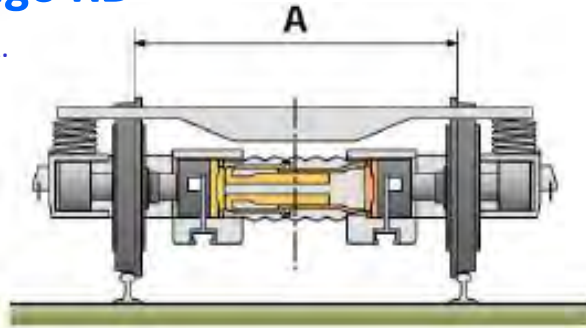


Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarril Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

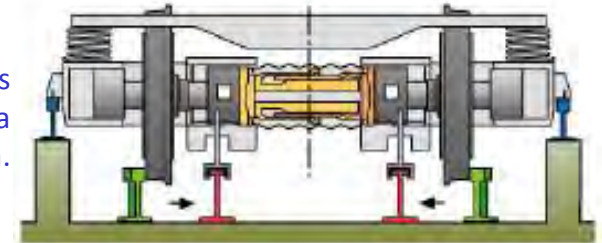
EJES DE ANCHO VARIABLE

Sistema ejes Talgo RD

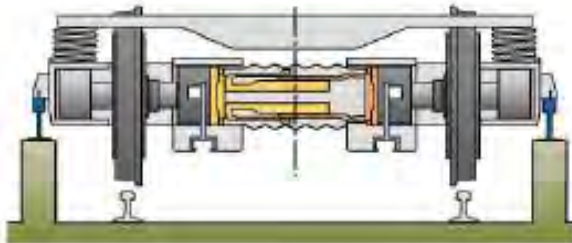
Fuente: Patentes Talgo, S.A.



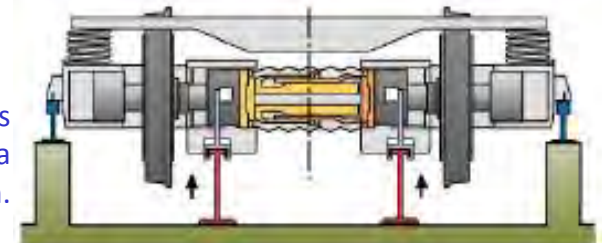
Desplazamiento de las ruedas hasta su nueva posición.



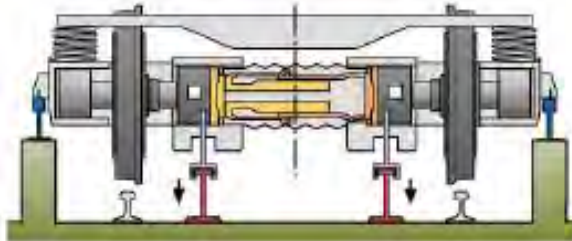
Descarga de las ruedas. La carga es transferida a las guías exteriores de deslizamiento.



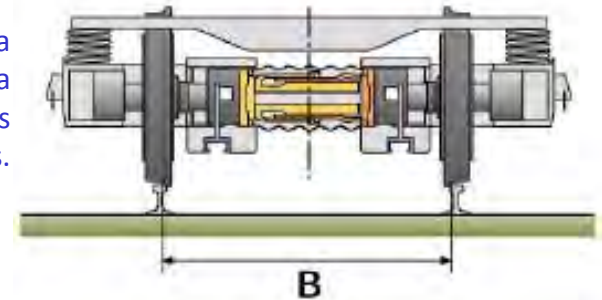
Bloqueo lateral de las ruedas en su nueva posición.



Liberación del bloqueo lateral de las ruedas.



Carga de las ruedas. La carga es transferida desde las guías exteriores a las ruedas.



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriels Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

INTERCAMBIADOR TALGO



GENERACIONES DE CAMBIADORES

1ª generación (1969-92)

- Cambiadores de frontera. Necesidad de viaje nocturno sin trasbordo.

2ª generación (1992-2000)

- Cambiadores de la LAV. Aumento de la frecuencia, reducción de tiempo y coste operativo.

3ª generación (2000-2009)

- Cambiadores duales (Talgo+CAF), aptos para autopropulsados, modulares y transportables.

4ª generación (desde 2010)

- Universales. Abren perspectivas a nuevas tecnologías, trenes de mercancías y nuevos mercados (ancho de vía ruso).



EJES DE ANCHO VARIABLE

Bogie de ancho variable Brava (CAF)



Fuente: CAF



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarril Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EJES DE ANCHO VARIABLE

Material móvil de Alta Velocidad con ancho variable Renfe



Series 120 y 121 CAF

Serie 130 Talgo

Serie 730 Talgo

V_{max}: 250 km/h

V_{max}: 250 km/h

V_{max}:

250 km/h
180 km/h



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarriles Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EJES DE ANCHO VARIABLE

Sistema	Talgo	Brava CAF	SUW2000	Rafil	Japón
País	España	España	Polonia	Alemania	Japón
Año 1ª aplicación comercial	1969	2003	2000	-	2007
Coche viajeros	Si	Si	Si	No	Si
Vagones	Si	No	Si	Si	No
Vehículos motores	Si	Si	No	No	Si
Cambio con carga en rueda	No	No	Si	Si	No
Encerrojamiento	Cerrojo ascendente	Rodadura ascendente	Lateral	Lateral	Rodadura ascendente



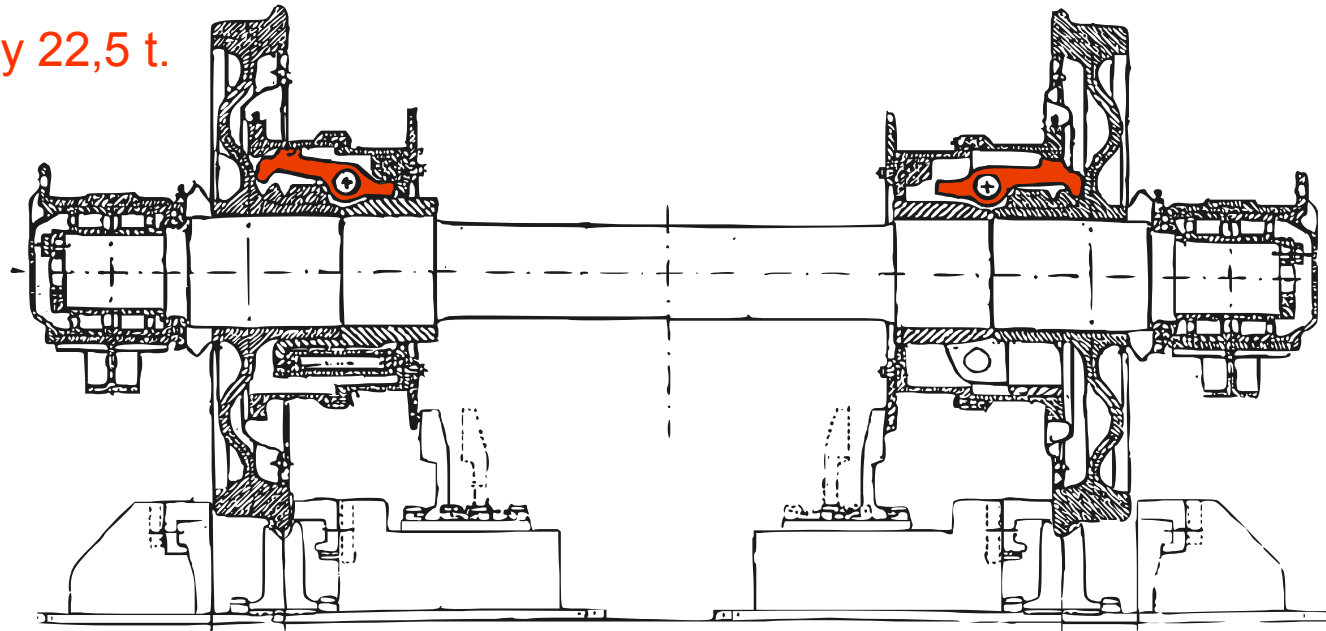
EJES DE ANCHO VARIABLE

□ Eje de ancho variable OGI y Vevey

- ✱ Concurso Internacional de Proyectos de bogies con ejes de ancho variable (1966).
- ✱ 43 proyectos de 38 concursantes.

□ Eje de ancho variable DB AG/RAFIL Typ V (1993)

- ✱ Permite circular sobre anchos de vía 1 435 mm / 1 520 mm / 1 668 mm.
- ✱ Cargas entre 20 y 22,5 t.



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
GalegaFerrocarriles Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

EJES DE ANCHO VARIABLE

EJE DE ANCHO VARIABLE SUW2000



SOLUCIONES AL PROBLEMA DEL ANCHO DE VÍA BASADAS EN LA VÍA



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarril Orden dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

TRAVIESAS POLIVALENTES

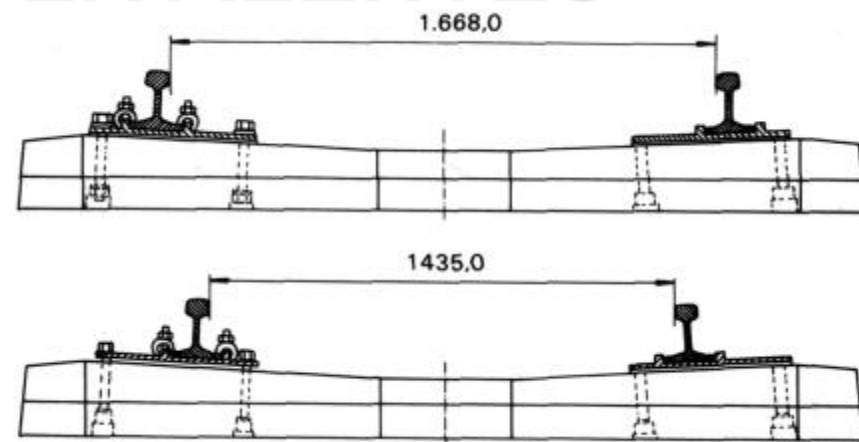


TRAVIESAS POLIVALENTES

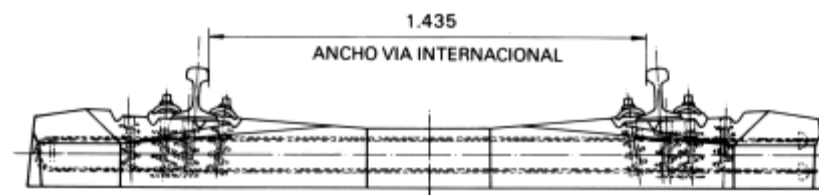
Permiten la fijación de los hilos de carril en posiciones distintas (dos anchos)

Tipos:

- ✱ Traviesa con sujeciones indirectas: se gira la placa de asiento
- ✱ Traviesa con sujeciones directas: dos zonas distintas para alojamiento de sujeciones → debilitamiento de la traviesa

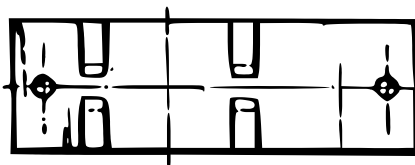
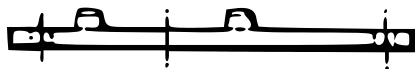
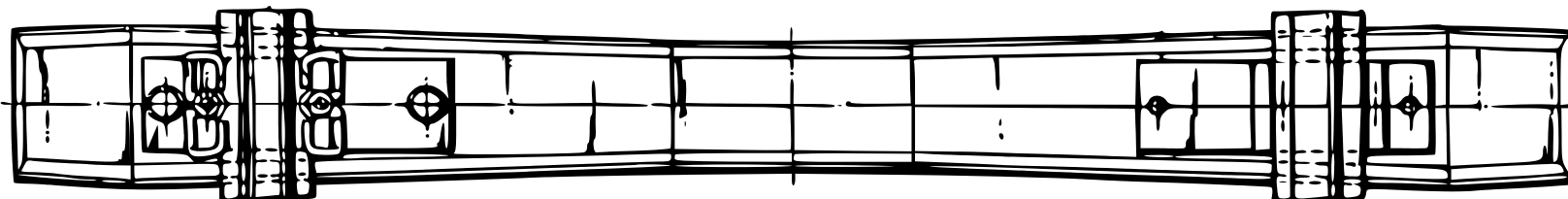
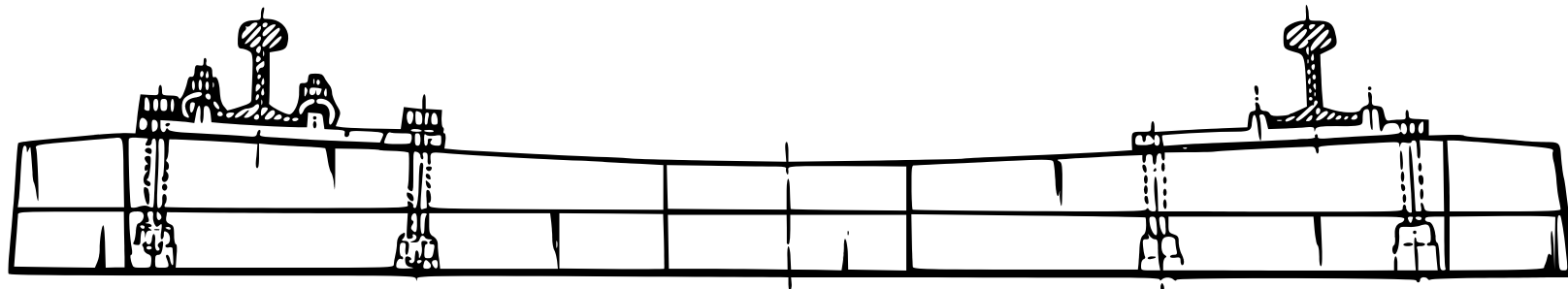


Traviesa JJM



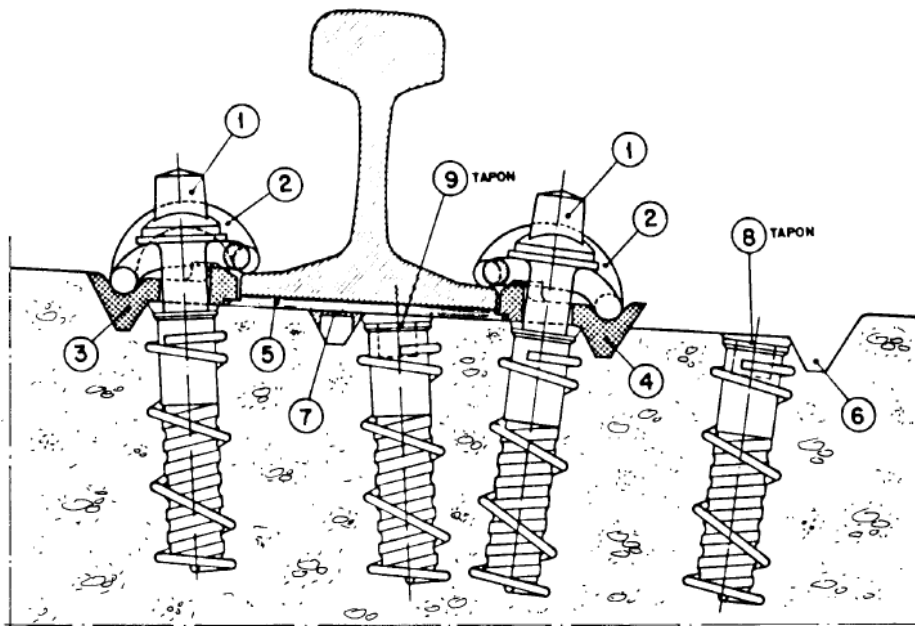
Traviesa PR-90

TRAVIESAS POLIVALENTES

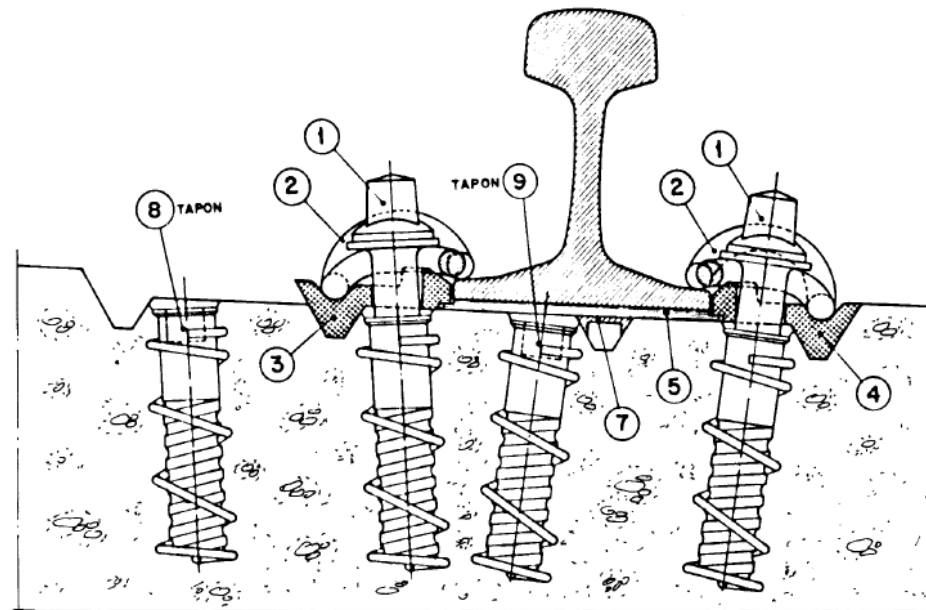


Traviesa JJM

TRAVIESAS POLIVALENTES



Carril montado con ancho Renfe



Carril montado con ancho internacional

Fuente: N.R.V. 3-1-2.1



TRAVIESAS POLIVALENTES

FASES DEL CAMBIO DEL ANCHO

1. Preparación de los trabajos.
2. Cambio del ancho.
3. Neutralización de tensiones.
4. Tratamiento mecanizado de la vía.



TRAVIESAS POLIVALENTES

FASE 1: PREPARACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Inventario de la superestructura.
- Estado de las espigas y sujeciones.
- Previsión de los puntos de corte de los carriles y calas.



Falta de tapón y vaina obturada.

TRAVIESAS POLIVALENTES

FASE 2: CAMBIO DEL ANCHO

- Corte de la Barra Larga Soldada, formando Barra Larga Provisional.
- Aflojado de las sujeciones y colocación de las interiores en posición UIC.
- Posicionamiento del carril sobre la cabeza de la traviesa.
- Recolocación de tapones, suplementos de apoyo y placas de asiento.
- Colocación del carril en posición UIC.
- Sujeciones exteriores y fijación provisional del carril en su posición ancho UIC.



TRAVIESAS POLIVALENTES

FASE 3: NEUTRALIZACIÓN DE TENSIONES.

FASE 4: TRATAMIENTO MECANIZADO DE LA VÍA

- Riego de balasto para un levante aproximado de 30 – 35 mm.
- Bateo mecanizado (doble inserción).
- Estabilización dinámica (con control de asientos).
- Perfilado y barrido de la banqueta de balasto.



TRAVIESAS POLIVALENTES

RENDIMIENTO

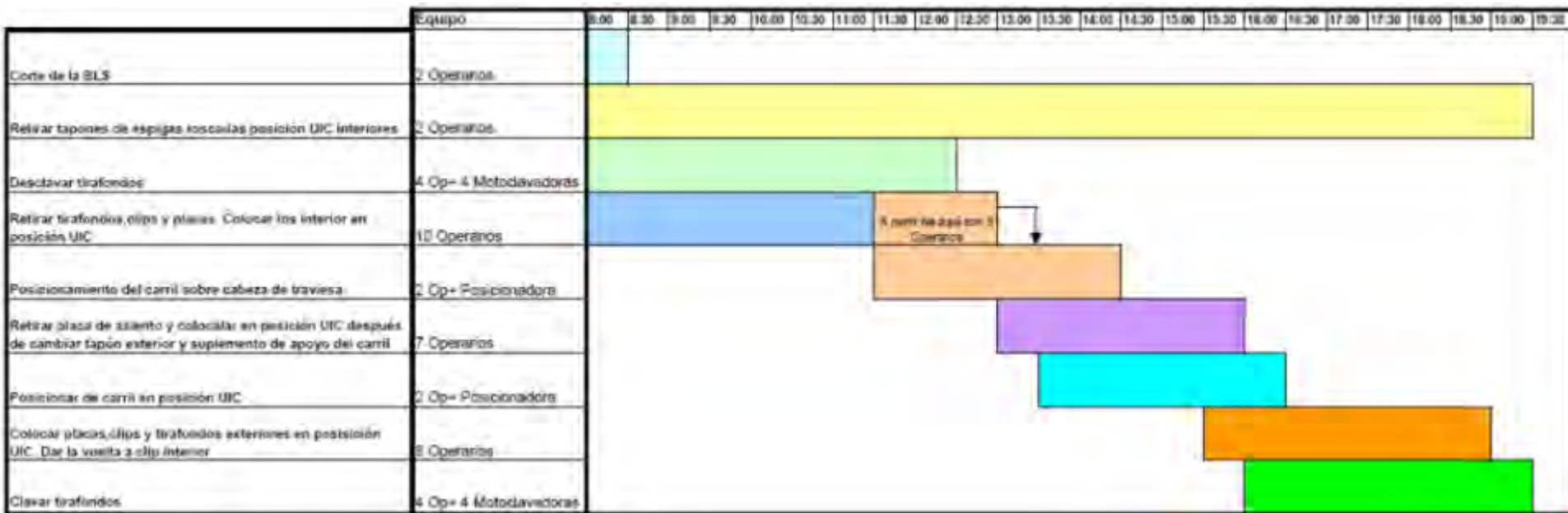
El equipo necesario para ejecutar un rendimiento de **1.080 m de cambio** es el siguiente:

- 1 Capataz.
- 16 Operarios
- 2 Posicionadoras.
- 4 Motoclavadoras
- 2 Motoclavadoras de reserva.
- 2 Tronzadoras
- 2 Clavadoras de impacto.
- Herramientas auxiliares.



TRAVIESAS POLIVALENTES

RENDIMIENTO



TRAVIESAS DE 3 CARRILES



TRAVIESAS DE 3 CARRILES

Se trata de una a que permite circular en los dos anchos simultáneamente (1 435/1 668 mm) a velocidades medias- altas, tanto trenes de viajeros como de mercancías.



Traviesas AM05

TRAVIESAS DE 3 CARRILES

Bangladesh



TRAVIESAS DE 3 CARRILES

India



TRAVIESAS DE 3 CARRILES

Australia Occidental



TRAVIESAS DE 3 CARRILES

Japón



TRAVIESAS DE 3 CARRILES

Suecia



TRAVIESAS DE TRES CARRILES

Líneas con traviesas de tres carriles



VIA DE TRES CARRILES

- Traviesa con mayor peso (400 kg).
- Instalada en tramos de velocidad inferior a 200 km/h.
- El rendimiento en el montaje de vía es inferior al habitual.
- Exigen un mayor mantenimiento.
- No hay normativa específica de ADIF actualmente.



VIA DE TRES CARRILES

- La asimetría de las cargas implica un mayor deterioro de la superestructura en general y exige la realización de pruebas de carga en estructuras.
 - En algunos casos, el diseño de las estructuras debe adaptarse (refuerzo de puentes metálicos).
- 



VIA DE TRES CARRILES

- La asimetría de la traviesa provoca la excentricidad del eje de la vía, con posibles consecuencias en los galibos cinemáticos y de obstáculos.
- Los desequilibrios de carga acrecientan los problemas de nivelación y alineación, especialmente en lo relativo a estabilidad de los peraltes.
- No existe maquinaria específica para su bateo, perfilado y estabilización de dicho tipo de vía, teniendo que ser utilizadas bateadoras de desvíos.



VIA DE TRES CARRILES

- Los costes generados en los materiales, montaje y mantenimiento son superiores, en torno a un 40%, dependiendo del coste al que nos refiramos.
- en estudio el aumento de velocidad a 350 km/h.



VÍA DE TRES CARRILES

SUJECCIONES



Sujeción Pandrol en el diseño inicial.



Sujeción Tipo Vossloh
mejorada (V.M.) sobre
traviesa de hormigón con clip SKL-1.



VÍA DE TRES CARRILES

APARATOS DE VÍA



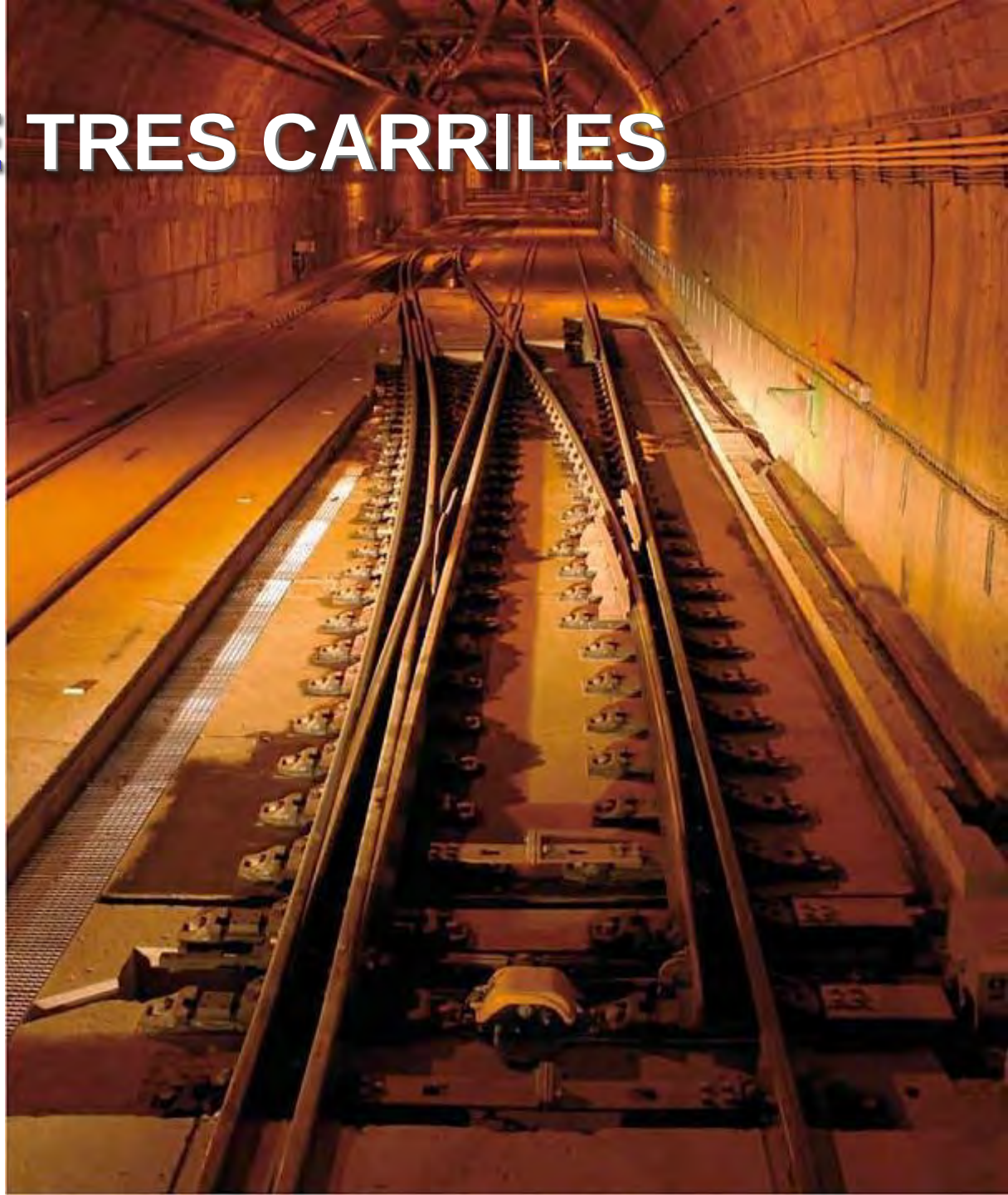
VÍA DE TRES CARRILES

APARATOS DE VÍA



VÍA DE TRES CARRILES

APARATOS DE VÍA



VÍA DE TRES CARRILES

APARATOS DE VÍA

Cambiadores de hilo

- 8 motores
- Limitación velocidad



VÍA DE TRES CARRILES

VÍA EN PLACA

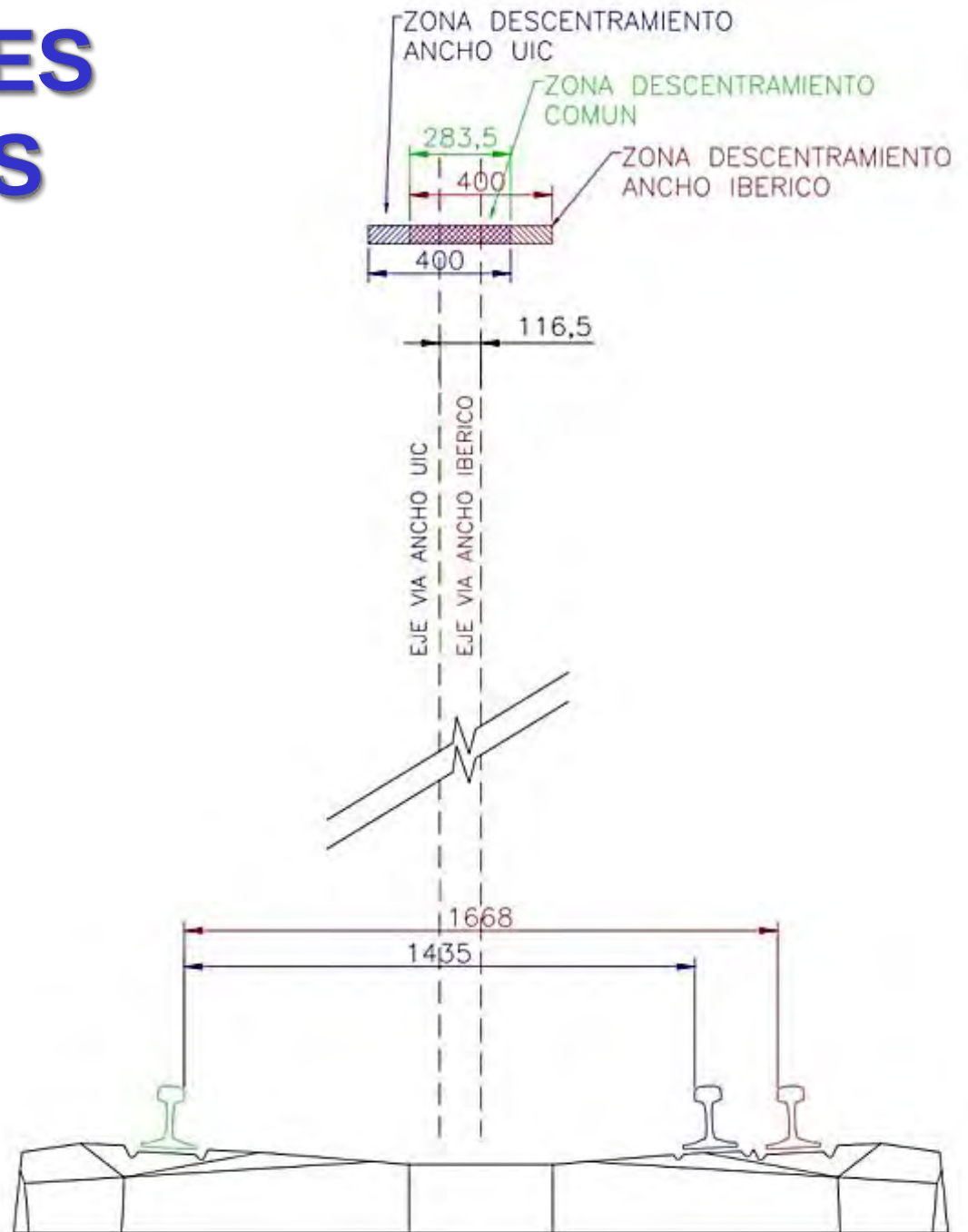
- Mayor coste de construcción que el de la vía convencional.
- Menor coste de mantenimiento que la vía sobre balasto.
- Reduce la necesidad de gálibo vertical.



Migração para a bitola europeia - o
programas, a realidade espanhola
Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 –

VÍA DE TRES CARRILES

ELECTRIFICACIÓN



VÍA DE TRES CARRILES

INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Contadores de ejes:

Cabezas lectoras que detectan el ancho de vía por el que circula un tren.

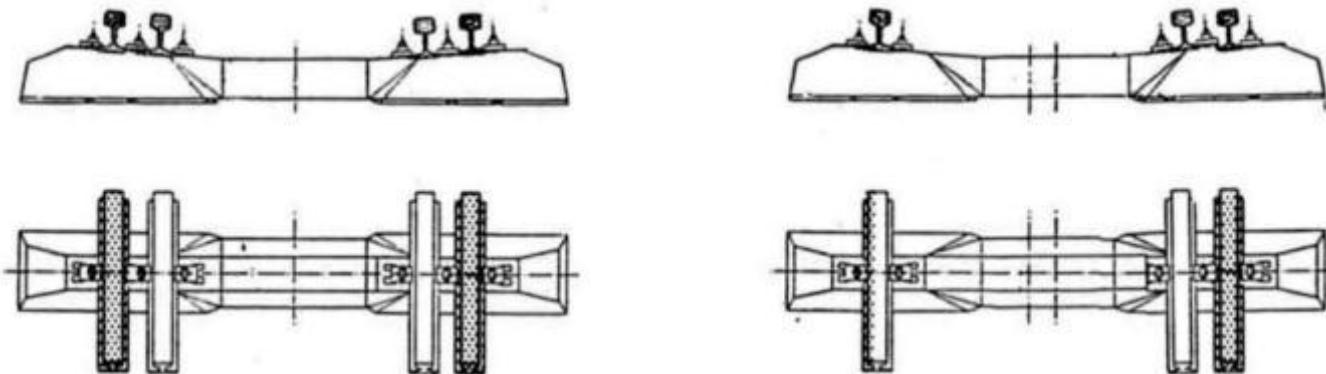


VÍA DE TRES CARRILES

TRAVIASAS TRICAS PARA ANCHO MIXTO

La superposición de 2 anchos de vía simultáneamente se puede plantear inicialmente de la siguiente forma:

- Conservar el mismo eje de vía (4 carriles) o bien,
- Descentrar el eje de vía según el ancho por el que se circule (3 carriles).

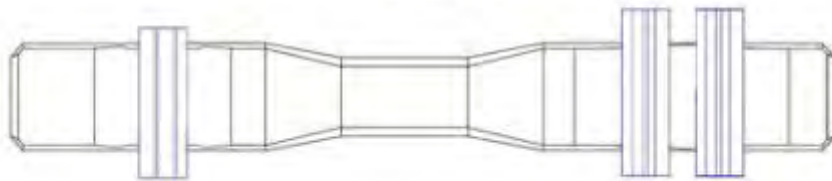


- Debido a consideraciones puramente geométricas, no es posible mantener el ancho estándar y el ibérico conservando el mismo eje de la vía.

VÍA DE TRES CARRILES

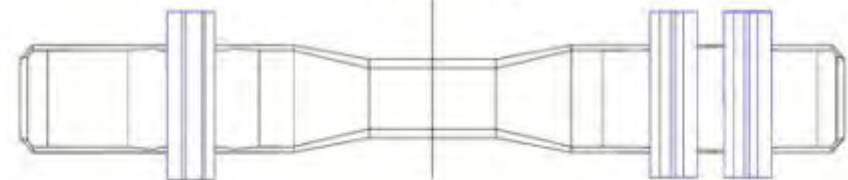
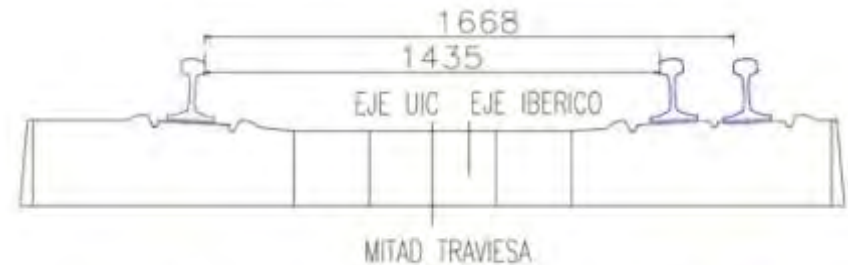
TRAVIESAS TRICAS PARA ANCHO MIXTO

Reducción en longitud (de 2 750 mm a 2 600 mm), en peso y controlando la posición del eje de la traviesa.



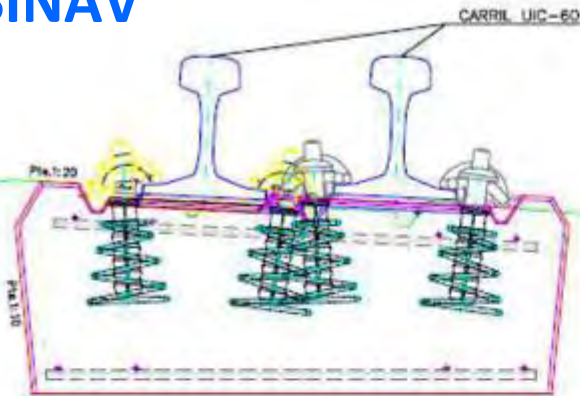
Centrada al semieje

Centrada al ancho estándar



VÍA DE TRES CARRILES

SINAV



ALZADO



PLANTA



Tabla de Características

Técnicas

Hormigón	46 N/mm ² a 28 días, 12 N/mm ² tras desmoldeo
Acero	B500S
Sujecciones	vm, antigiro, Pamdrol, antivuelco

Geométricas

Peso	100 kg/ud
Longitud	676 mm
Cara superior	Ancho máx. 428 mm Ancho mín. 365 mm
Cara inferior	Ancho máx. 343 mm Ancho mín. 279 mm
Altura	251 mm



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação. Opções e programas. a realidade espanhola e em particular GalegaFerrocarriéis
Ordem dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

ALGUNAS REFLEXIONES



Migração para a bitola europeia - critérios de selecção e implementação.
Opções e programas. a realidade espanhola e em particular
Galega Ferrocarril Order dos Engenheiros – Porto, 2 – Jun - 2012

SOLUCIONES AL PROBLEMA DEL ANCHO DE VÍA

Es importante no olvidar que

1. Ninguna solución es perfecta, ni es la mejor en todos los casos.
2. Cada una tiene un ámbito, unas situaciones, en las que resulta más eficaz.
3. Desde el punto de vista global, la mejor solución suele ser una combinación “inteligente” de estas técnicas que se configuran como “herramientas” para el explotador.



LAS BASES DE UNA ESTRATEGIA

- Cambio de ejes, ejes de ancho variable, vías de tres carriles (y, ¿por qué no?, trasbordo) son herramientas a utilizar para resolver un problema: el de la interoperabilidad de la red ferroviaria.
- En el diseño de la red (final y en cada una de las fases transitorias) debe tenerse en cuenta el modelo de explotación que se desea tener.
- Además es preciso reflexionar sobre qué problemas es mejor resolverlos con el material rodante y cuáles con la infraestructura.
- Y cuando un problema de infraestructura se resuelva con material rodante, es preciso compensar al operador.



LAS LIMITACIONES ACTUALES (POR EL MOMENTO)

MATERIAL RODANTE

- Velocidad máxima de los trenes RD ≤ 250 km/h (por ahora ...)
- Trenes sólo de tracción eléctrica (Superado por tren híbrido 730).

VÍA DE TRES CARRILES

- Simetría y tipología de traviesas ($\rightarrow \uparrow$ Velocidad).
- Mejoras en la señalización ($\uparrow$ simplicidad $\rightarrow \downarrow$ coste).
- Mejoras en los desvíos (evitar o reducir los cambiadores de lado).



AGRADECIMIENTOS

Parte de la información que aparece en esta presentación está basada en los trabajos de:

- Alberto García Álvarez (Renfe)
- Juan Antonio Villaronte Fernández-Villa (ADIF)
- Ruth de San Dámaso Martín (ADIF)

Sin dichos datos, no habría sido posible realizar esta presentación.



MIGRAÇÃO PARA A BITOLA EUROPEIA

CRITÉRIOS DE SELECÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO. OPÇÕES E PROGRAMAS.

A REALIDADE ESPANHOLA E EM PARTICULAR GALEGA

Miguel Rodríguez Bugarín

Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
UNIVERSIDADE DA CORUÑA