

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA: SISTEMAS DE TRANSPORTE GUIADO

TRANSPORTE GUIADO:

En esta catalogación entran los ferrocarriles, el subte, tranvías, cablecarriles, monorrieles, maglev, etc.

En el mundo, el 98% de la extensión de los sistemas de transporte guiado corresponden a los ferrocarriles.

EL FERROCARRIL



EL FERROCARRIL



1. POR QUÉ LOS INGENIEROS CIVILES DEBEN ESTUDIAR, DENTRO DE TRANSPORTE, CONCEPTOS DE FERROCARRILES:

Por las incumbencias del título:

Realizar el estudio, proyecto, dirección, construcción y explotación de ferrocarriles.

FERROCARRIL / TRANSPORTE FERROVIARIO:

El Ferrocarril una forma o modo de transporte terrestre, en la que **vehículos especializados** circulan “**guiados**” sobre una **estructura especializada**, constituida esencialmente por dos barras de acero paralelas, llamados rieles, los cuales cumplen las funciones de sustentar y guiar al vehículo. Es un modo de transporte “**unidireccional**”.

⇒ **GUIADO**

El apoyo lo constituyen los rieles que, a su vez, son los mismos que aseguran el guiado.

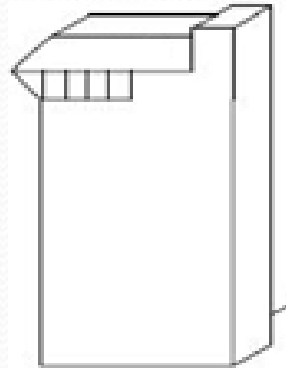
En los transportes por agua, por aire o por carretera, el movimiento posee dos o más grados de libertad.

En el caso del FERROCARRIL, los rieles guían al material rodante, el cual se inscribe en la geometría establecida previamente.



¿QUE CONFORMA EL SISTEMA FERROVIARIO?

Infraestructura y superestructura de vía



Sistema de Electrificación



Control de la Circulación



Sistemas de Señalización y Comunicaciones



Material rodante

⇒ GUIADO

Un conductor de trenes, ¿decide la vía por la que desviarse? ¿o existen mecanismos en la infraestructura que establecen la vía que adoptar?

CONCEPTO DE “Aparatos de Vía” y Señalización

Señalización



Señalización



Señalización



Señalización



Señalización





/Lesics

Animation By Jithu Jayachandran

INTEGRAN TAMBIÉN EL SISTEMA FERROVIARIO

- **ESTACIONES** (Pasajeros, carga, mixtas, multimodales)
- **DEPOSITOS/TALLERES**
- **PLAYAS**
- **OTRAS**

ESTACIONES



PLAYA DE VÍAS



ELECTRIFICACION



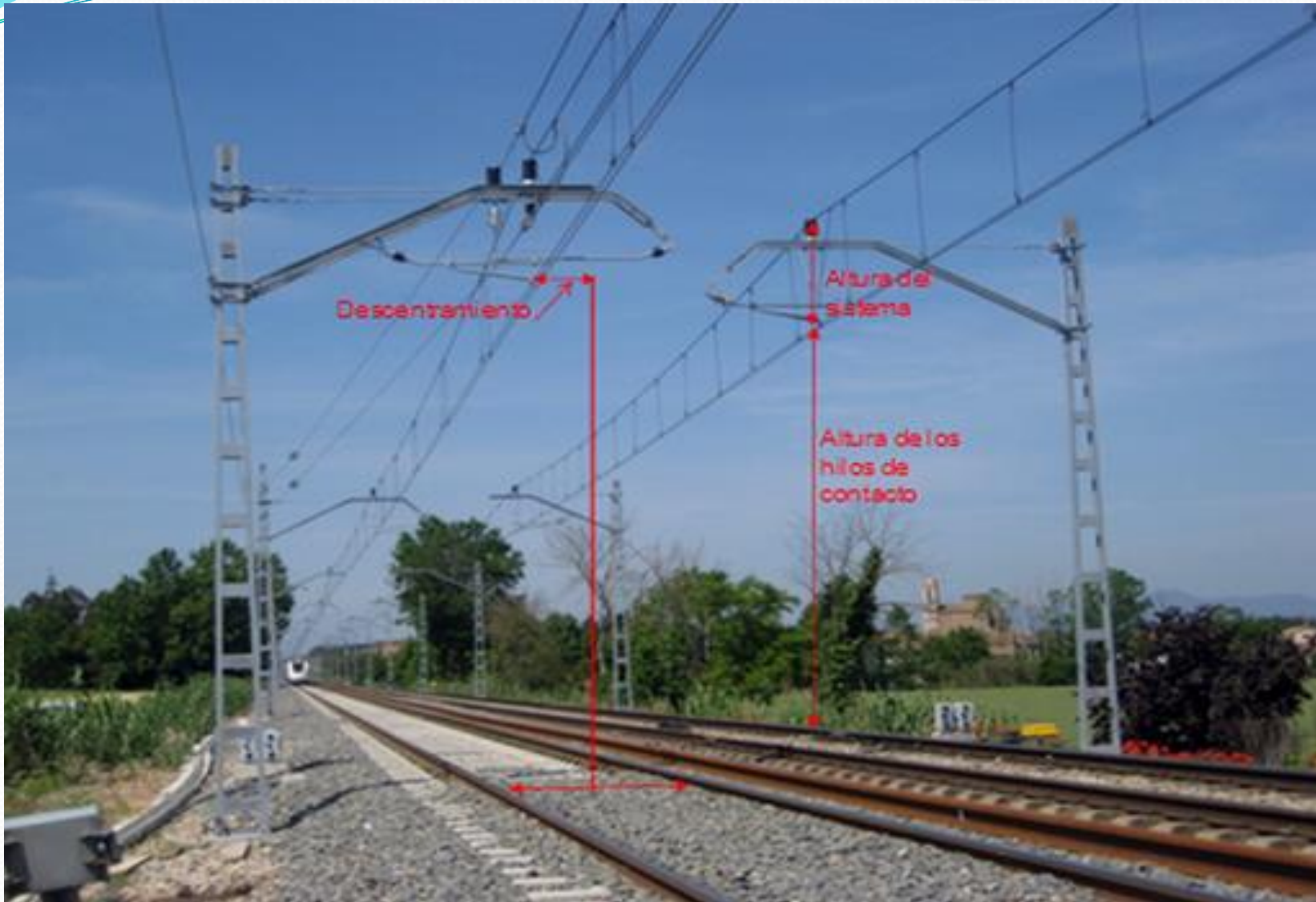
Tercer riel

ELECTRIFICACION



Patín colector para tercer riel

ELECTRIFICACION



Catenaria

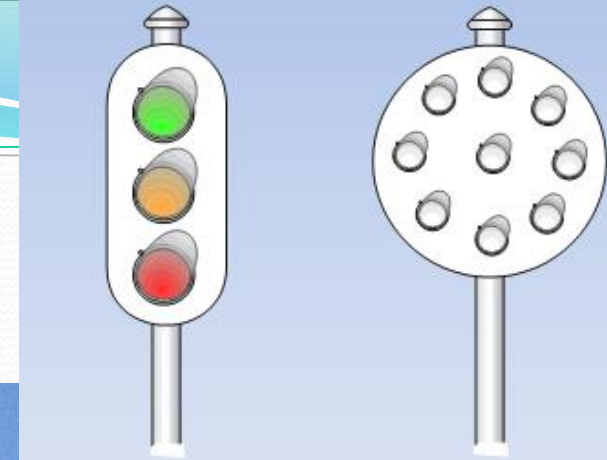
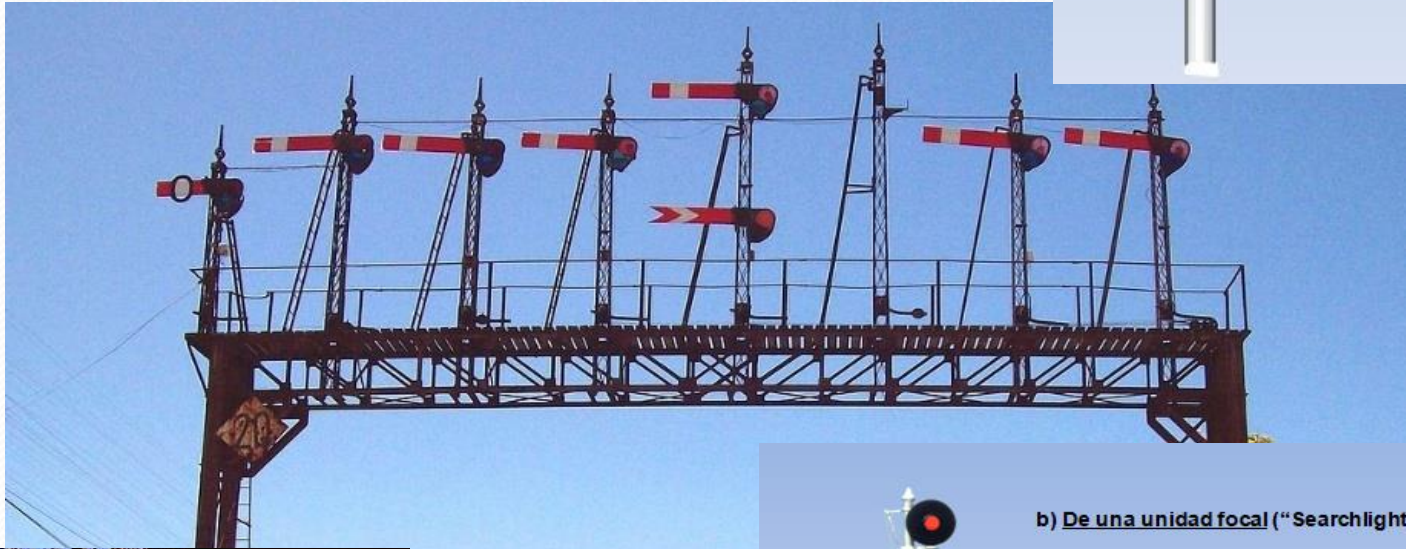
ELECTRIFICACION



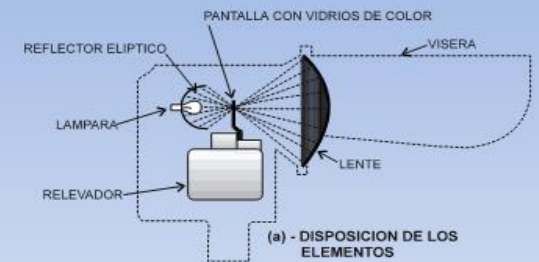
Pantógrafo colector para catenaria

SISTEMA DE SEÑALAMIENTO

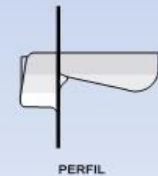
Semáforos / señales



b) De una unidad focal ("Searchlight")



FRENTE



PERFIL

(b) - FORMA DE LA SEÑAL

VIDRIOS DE COLOR



(c) - PANTALLA

Material Rodante

El material rodante puede ser:

- **Tractivo**

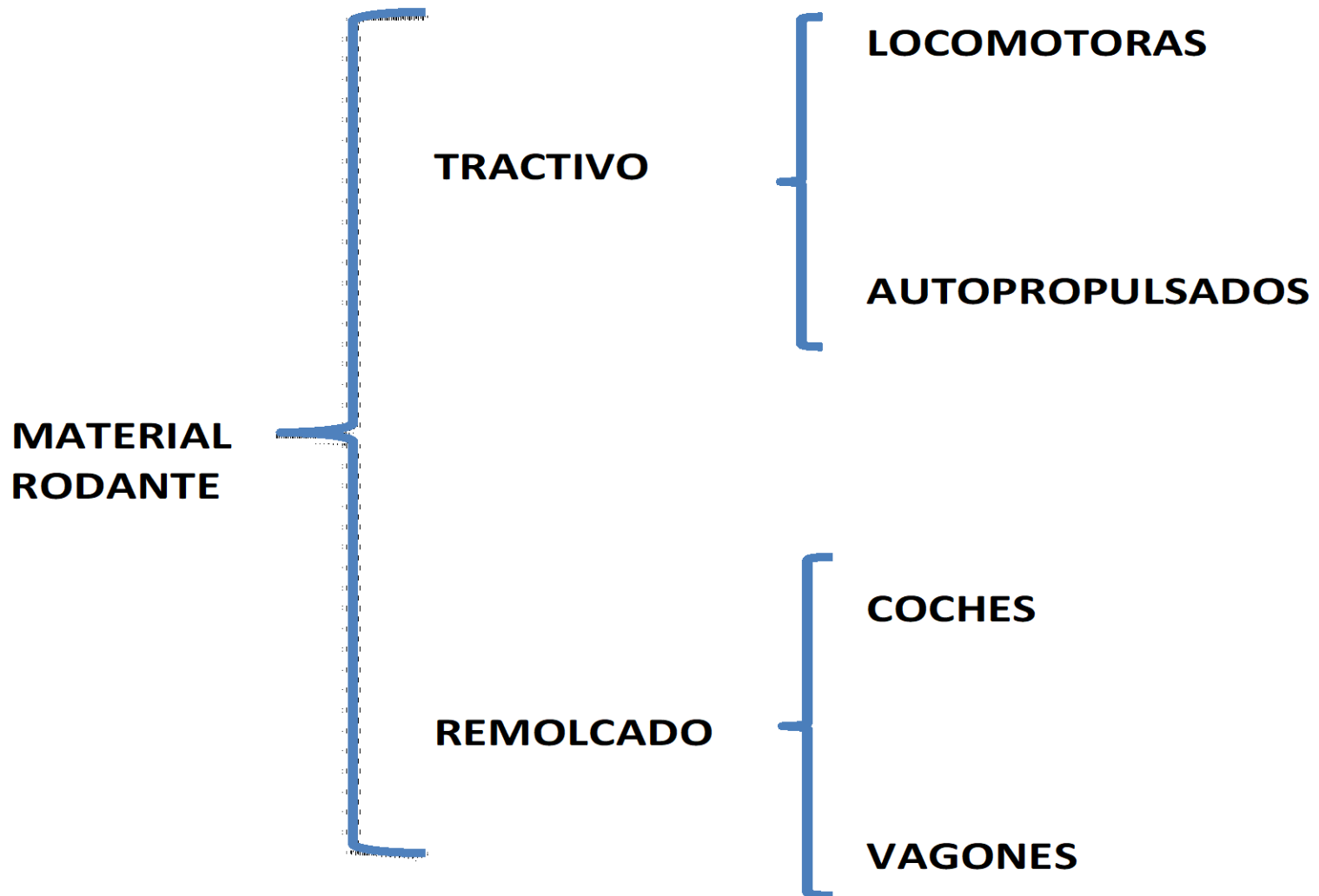
- Locomotoras
- Coches autopropulsados / Cochemotor / DMU / EMU

- **Remolcado**

- Coches (pax)
- Vagones (carga)

* DMU=unidad diésel múltiple; EMU=unidad eléctrica múltiple

Material Rodante: Clasificación



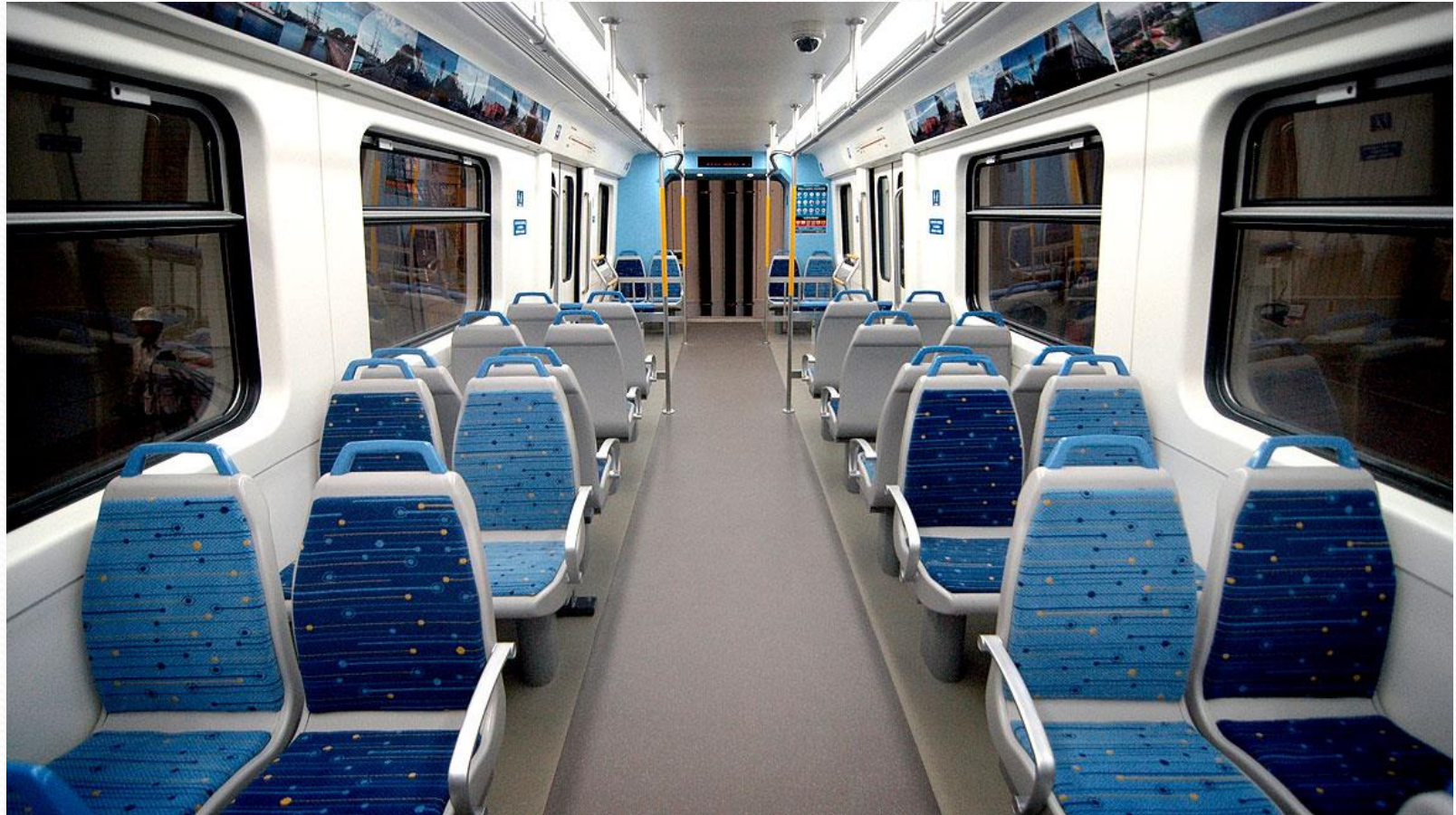
COCHES ELECTRICOS CSR LINEA ROCA (EMU)



Coches eléctricos CSR líneas Mitre y Sarmiento (EMU)



INTERIOR COCHE CSR LINEA ROCA



EMU - CSR - Características

EMU - Coches eléctricos CSR (2014-2015)

- Peso 46 ton
- Potencia máxima: 258 HP/motor
- 4 motores por coche motor
- Aceleración máxima: 0,81 m/s²
- Disposición (Mitre): tc1-m1-m2-m3-m4-tc2
- Longitud: 25,7m
- Altura: 4m

EMU – CSR Línea Mitre y CAF TDC



Locomotora ALCO RSD 16



Pesos y dimensiones

Locomotora ALCO RSD 16

- Peso 108 ton
- Sección transversal: 11 m²
- Potencia máxima: 1950 HP
- Fuerza en el gancho máxima: 23760 kg
- Longitud: 14,9m
- Altura: 4,45m

Vagón Tolva



Pesos y dimensiones

Vagón Tolva:

- Peso tara: 24,1 ton
- Peso bruto: 80 ton (para vía de 20 ton/eje)
- Longitud: 13,16m
- Altura: 4 m

COCHES REMOLCADOS

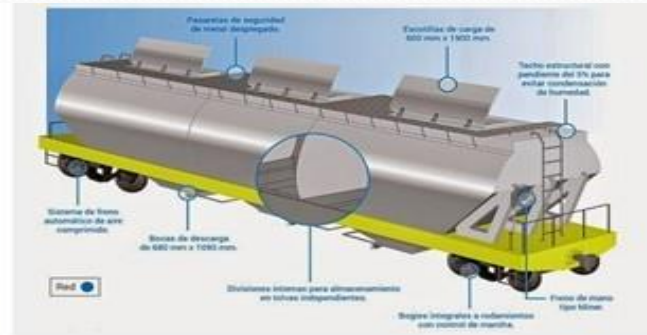


Locomotora + coches reolcados



VAGÓN

Es la unidad indivisible de transporte de cargas



Vagones



Vagones



Vagones

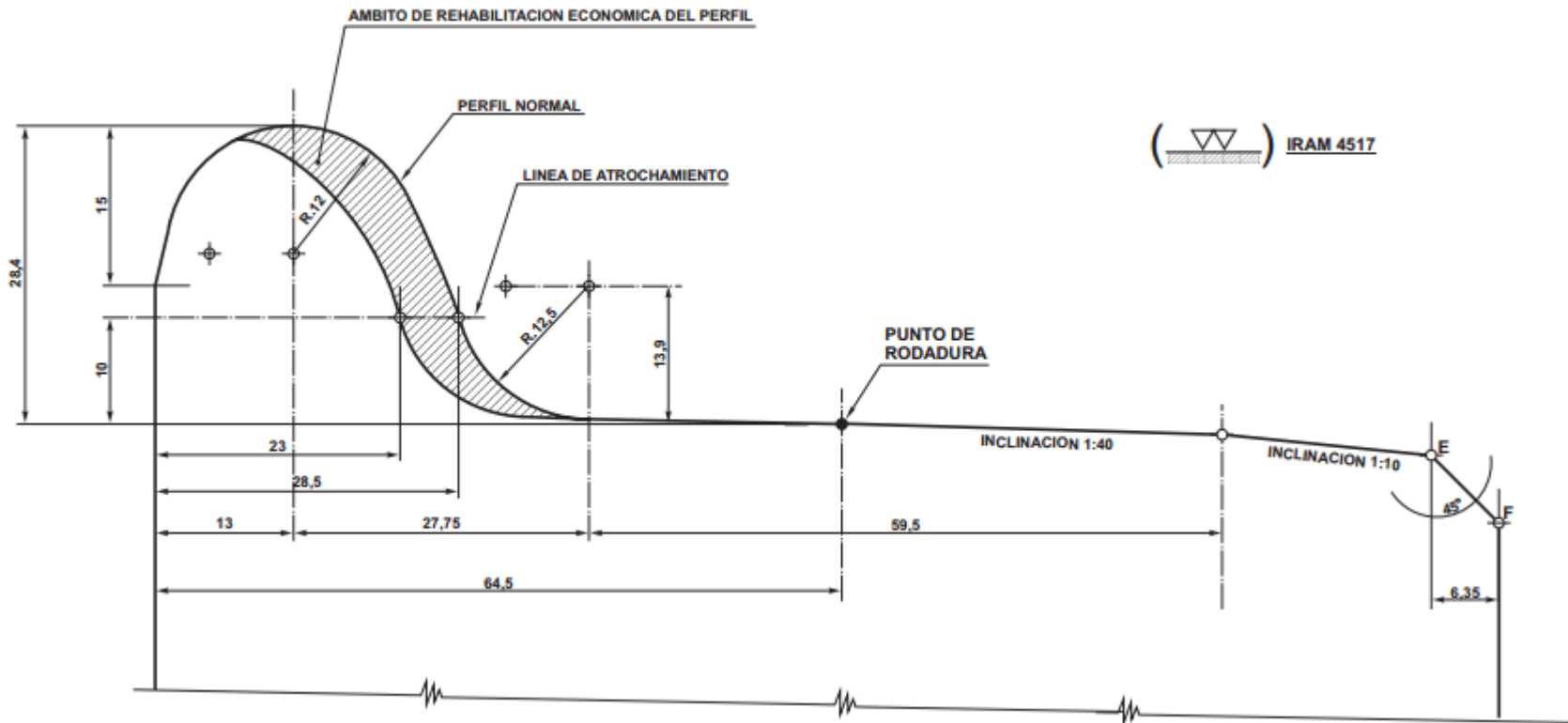
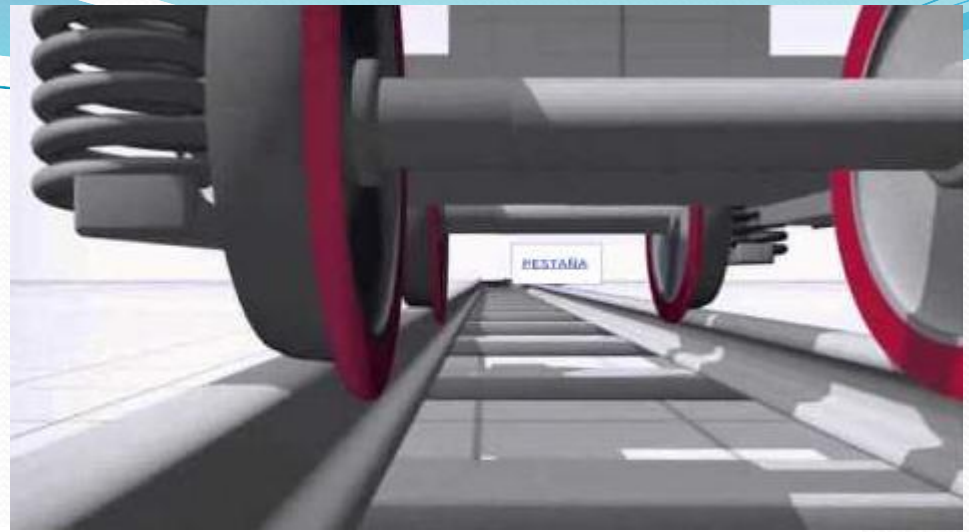


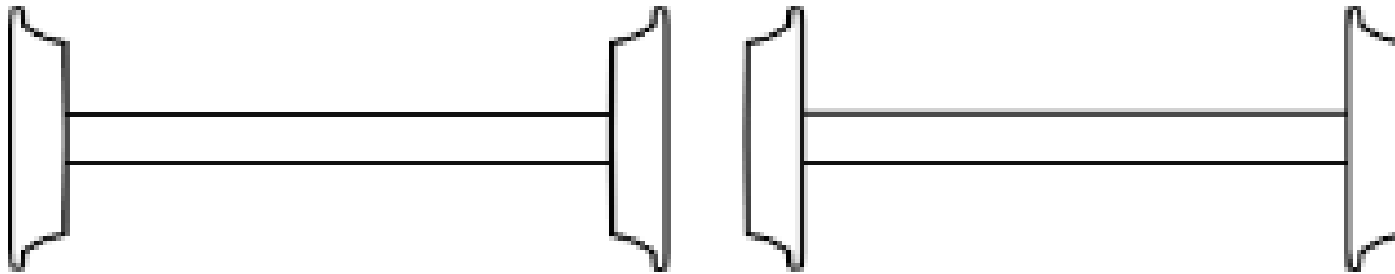
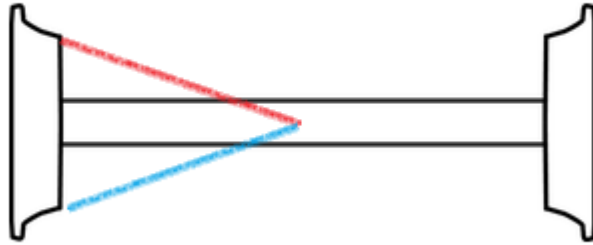
Vagones



Vagones







<https://www.youtube.com/watch?v=7JMUgIY8cz4>

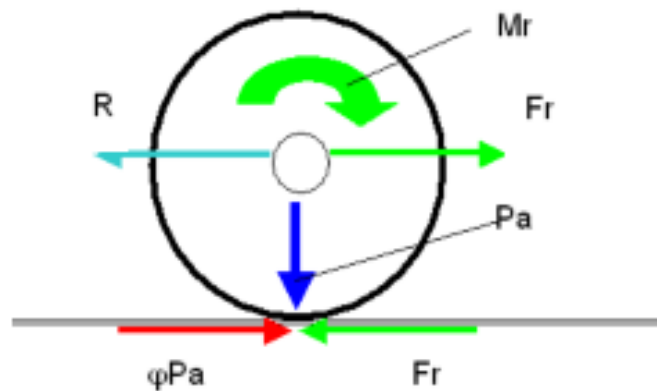


[/Lesics](#)

⇒ ADHERENCIA

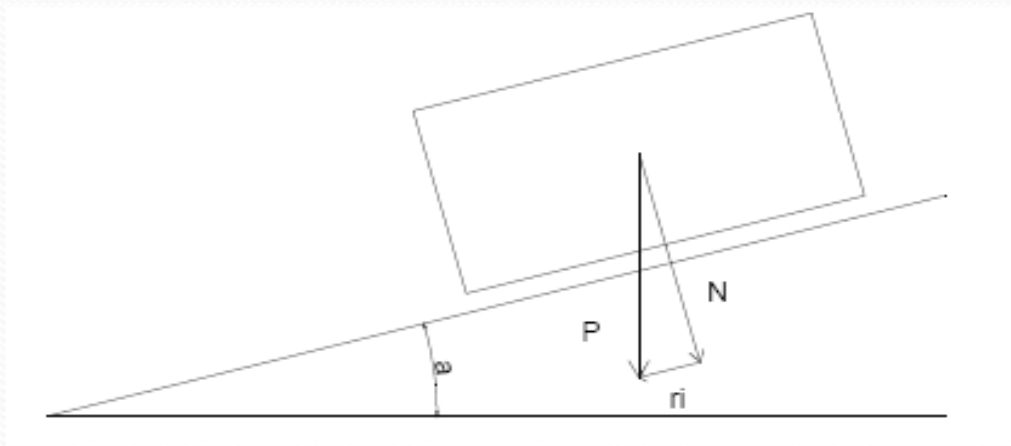
Es un concepto que no se manifiesta en los sistemas por agua o por aire, pero sí en el transporte con rodadura.

Existe rodadura si el esfuerzo tangencial que se aplica es menor que el producto Coeficiente de Adherencia por el Peso.



$$R < F_r \leq \varphi P_a$$

Resistencias altimétricas



$$r_i(\text{kg/ton}) = i\text{‰}$$

En el modo ferroviario se expresan en ‰, son de muy bajo valor.

Por ejemplo, una estación no debe tener un gradiente superior a 1,3 ‰

VALORES COEFICIENTE DE ADHERENCIA

neumático

<i>Valores promedio del coeficiente de fricción longitudinal</i>		
<i>Superficie de rodamiento</i>	<i>Valor máximo de μ</i>	<i>Valor de deslizamiento de μ</i>
<i>Asfalto seco</i>	0.8-0.9	0.75
<i>Hormigón seco</i>	0.8-0.9	0.76
<i>Asfalto húmedo</i>	0.5-0.7	0.45-0.6
<i>Hormigón húmedo</i>	0.8	0.7
<i>Grava</i>	0.6	0.55
<i>Nieve</i>	0.2	0.15
<i>Hielo</i>	0.1	0.07

condiciones malas de adherencia	0,10	entre	0,17
condiciones regulares de adherencia	0,17		0,20
condiciones buenas de adherencia	0,20		0,25
condiciones muy buenas ade adherencia	0,25		0,33
condiciones ideales de adherencia	mayor a	0,33	

riel



VENTAJAS DEL SISTEMA FERROVIARIO

- ▶ **ECONOMIA ENERGÉTICA** (baja resistencia a la rodadura debida a la interfase acero sobre acero y empleo de fuentes de energía renovables).
- ▶ **VELOCIDAD**
- ▶ **SEGURIDAD**
- ▶ **REGULARIDAD**
- ▶ **COMODIDAD**
- ▶ **BAJO IMPACTO MEDIO AMBIENTAL**
- ▶ (menor ocupación de suelo, ruido, emisión CO₂)

MOVILIDAD SOSTENIBLE

SISTEMA FERROVIARIO

Menor consumo de energía por unidad transportada



SISTEMA FERROVIARIO

AMBIENTALES



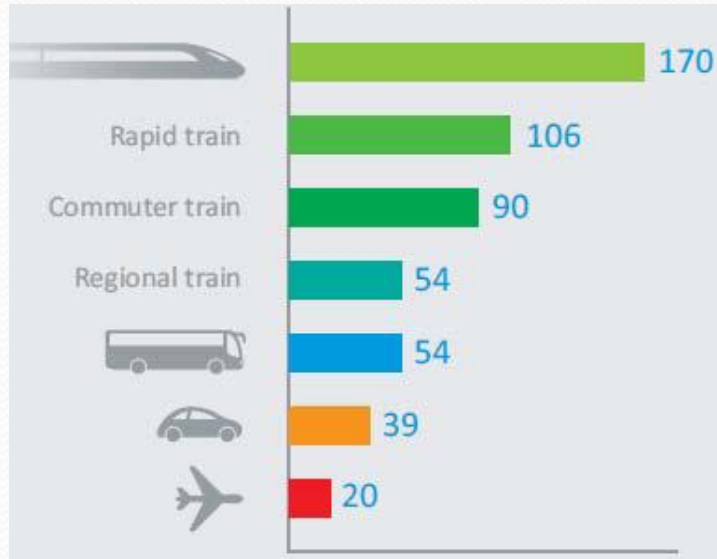
SISTEMA FERROVIARIO

MENOR OCUPACION DEL SUELO



SISTEMA FERROVIARIO

Eficiencia Energética

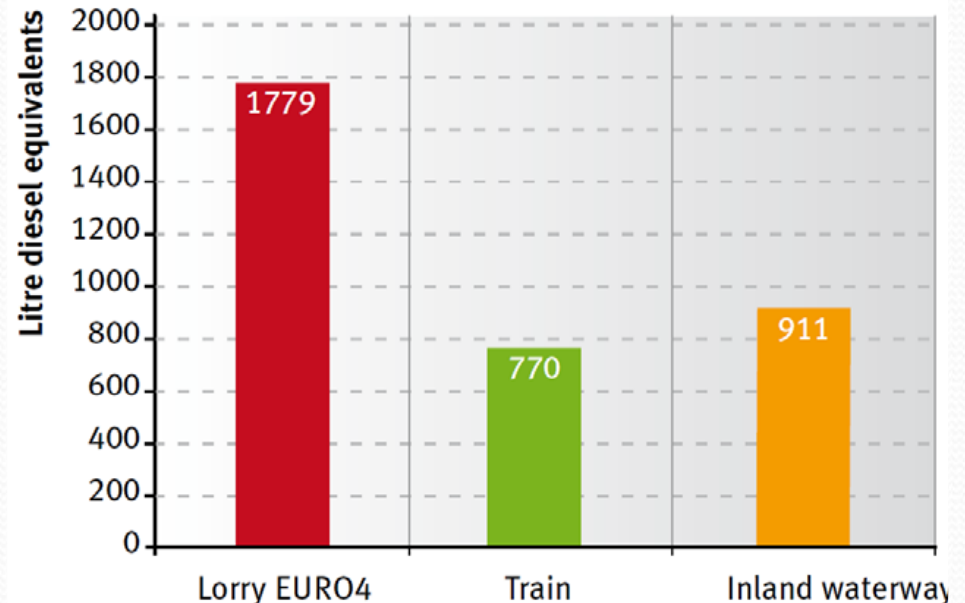


Eficiencia energética en el transporte de viajeros

Viajeros-km transportados por unidad de energía
(1kwh=0,086kep)

Eficiencia energética en el transporte de mercancías

Consumo de energía para transportar 100 toneladas de mercancías entre Basilea y el Puerto de Rotterdam.



Ferrocarril /Camión – Comparación de consumo de energía

Tren 232 (TM) 2640 ton

Tren 238 (TC) 3180 ton

Olavarría – La Noria (320 km)

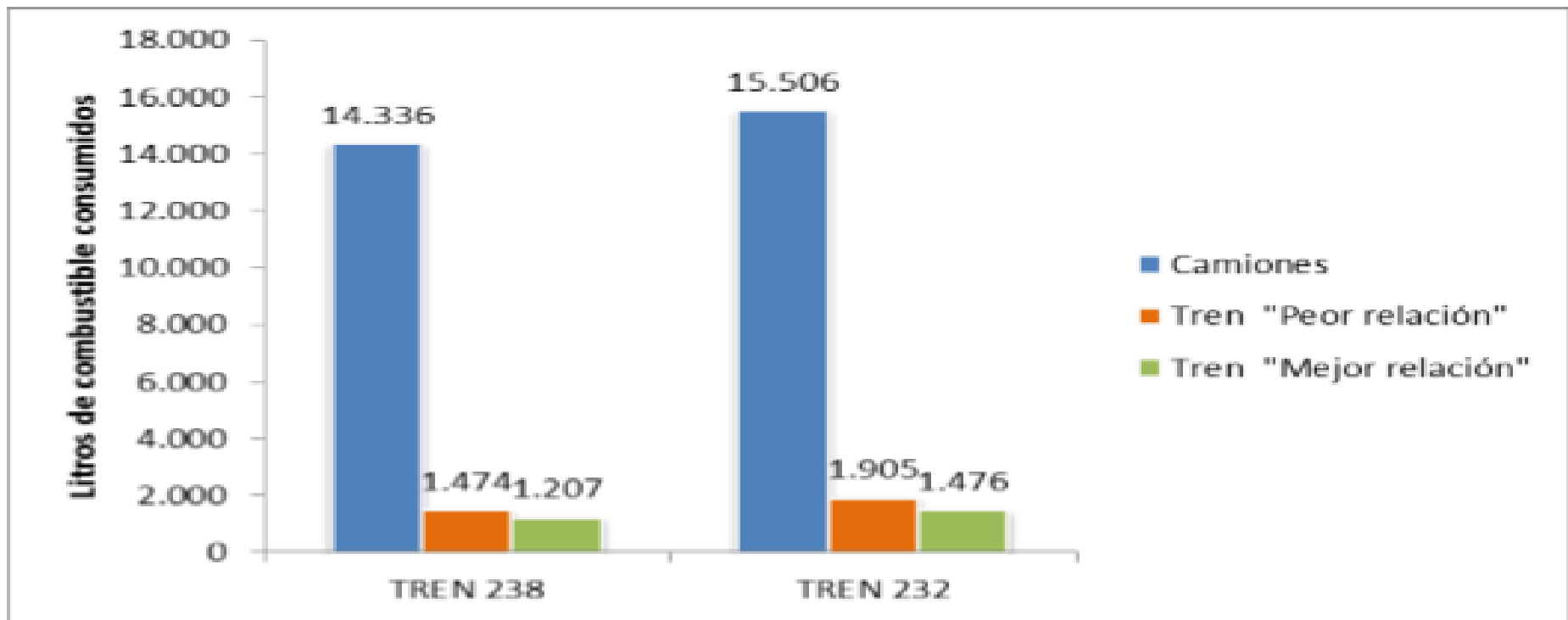
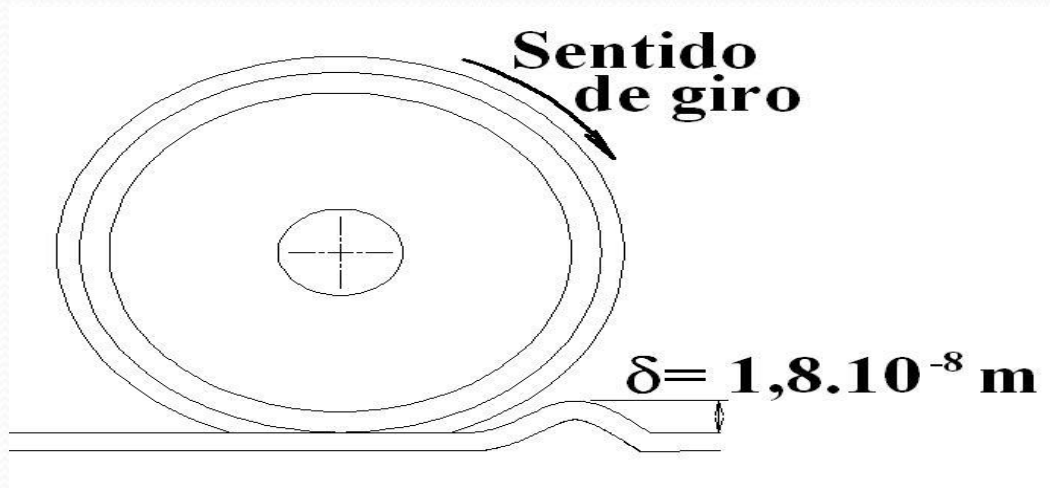


Figura 8b: Comparación Tren – Camión(Lts combustible)

Resistencias en recta y horizontal x2 - deformación llanta/riel



$$\varphi = \sqrt{\frac{2 \cdot \delta}{R}}$$

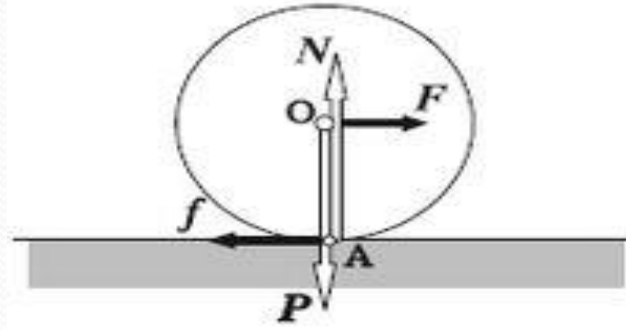
$$X_2 = \varphi \cdot (Q + q)$$

Ejemplo: $r = 0,45 \text{ m}$
 $x_2 = 0,2 \text{ kg/ton}$

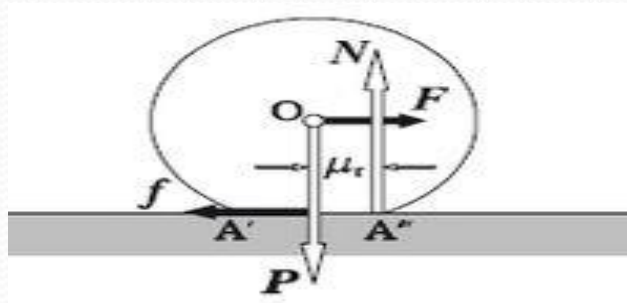
$$\varphi = 0,00002$$

Deformación Rueda/Riel (rodadura)

- Rodadura cilindro indeformable sobre superficie indeformable



- Rodadura cilindro deformable sobre superficie deformable



Deformación Rueda/Riel (rodadura)

- $x_2 = u_r \times N/R$
- $u_r/R = C_r$ (coeficiente de rodadura)
- $x_2 = C_r \times (Q+q)$
- Valores de C_r :
 - f_{fcc} de 0,0002 a 0,001
 - Camión s/ carretera lisa 0,006 a 0,01
 - Auto s/ asfalto 0,03 a 0,035
 - Auto s/ barro-arena 0,055 a 0,065

PERPECTIVAS DE FUTURO

Las **perspectivas de futuro** del ferrocarril son de impulso y desarrollo de este sistema de transporte.

Algunos aspectos que favorecen el crecimiento del ferrocarril en los distintos ámbitos son:

- ✓ **Transporte Urbano:** los sistemas de ferrocarril metropolitano y suburbano son uno de los ejes del transporte urbano sostenible por su eficiencia y capacidad.
- ✓ **Transporte de viajeros interurbano:** basado en la competitividad de los servicios de alta velocidad por lo que respecta al tiempo de viaje, confort, acceso al centro de la ciudad y precio.
- ✓ **Transporte de mercancías:** la sostenibilidad del sistema de transporte es el eje a partir del cual se prevé el impulso del transporte de mercancías por ferrocarril.

Concesiones Ferroviarias

¿Y los servicios interurbanos de pasajeros?

- Se suele plantear una falsa antinomia en la coexistencia de trenes de cargas y de pasajeros interurbanos o de larga distancia.
- Más precisamente, que el tren de pasajeros implica obstaculizar la operación de trenes de cargas.
- Se suele asociar al ferrocarril de larga distancia con el tren nostálgico de otrora.

Concesiones Ferroviarias

¿Y los servicios interurbanos de pasajeros?

- Sin embargo: Ventajas que implica prestar servicio de pasajeros en líneas de carga:
 - 1) Obliga a mantener un standard de vía de velocidad más elevada que propende a optimizar servicio ferroviario de cargas por disminución de los tiempos de viaje / rotaciones.
 - 2) Con un estándar de vía más elevado, se producen Menos descarrilos e incidentes por causa vía.
 - 3) Obliga a ordenar la operación de los trenes de cargas obligando a respetar horarios, lo cual redundando en una operación más eficiente



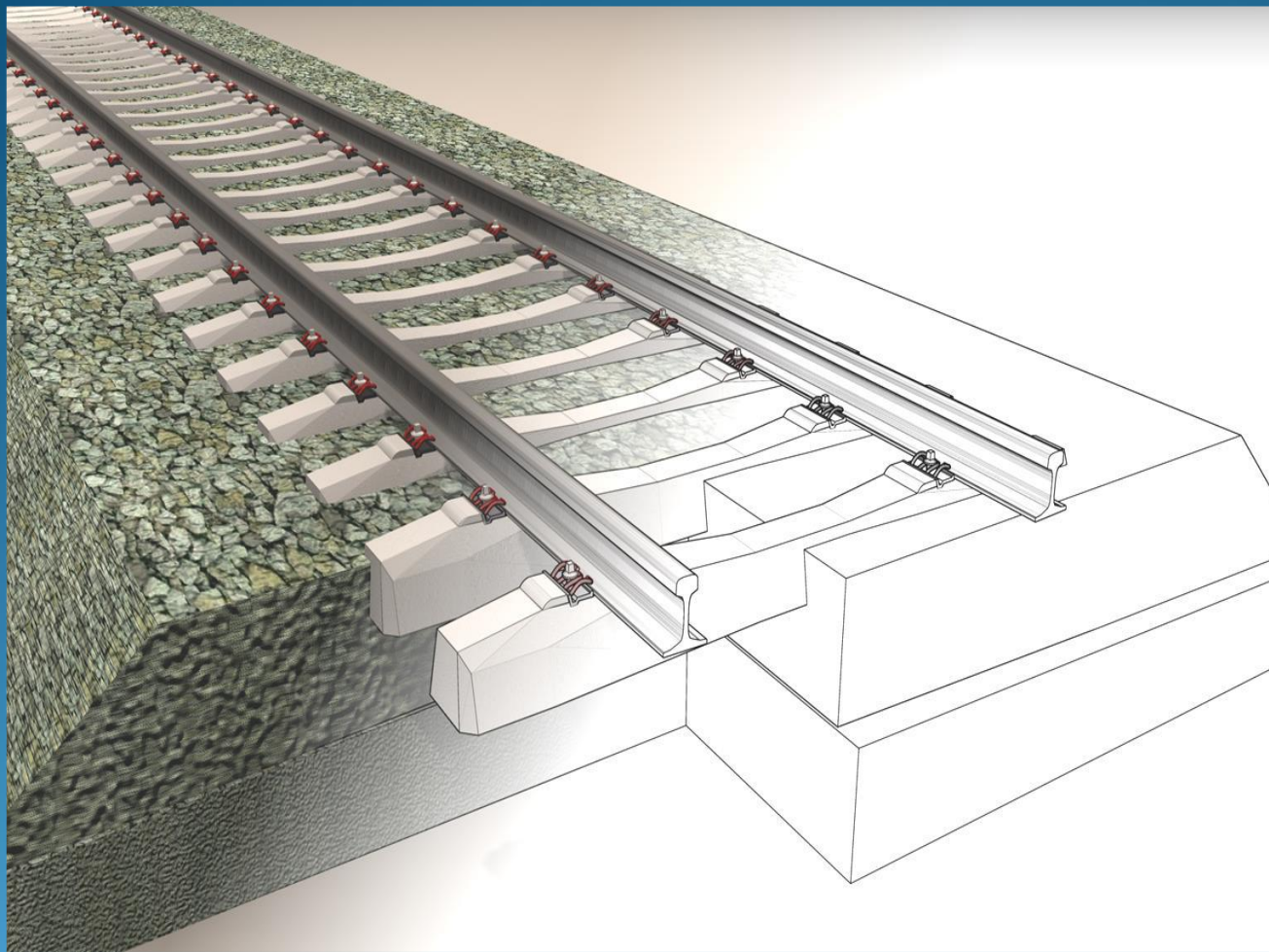
Ahora... Vía.

VÍA FÉRREA

Infraestructura constituida por dos perfiles especializados de acero (rieles), y los elementos que los soportan: durmientes, balasto, etc.

Sobre los rieles apoyan las ruedas de los vehículos, también de acero.

EL CAMINO DE RODADURA - LA VÍA



Infraestructura
Plataforma
Superestructura
Riel + Durmiente +
Balasto + Capas de
Asiento

EL CAMINO DE RODADURA – LA VÍA

INFRAESTRUCTURA

Conjunto de obras de tierra y de arte necesarias para construir la plataforma sobre la que apoya la superestructura.

Obras de tierra: los terraplenes, las trincheras y los túneles.

Obras de arte: los puentes, viaductos, drenajes y pasos a nivel.

SUPERESTRUCTURA

Conjunto integrado por los rieles, los durmientes, las fijaciones, los aparatos de vía y el lecho elástico formado por el balasto, así como las demás capas de asiento, sobre el que estos elementos se apoyan.

EL CAMINO DE RODADURA – LA VÍA

FUNCIONES PRINCIPALES

Riel

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

Durmiente

- Transmisión y reparto de cargas sobre el balasto.
- Mantener inclinación y separación entre rieles.

Balasto

- Transmisión y reparto de cargas sobre plataforma.
- Arriostramiento durmientes.
- Evacuación del agua.



TRAZADO DE LA VIA

El trazado de la vía deberá adaptarse – por razones técnicas y económicas – a la configuración del terreno que sirve de soporte.

De tal modo la vía describirá una serie de rectas y curvas tanto en planta como en perfil.

Para la definición de los trazados –de ser varios posibles– primará el más conveniente desde el punto de vista

- Trabajos Mecánicos
- Costos de Construcción
- Costos de Explotación

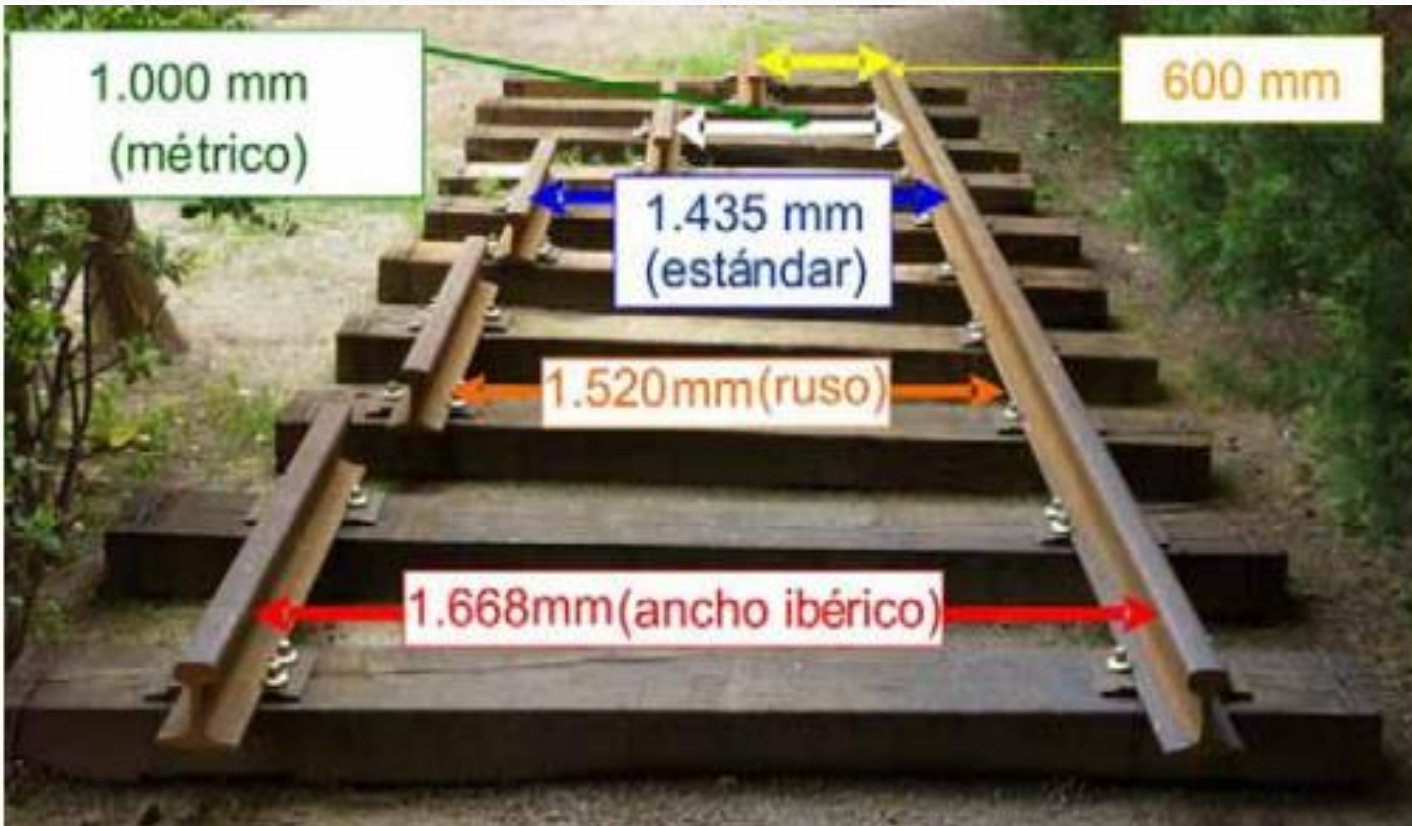
- LONGITUD VIRTUAL DE UN TRAZADO

TROCHA - ANCHO DE VÍA

Distancia medida entre caras internas de los rieles de uno y otro lado de la vía. Se mide en un plano situado 15 mm debajo del plano de rodadura.



Definiciones previas - Trocha:



Fuente: Alberto García Álvarez

LA VÍA - TIPOS DE TROCHA

VENTAJAS TROCHA ANGOSTA

- Admite curvas menor radio → facilidad de plegarse al terreno.
- Necesita menor ancho de la plataforma.
- Mayor economía en obras de arte.
- Mayor economía del material móvil.
- Mayor economía en la superestructura.
- Menor resistencia al avance en curvas →
↑ rampas

LA VÍA - TIPOS DE TROCHA

INCONVENIENTES VÍA ANGOSTA

- Menor capacidad de transporte.
- Menor Velocidad.
- Dificultad/imposibilidad de conexión con otras redes de otras trochas mayoritarias

ELECCIÓN DE LA TROCHA

- Si los trabajos de infraestructura no son importantes, economía vía estrecha es baja (10 %), con posterior perjuicio en la explotación.
- Dificultades orográficas, mercancías ($\downarrow V$) \rightarrow Trocha angosta
- Factor clave en la decisión: **Efecto red \rightarrow Conexión con otras líneas.**

Principales trochas ferroviarias (en uso e históricas)

Trochas	metros	Métricas	Inglesas	Algunos países dónde se encuentran en uso	
Anchas	2,135		7'	Great Western (desaparecida)	} 20%
	1,676		5' 6"	India, Pakistan, Bangla Desh, Chile, Argentina	
	1,668			España, Portugal	
	1,600		5' 3"	Irlanda, Brasil, Australia	
	1,524		5'	Rusia, Finlandia, ex repúblicas Soviéticas	
Media	1,435		4' 8 1/2"	Europa (con excepciones), Estados Unidos, México, Canadá, Australia, China, Argentina, Uruguay, Paraguay	} 60%
Angostas	1,067		3' 6"	Japón, Sudáfrica y países africanos, Australia, Ecuador	} 18%
	1,000	X		Brasil, Argentina, Chile, Bolivia, India, Pakistán, países africanos	
	0,914		3'	Colombia, Centroamérica	} 2%
	0,750	X		Argentina (La trochita, Río Turbio)	
	0,600	X		Argentina (1er. Correntino) desaparecida	

Capacidad Portante o Peso por eje Admitido por la Vía

La capacidad portante de la vía se expresa en “toneladas por eje”.

El peso por eje admisible por la vía depende de varios factores:

RIEL: De la resistencia del riel, determinada por la calidad del acero, por el dibujo de la sección transversal (que determina el momento de inercia) y por el peso por unidad de longitud. Los rieles en uso en ferrocarriles modernos tienen pesos de entre 50 y 75 kg por metro lineal.

DURMIENTES: Cualquiera sea el tipo de durmiente, la distancia entre éstos determina la sollicitación del riel que trabaja como una viga. Estos pueden ser de madera dura, de acero o de hormigón.

La capacidad portante de la vía depende entonces de la cantidad de durmientes colocados por kilómetro. Esto suele variar entre 1500 y 1800 por kilómetro.

BALASTO: El tipo y espesor de la capa de balasto. En vías con circulación importante se coloca balasto de piedra granítica en un espesor de 20 cm por debajo de la cara inferior del durmiente.

SUELO: La calidad del suelo en el plano de formación. La superestructura debe asegurar el drenaje de aguas de lluvia evitando que el agua acumulada afloje la resistencia del plano de formación.

En nuestro país el estándar de peso por eje es de 20 toneladas sobre líneas de trocha ancha y media, y 17 toneladas sobre líneas de trocha angosta.

En el transporte de cargas si la Capacidad Portante no es homogénea en toda la red, se produce desaprovechamiento de la capacidad de remolque del material rodante, ya que el mismo se puede cargar solamente hasta el peso que permite la vía más débil a lo largo de todo el recorrido.

FERROCARRILES

GALIBO

Contorno de referencia, al cual deben adecuarse las instalaciones fijas y el material rodante para posibilitar la circulación de los vehículos sin interferencias.

Gálibo del material rodante

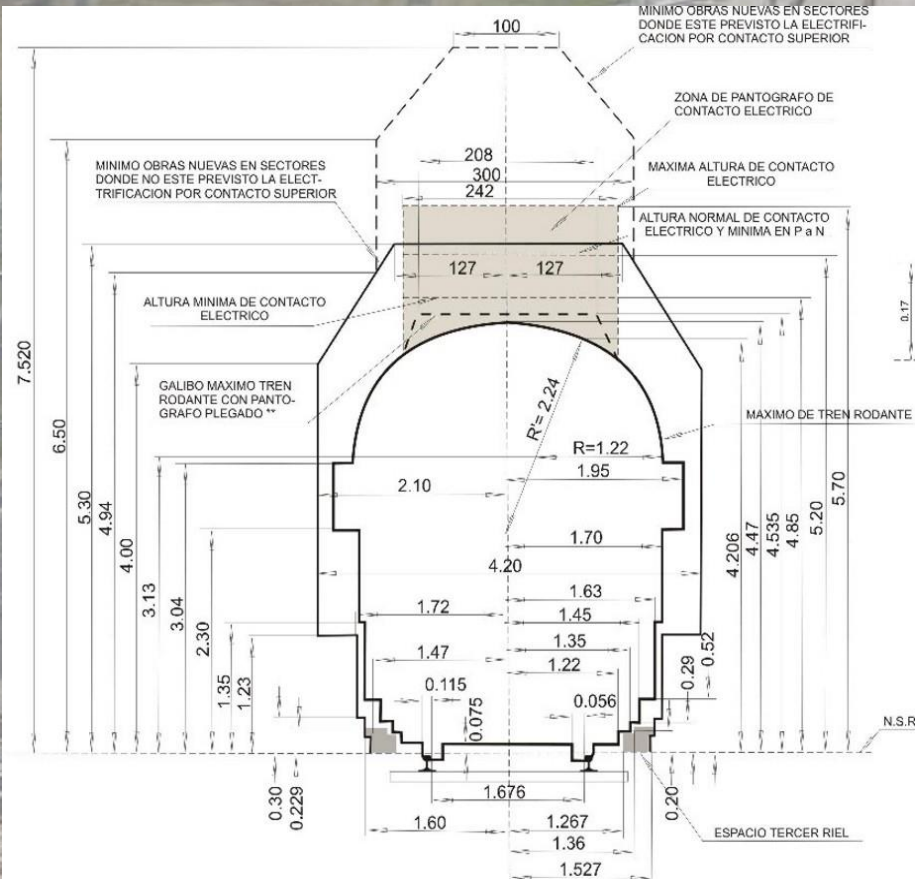
Es el gálibo que limita el dimensionamiento de las secciones del material rodante detenido o en movimiento.

Gálibo de obra (o de construcción de instalaciones fijas)

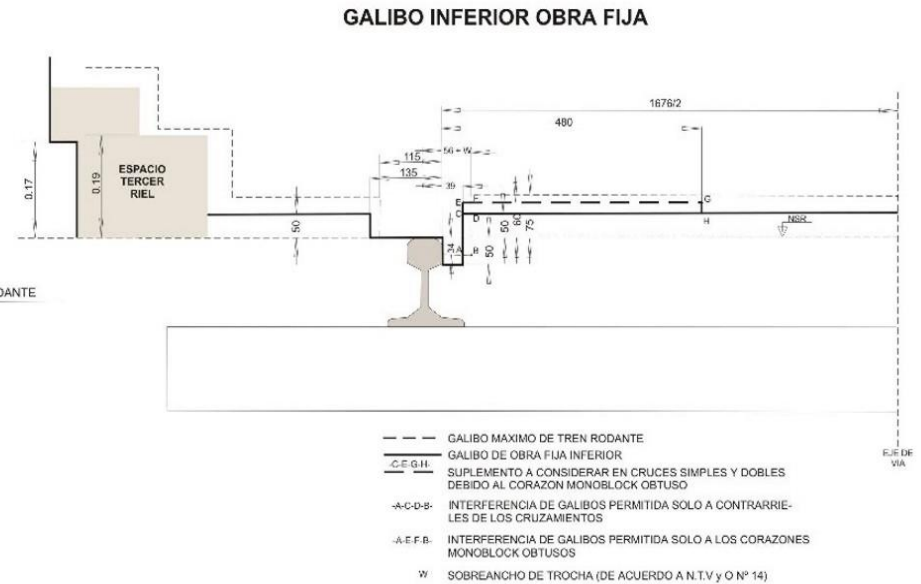
Es el gálibo fuera del cual deben ubicarse o construirse las instalaciones fijas.

FERROCARRILES

GALIBO DE TROCHA ANCHA



GALIBOS MAXIMO DE TRENES Y MINIMO DE OBRAS EN VIAS COMUNES Y ELECTRIFICADAS TROCHA ANCHA (1.676 m.)



NOTAS:

- * DENTRO DE LAS ESTACIONES Y LUGARES CON SEÑALAMIENTO ELÉCTRICO PREVISTO, LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE EJES DE VÍAS SERA DE 4,50 m.
- * LOS CRUCES FERROVIALES EN DISTINTO NIVEL SE RIGEN POR LAS NORMAS DE LA RESOLUCIÓN S.E.T.O.P. N° 7/81 DEC. N° 747/88.
- * LOS CRUCES O INSTALACIONES DE PARTICULARES PARA CONDUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA O DE COMUNICACIONES SE RIGEN POR LAS NORMAS ESTABLECIDAS EN EL DECRETO N° 9254/72.
- * LOS GALIBOS ESTABLECIDOS CORRESPONDEN A VÍA RECTA. PARA VÍA EN CURVA, EN CADA CASO PARTICULAR SE DEBERÁ ESTUDIAR EL GALIBO MÍNIMO DE OBRA QUE CORRESPONDA A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA Y VEHÍCULOS.
- * ANCHO MÁXIMO DEL PANTÓGRAFO: 1,880 m.
- * EL GALIBO MÁXIMO DE TREN RODANTE CON PANTÓGRAFO PLEGADO ES VALIDO ESTE O NO LA VÍA ELECTRIFICADA.
- * EN EL CASO DE PUENTE DE USO PEATONAL EXCLUSIVO SE RESPETARA LA NORMA DE LA RESOLUCIÓN S.E.T.O.P. N° 7/81 CUANDO LA VÍA SEA ELECTRIFICADA Y CUANDO NO LO SEA SE RESPETARA EL GALIBO DE OBRA FIJA.
- * EL MÁXIMO DE TREN RODANTE NO DEBE EXCEDERSE CUALQUIERA SEA EL ESTADO DE MOVIMIENTO DEL VEHICULO

ANTECEDENTES:

- * SUBCOMISIÓN TÉCNICA FERROCARRILES - VÍA Y OBRAS ACTA N° 2/55 Y 7/55. PLANO N° FFAA/10 Y 10/A - ACTA N° 6/58 - PLANO N° FFAA/10 B PLANO NEFA 604/1 PLANO C 1326/1A DEL FC MITRE REEMPLAZADO LUEGO POR EL PLANO G.V.O. 560 SEGÚN DECRETO N° 2380 DEL 27/3/63.
- * EL PRESENTE CROQUIS ES COPIA DEL PLANO G.V.O. 3234

FERROCARRILES

BALASTO - FUNCIONES

Conjunto de partículas granulares de diferentes tamaños y formas sobre el que apoyan los durmientes y colocado sobre el plano de formación de la vía.

Repartir en forma uniforme sobre la plataforma las cargas transmitidas por los durmientes y arriostrarlos.

Estabilizar vertical, longitudinal y transversalmente la vía.

Amortiguar a través de su estructura pseudo-elástica las acciones sobre la vía.

Proteger a la plataforma de las variaciones de humedad y facilitar el drenaje de las aguas de lluvia

Posibilitar la recuperación de los parámetros geométricos de la vía

FUNCIONES DEL DURMIENTE

Servir de apoyo a los rieles, asegurando su posición e inclinación.

Recibir las cargas verticales y horizontales transmitidas por los rieles

Mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal y vertical.

Mantener el aislamiento eléctrico entre los dos rieles cuando la línea está dotada de circuitos de señalización.

FERROCARRILES

- Durmientes de madera



Distancia entre ejes de durmientes consecutivos

- > 50 cm (limitación por bateo)
- < 70 cm (limitación por deformación)
- Valor usual: 60 cm

FERROCARRILES

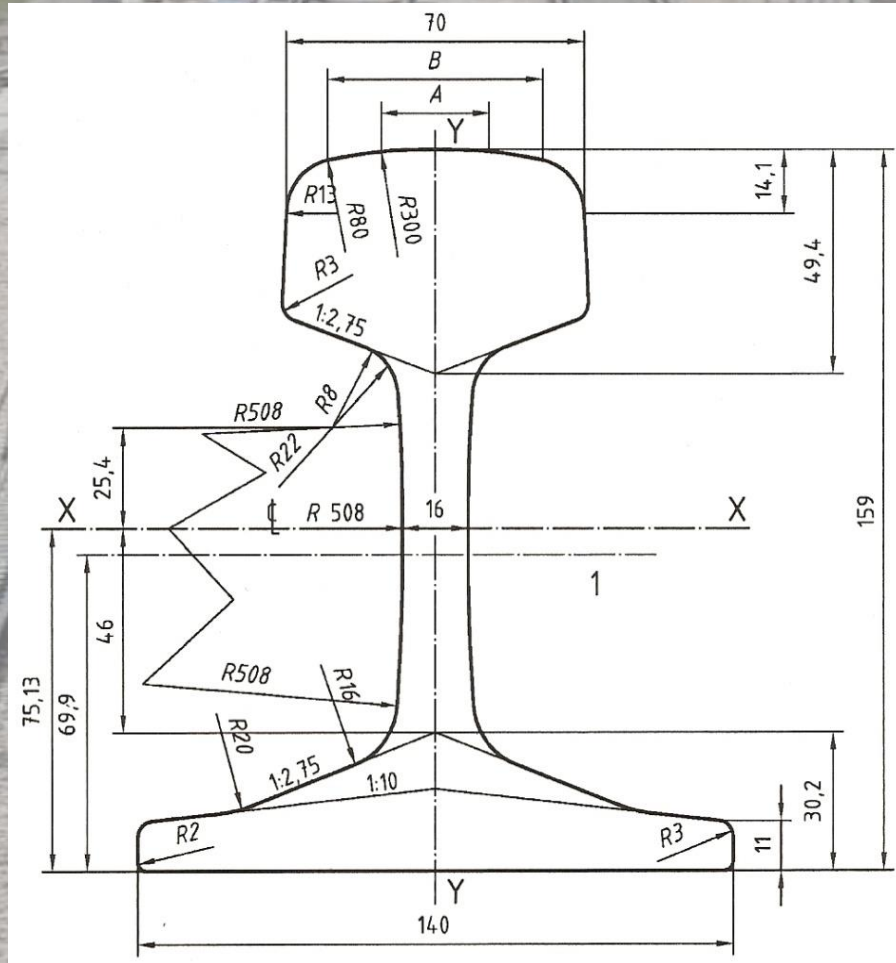
FUNCIONES DEL RIEL

Resistir y transmitir las tensiones que recibe de los esfuerzos ejercidos por el material rodante

Efectuar el guiado unidireccional de las llantas en su movimiento

Servir de conductor de la corriente eléctrica de señalización y de retorno en líneas electrificadas.

FERROCARRILES



FERROCARRILES

FUNCION DE LAS FIJACIONES

MANTENER LA TROCHA Y EVITAR EL VUELCO DEL RIEL

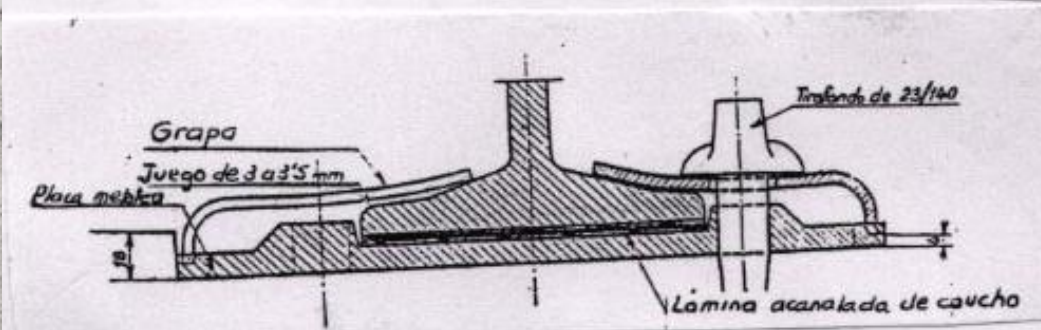
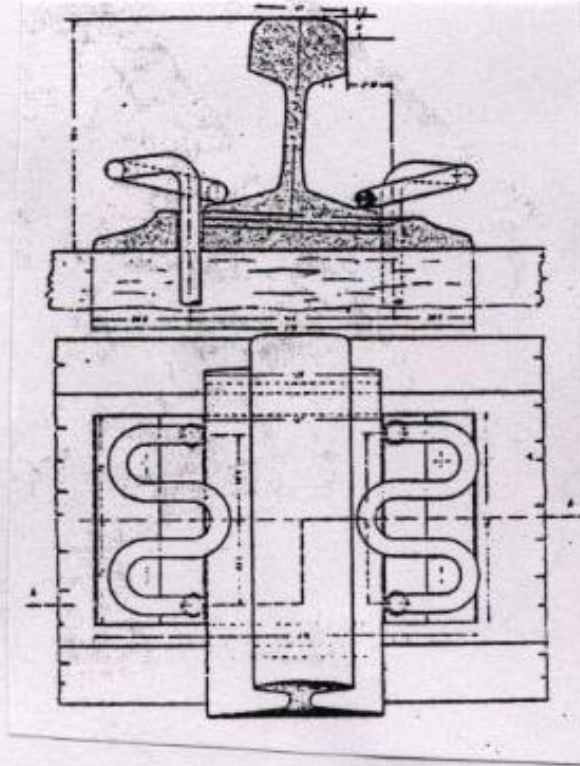
MANTENER UNIDO EL RIEL AL DURMIENTE

**IMPEDIR EL DESPLAZAMIENTO RELATIVO DEL RIEL
RESPECTO AL DURMIENTE**

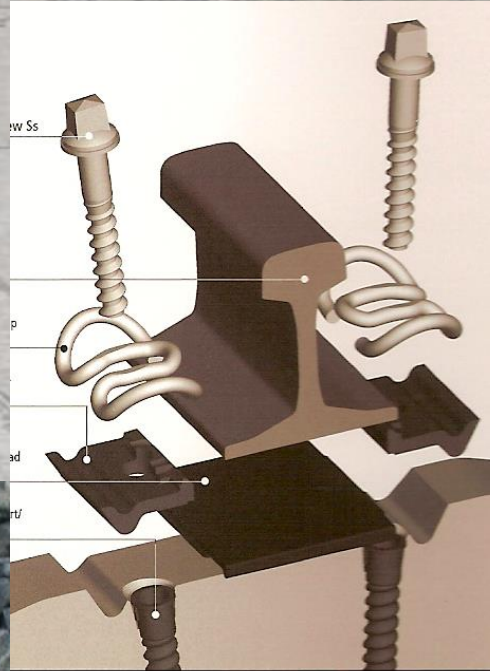
ADECUADO AISLAMIENTO ELÉCTRICO (Líneas Electrificadas)

MANTENER LA INCLINACIÓN DE LOS RIELES

FERROCARRILES



FERROCARRILES



FERROCARRILES

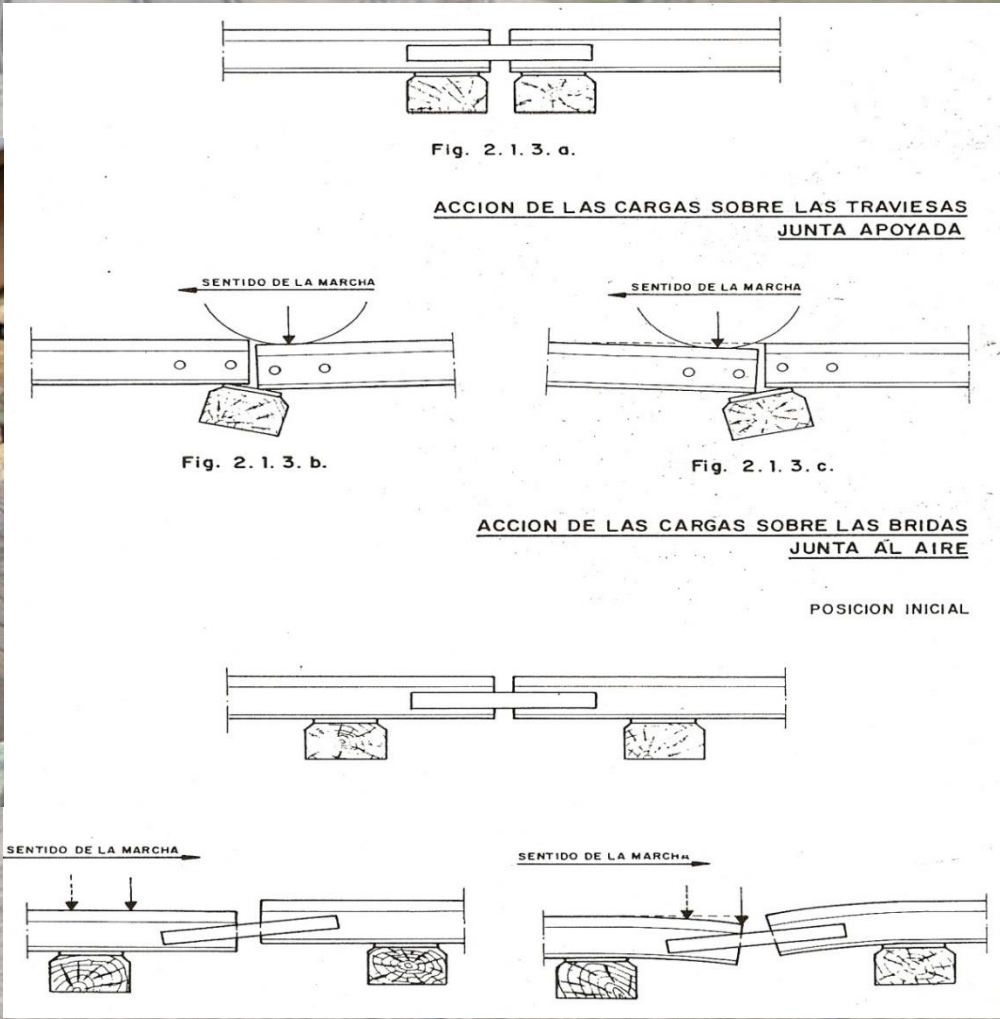
VIA CON JUNTAS

JUNTA ES LA UNION DE DOS RIELES ENTRE SI CUYA FUNCIÓN ES SOLIDARIZAR LOS RIELES PARA QUE PRESENTEN UN COMPORTAMIENTO FRENTE A LA DEFORMACIÓN SIMILAR AL DE LOS RIELES QUE UNE.

CALA ES LA SEPARACIÓN ENTRE LOS EXTREMOS DE DOS RIELES CONSECUTIVOS DE UN HILO DE LA VÍA, MEDIDA EN MM.

ECLISA ES LA PIEZA METÁLICA QUE UNE LOS EXTREMOS DE DOS RIELES CONSECUTIVOS DE FORMA QUE COINCIDAN SUS EJES LONGITUDINALES, INMOVILIZANDO SU POSICIÓN EN EL PLANO HORIZONTAL Y VERTICAL.

FERROCARRILES VIA CON JUNTAS



FERROCARRILES

RIEL LARGO SOLDADO

Fiabilidad alcanzada de los sistemas de soldadura de rieles.

Desarrollo de las fijaciones elásticas aseguran un esfuerzo de apriete suficiente y constante en el tiempo.

Mejora en la fabricación de los rieles y de su soldabilidad.

Mejora en la fabricación de los durmientes de hormigón.

VENTAJAS DEL RIEL LARGO SOLDADO

Evita los inconvenientes originados por las juntas de riel, reduciendo los gastos de conservación de vía.

Aumenta la vida útil de los rieles y otorga mayor seguridad y confort.

FERROCARRILES

TIPOS DE SOLDADURA DE RIELES

ALUMINOTERMICA



SOLDADURA ELECTRICA A TOPE

FERROCARRILES

APARATOS DE VIA



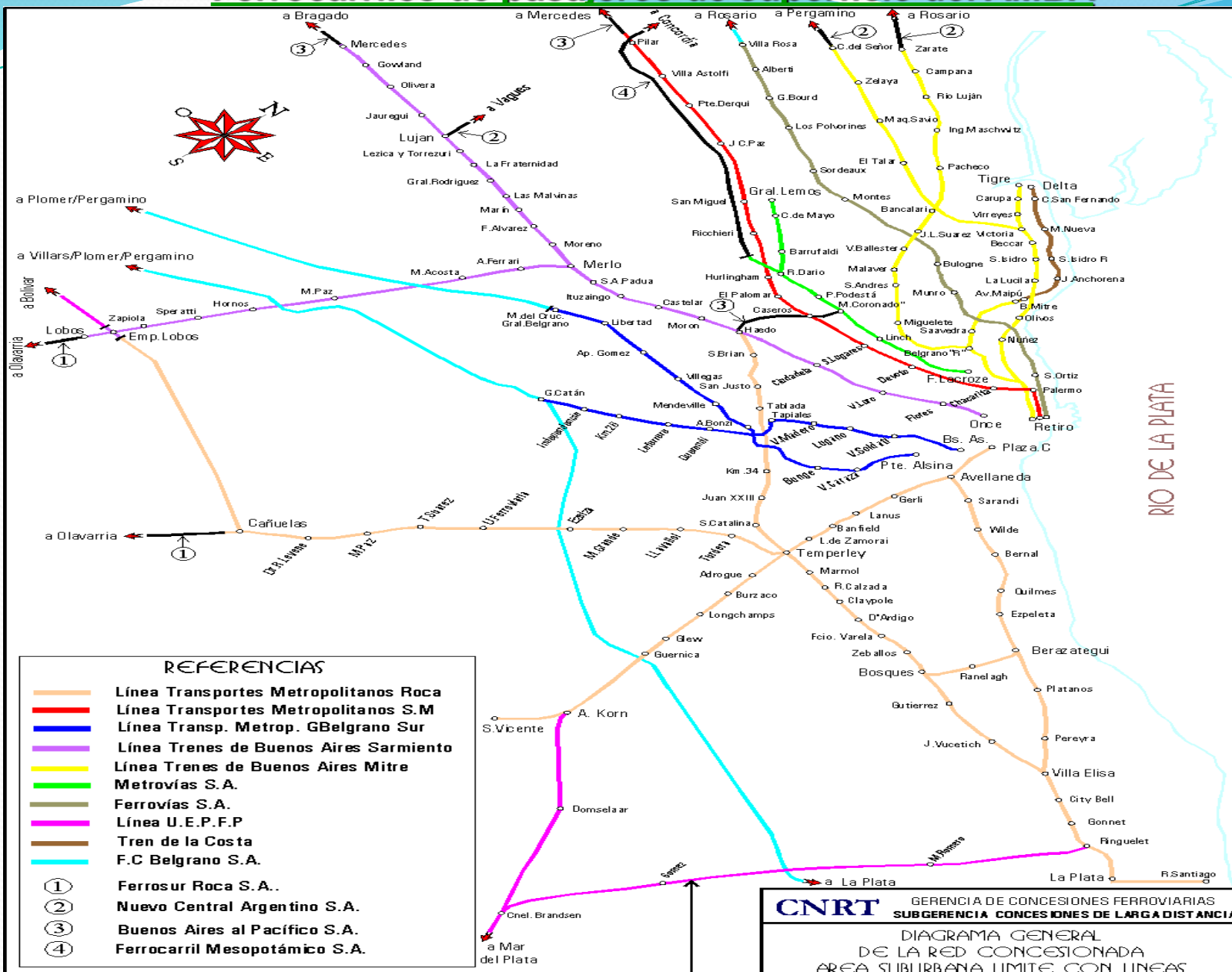
FERROCARRILES

APARATO DE VIA

DISPOSITIVO QUE PERMITE LA RAMIFICACIÓN Y EL CRUCE DE DIFERENTES VÍAS, CON LA MÁXIMA SEGURIDAD

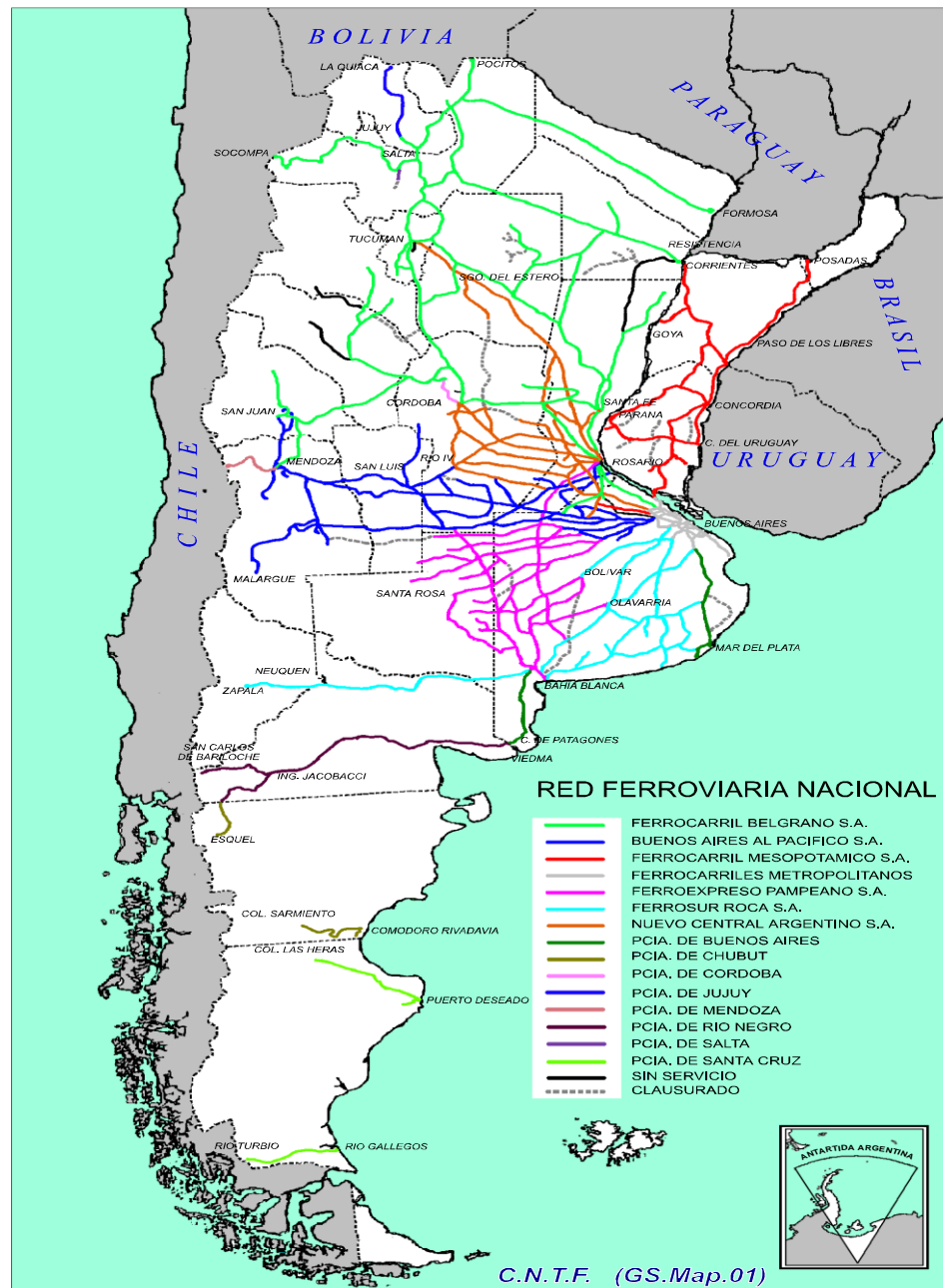


Ferrocarriles de pasajeros de superficie del AMBA



Ramal en poder de ENABIEF

Concesiones de cargas



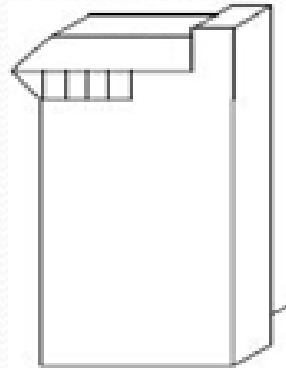
- ¿Qué materias integran
Sistemas de transportes
Guiado?

Transportes Guiados en FUIBA

- Antiguamente todos los temas se enseñaban en la materia anual Ferrocarriles (4805) obligatoria.
- Luego, a partir del plan 86 se transformó en cuatrimestral optativa, con Ferrocarriles (6804).
- A partir del plan 2009, se escindió la materia en dos partes: Ferrocarriles A (8812) obligatoria y Ferrocarriles B (8804) optativa.
- A partir del plan 2020 (2023), se le cambió la denominación por STG I (TA071) Obligatoria y STG II (TA084) (optativa)
- Son materias donde se ven temas distintos y ambas están comprendidas dentro de las incumbencias de Ingeniería Civil

¿QUE CONFORMA EL SISTEMA FERROVIARIO?

Infraestructura y superestructura de vía



Control de la Circulación

Sistema de Electrificación



Sistemas de Señalización y Comunicaciones



Material rodante



¡Muchas gracias!