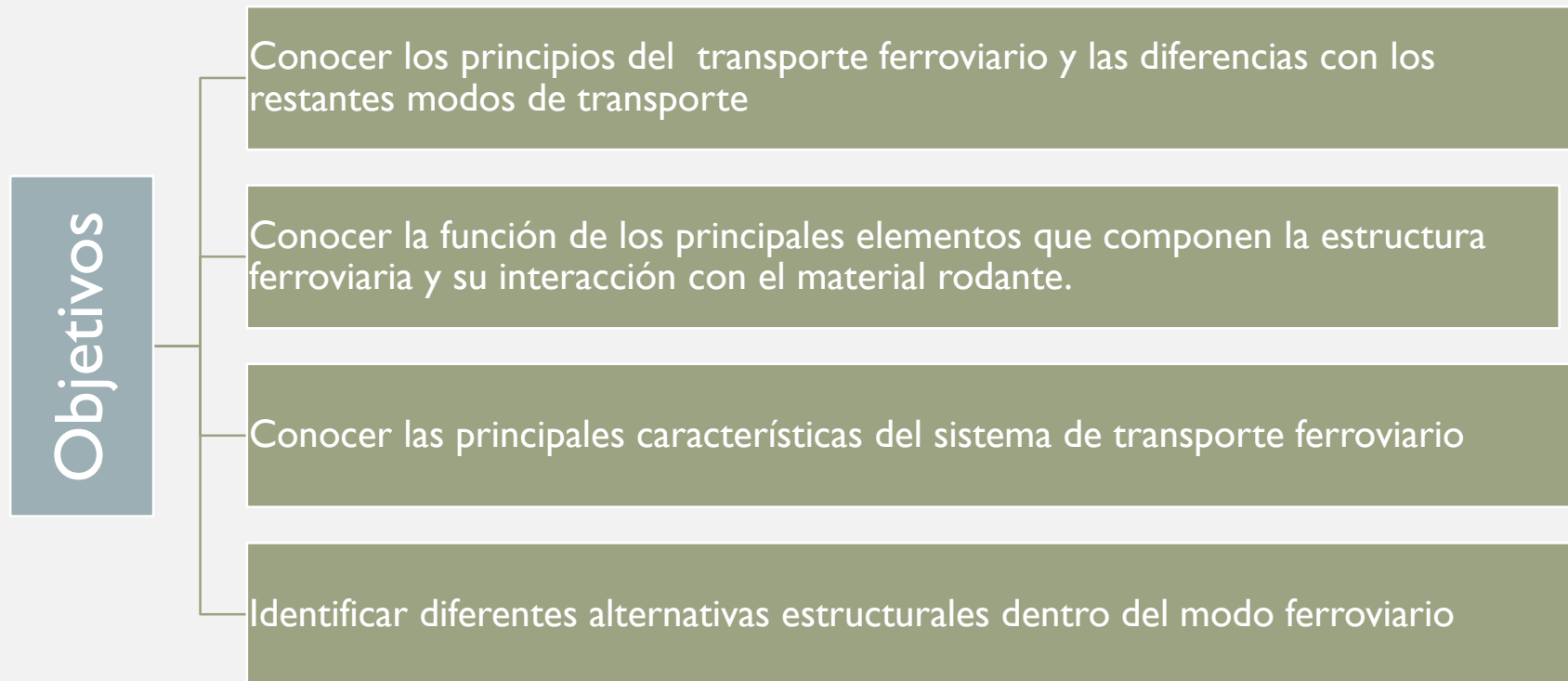


# 1.A-COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA FERROVIARIO

## CONCEPTOS BÁSICOS



## HITOS DEL FERROCARRIL

**SIGLO XIV al XV: trenes tirados por caballos:** desde le siglo XIV se usaban en las minas europeas carriles de madera sobre los que circulaban vagonetas tiradas por caballos. Los primeros rieles de hierro fueron utilizados en **Cumberlang ( Inglaterra) desde 1728** La primera **línea pública de pasajeros** se inauguró en **1806 en el sur de Gales** y era de **tracción a sangre**

**1803: primer tren de vapor:** la primera locomotora fue construida por el ingeniero británico Trevithick ; Richard en 1803 y su segunda locomotora se construyó en 1804. Demostró que una locomotora de vapor , podía arrastrar mucho más que un caballo y a una velocidad de 8 km /hs

**1825: primer ferrocarril público de vapor: Robert Stephenson en 1823** marca un punto crucial en la historia del ferrocarril con la construcción de una línea de 16 km que unía la mina de carbón de Darlington y el puerto fluvial de Stockton. Así se inauguró el primer Ferrocarril público de vapor que circulaba a una velocidad de **20 –25 km / hs** (en el creer popular se lo considera como el real potenciador de la locomotora a vapor).

**1829 –1830: Robert Stephenson** construye la **Rocket, una locomotora que hizo historia:** se consideró que los mayores beneficios se obtendrían con el transporte de pasajeros. La **Rocket;** podía arrastrar a un tren de **14 toneladas a 45 Km /hs.**



## HITOS DEL FERROCARRIL

**1879 –1897 energía eléctrica:** el primer tren eléctrico fue diseñado por el ingeniero alemán Werner Von Siemens en **1879**. En **1890** se inaugura en Londres el primer tren subterráneo que cubría una distancia de **10 km**:

- esenciales para el desarrollo de **trenes subterráneos a gran profundidad** .
- solución práctica al problema de **congestionamiento de tráfico** en las grandes ciudades .

**1894 –1 974: la competencia del diesel:** el motor de combustión interna creado en 1894 no pudo competir con el motor a vapor hasta el perfeccionamiento creado por el ingeniero alemán Rudolf Diesel quien creó el motor de compresión - interna en 1897.

**1955 –1981: electrificación y alta velocidad:** en 1955 experimentos efectuados ferrocarriles franceses demostraron que los trenes eléctricos podían alcanzar una velocidad de 320 km./hs

El T.G.V.(tren de gran velocidad)francés; el primero entró en servicio en 1981 en la línea París –Lyon con una velocidad de 370 Km /hs; pudiendo cubrir el trayecto de 480km en dos horas y media por lo que resultó competitivo en tiempo y en precio con el transporte aéreo



## HITOS DEL FERROCARRIL - ARGENTINA

**29 de agosto de 1857 Inauguración del FC Oeste:** Consistía en un tramo de 10km desde la estación El Parque (actualmente Teatro Colón) hasta La Floresta en la provincia de Buenos Aires.

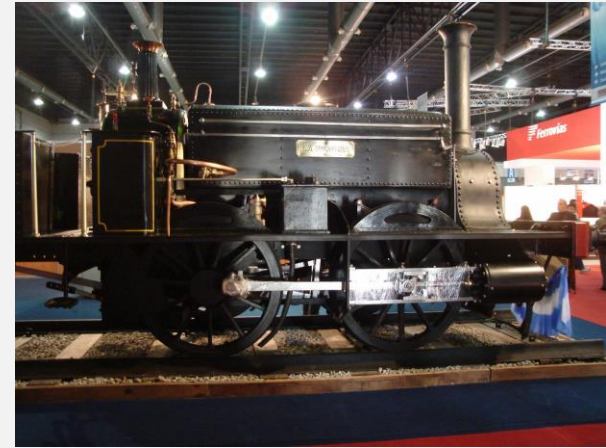
Las primeras líneas ferroviarias del país fueron de capitales privados salvo la mayor parte de líneas de trocha angosta que estuvo bajo administración estatal.

**La Porteña:** Construida en los talleres británicos de The Railway Foundry Leeds, fue la primera locomotora a Vapor que se utilizó en el FC Oeste.

**Dieselización del material tractivo:** a partir de la década del 30 y con mayor énfasis en la del 50 llegaría la dieselización a nuestro país, en esta etapa debido a la diversidad de trochas y distinta afinidad que tenía cada ferrocarril con los países constructores de locomotoras, las marcas y tipos de locomotoras que entraron al país fue de lo más variada(GANZ and Co. De Hungría, ALCO de Estados Unidos, Werskpoor de Holanda, etc.).

**El primer tren eléctrico,** En 1923, el Ferrocarril Oeste se sumó a la modernización al inaugurar el servicio eléctrico en el tramo que une Once con Moreno y lo mismo haría el Ferrocarril del Sud, pocos años después.

**Subterráneo de Buenos Aires:** El tramo Plaza de Mayo-Plaza Miserere de la línea A del subterráneo fue inaugurado el 1° de diciembre de 1913, convirtiéndose así en la primera de toda América Latina, el hemisferio sur y todos los países de habla hispana.



De Galio 20:08, 5 September 2007 (UTC) - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2688842>



## CONCEPTOS BÁSICOS

### Conceptos Característicos

Apoyado: Las fuerzas de gravedad y viento están compensados por reacción entre sólidos, en el caso del ferrocarril, la función de apoyo se encomienda al carril.

Guiado: Los carriles obligan al material rodante a inscribir su marcha dentro de una geometría pre establecida, a diferencia del transporte carretero, marítimo o aéreo, donde siempre existen dos o mas grados de libertad.

Unidireccional: el concepto de guiado, deja predefinido el concepto de unidireccional en el sentido longitudinal, esto le da al ferrocarril características particulares para producir cruces, adelantos etc. (necesarios para la explotación)

Adherente: La tracción del material rodante queda definida por la adherencia rueda riel (3kg/tn transportada), este principio es compartido con el transporte carretero en cuanto a la adherencia rueda capa de rodamiento (10 a 14 kg/tn).

Ancho de vía: Es la separación entre dos rieles también se la conoce como TROCHA, y es la distancia entre las caras internas de rieles medida a 14mm bajo el plano de rodadura.

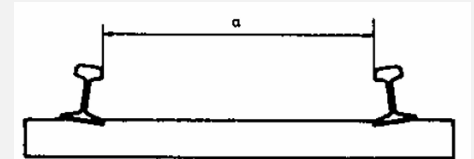


Fig. 1.1.—Ancho de vía.

## CONCEPTOS BÁSICOS



## CONCEPTOS BÁSICOS

### Elección de Trochas

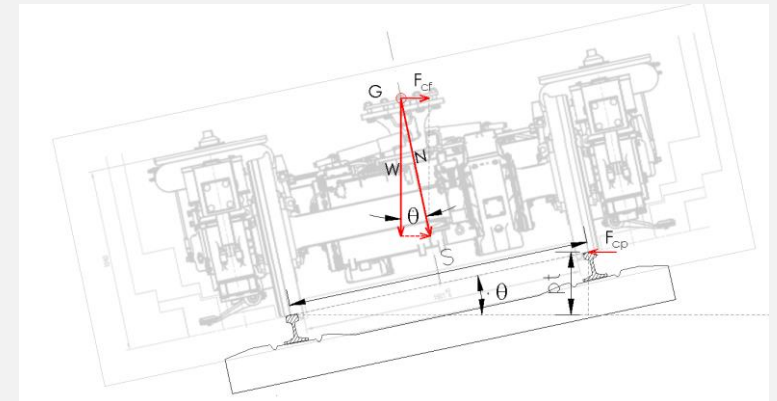
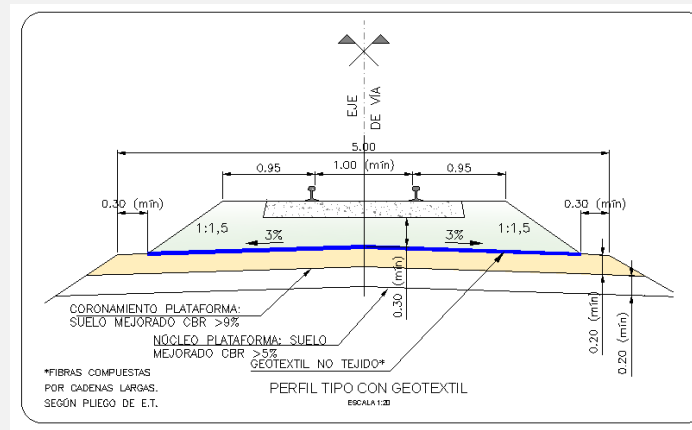
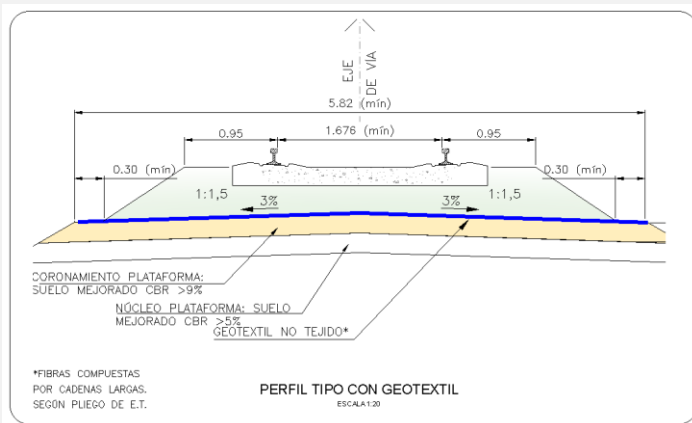
**Ramal de origen:** La trocha a elegir, define la conexión o no al ramal de origen

**Geografía:** Llanura o zona de montaña (menor radio de curvatura)

**Costo de construcción:** En general a menor trocha, el costo es menor

**Costo de Operación:** En general a mayor trocha mayor carga por eje (debido a tener mayor estabilidad en curvas)

$$p_t = s \times \frac{F}{W} = \frac{s \times V^2}{127 \times R} (m)$$



## TRAZADO DE UNA LÍNEA FERROVIARIA



## TRAZADO DE UNA LÍNEA FERROVIARIA



## CLASIFICACIÓN DE UNA LÍNEA FERROVIARIA EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO S/SUB COMISIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA U.I.C.

**Tf1: Tonelaje ficticio**

**Tf2: Tráfico ficticio**

$$T_{f2} = S \cdot T_{f1}$$

$$T_{f1} = T_v + K_m \cdot T_m + K_t \cdot T_t$$

$T_v$  = Tonelaje diario de viajeros, expresado en toneladas brutas remolcadas.

$T_m$  = Tonelaje diario de mercancías, en toneladas brutas remolcadas.

$T_t$  = Tonelaje diario de locomotoras, en toneladas brutas.

$K_m$  = Coeficiente de valor 1,15, salvo para las vías que soportan un tráfico preponderante de ejes de 20 toneladas en que toma el valor de 1,30.

$K_t$  = Coeficiente de valor 1,40.

$S$  = Es un coeficiente indicativo de la calidad de la vía, que puede adoptar los siguientes valores:

$S = 1,00$  para líneas sin tráfico de viajeros o con tráfico local.

$S = 1,10$  para líneas cuyo tráfico de viajeros se realiza en trenes de velocidad igual o inferior a 120 km/h.

$S = 1,20$  para líneas cuyo tráfico de viajeros se realiza en trenes de velocidad mayor de 120 Km/h e igual o inferior a 140 km/h.

$S = 1,25$  para líneas cuyo tráfico de viajeros se realiza en trenes de velocidad superior a 140 km/h.

CLASIFICACIÓN DE UNA LÍNEA FERROVIARIA EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO S/SUB  
COMISIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA U.I.C.

**Tf1: Tonelaje ficticio**  
**Tf2: Tráfico ficticio**

Grupo 1		$T_{f2} >$	120.000
Grupo 2	120.000>	$T_{f2} >$	85.000
Grupo 3	85.000>	$T_{f2} >$	50.000
Grupo 4	50.000>	$T_{f2} >$	28.000
Grupo 5	28.000>	$T_{f2} >$	14.000
Grupo 6	14.000>	$T_{f2} >$	7.000
Grupo 7	7.000>	$T_{f2} >$	3.500
Grupo 8	3.500>	$T_{f2} >$	1.500
Grupo 9	1.500>	$T_{f2}$	

En el caso de líneas o sectores de líneas con dos o más vías, el grupo de la línea será el de la vía clasificada en el grupo más elevado.

## TRAZADO DE UNA LÍNEA FERROVIARIA

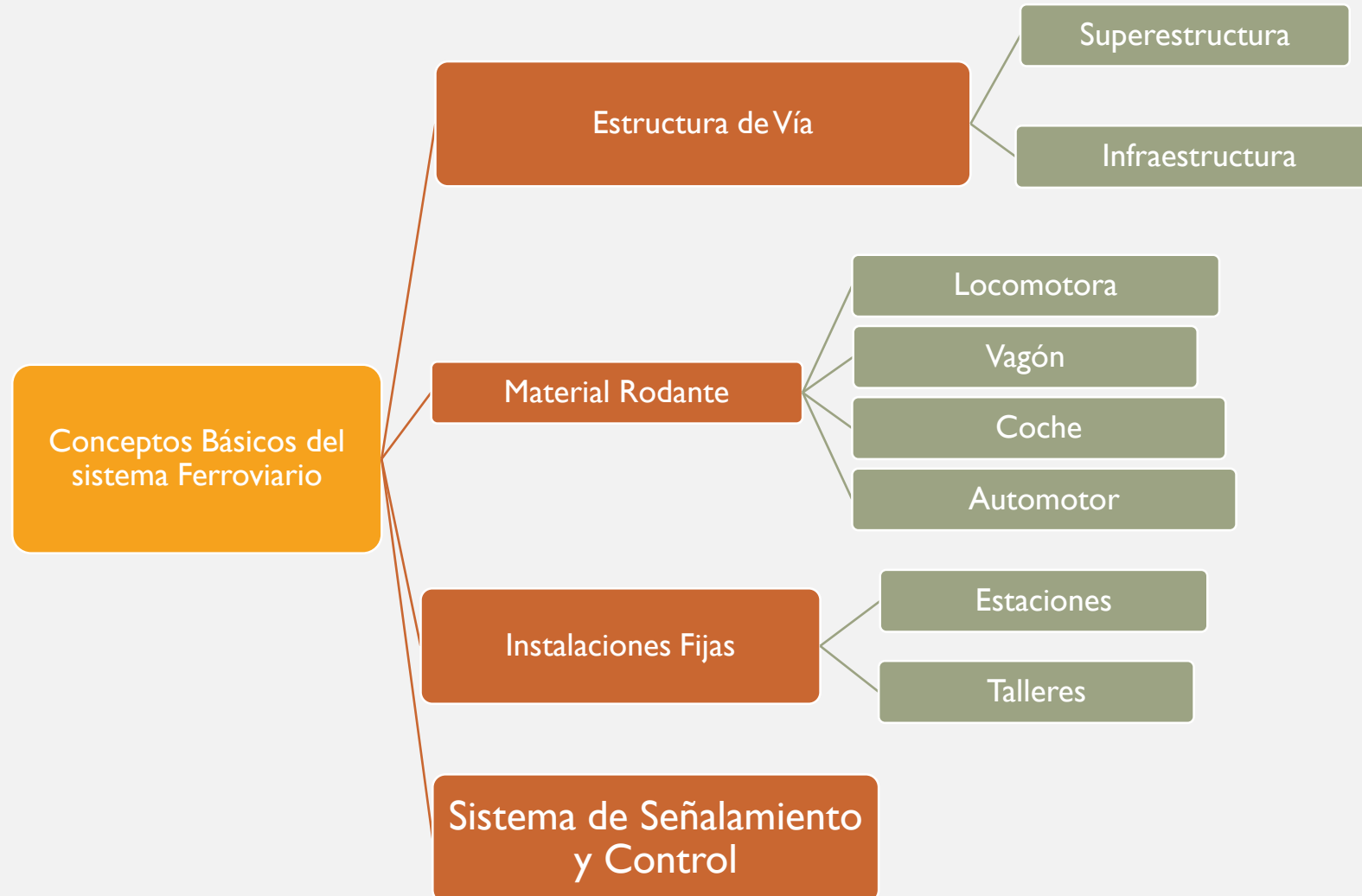
Variables a definir en el diseño geométrico de vía

EN RELACIÓN CON EL TRAZADO				EN RELACIÓN CON LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS											
ALINEACIONES				DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS DE LA VÍA						PARÁMETROS QUE DEFINEN EL CAMINO DE RODADURA Y SU DEGRADACIÓN					
PLANTA		ALZADO		ALINEACIÓN EN PLANTA				ALINEACIÓN EN PERFIL							
RECTAS	CURVAS	RECTAS	CURVAS	PERALTE	TRANSICIÓN	ENTREVÍA	SOBREANCHO		RADIO	LÍMITE DE RAMPA	CURVAS DE ACUERDO	NIVELACIÓN		ANCHO	ALINEACIÓN
							VÍA	ENTREVÍA				LONGITUDINAL	TRANSVERSAL		

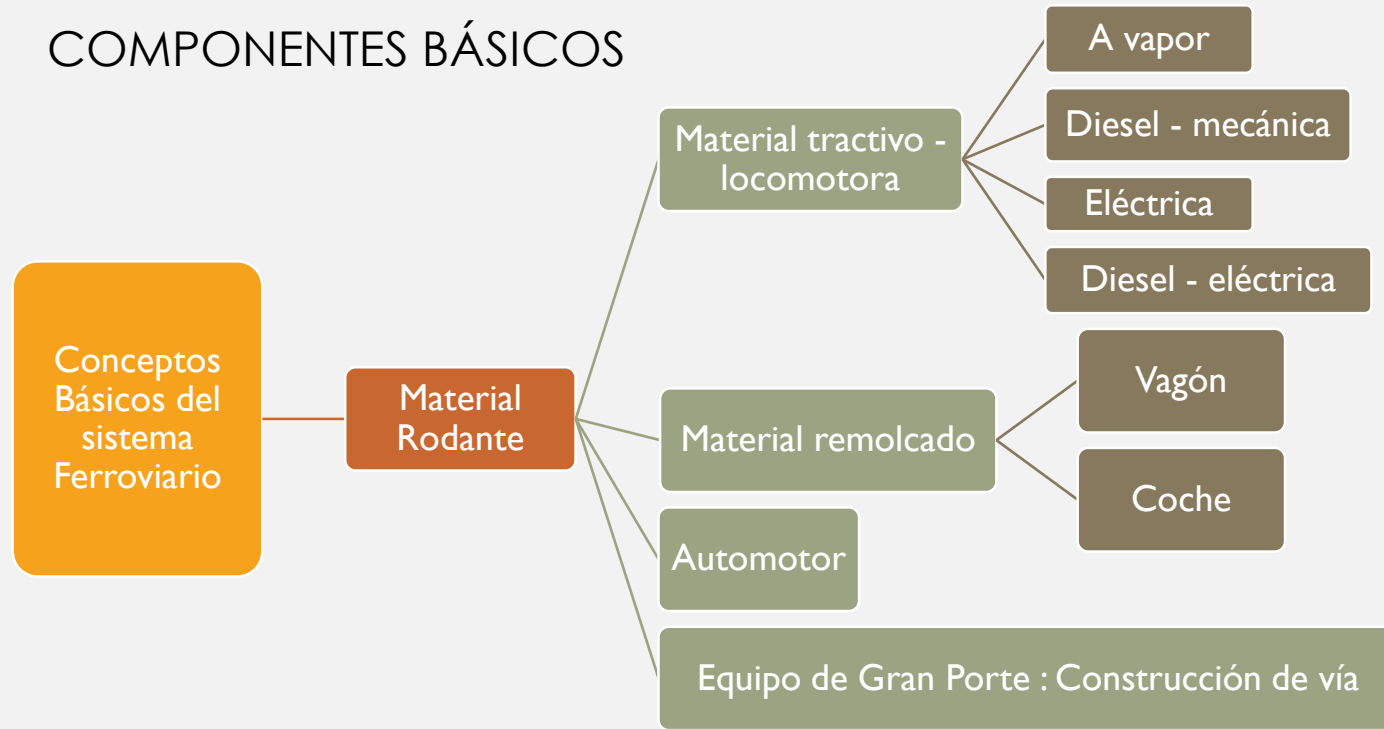
FUENTE: TRATADO DE FERROCARRILES- LA VÍA

OLIVERO RIVES / LÓPEZ PITA / MEJÍA PUENTE

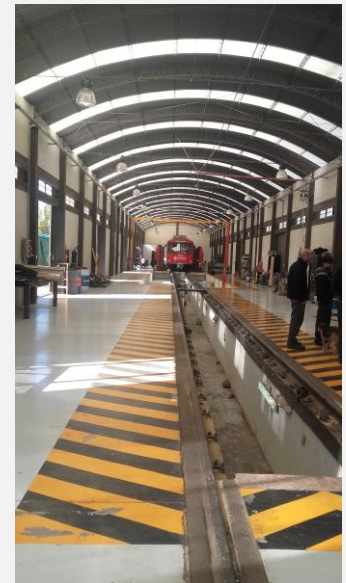
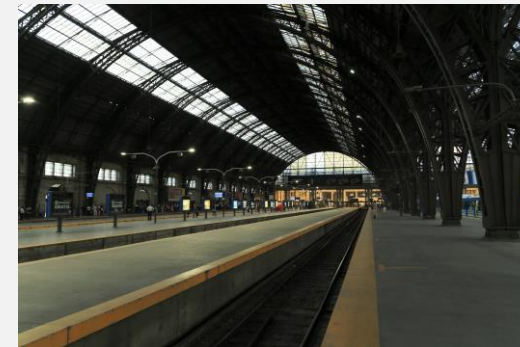
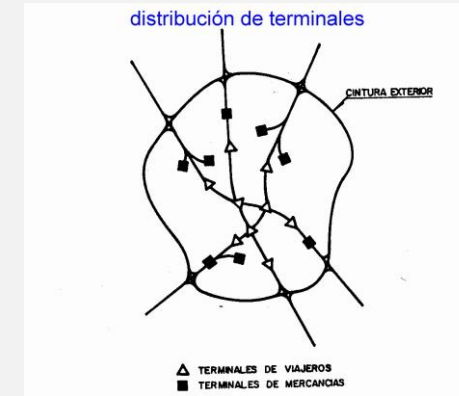
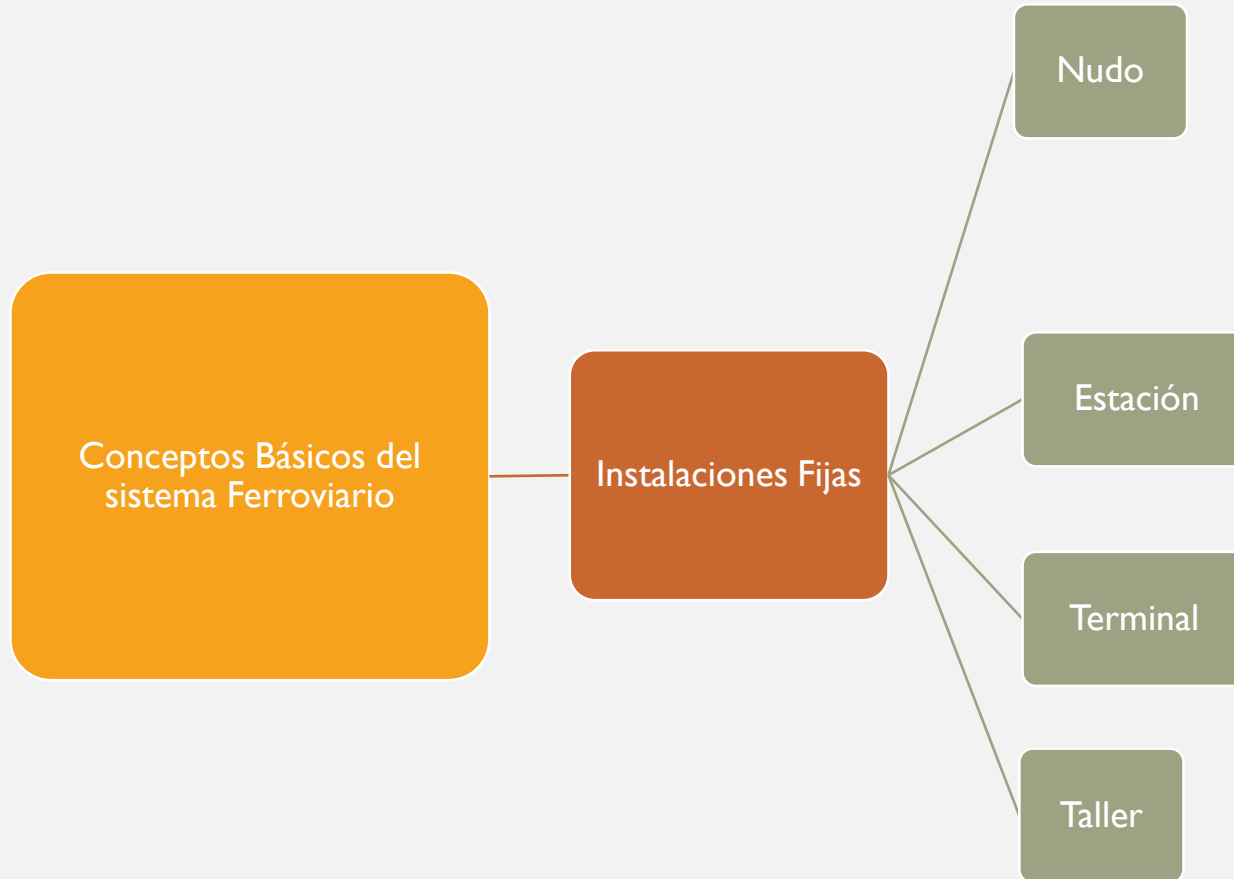
## COMPONENTES BÁSICOS



## COMPONENTES BÁSICOS

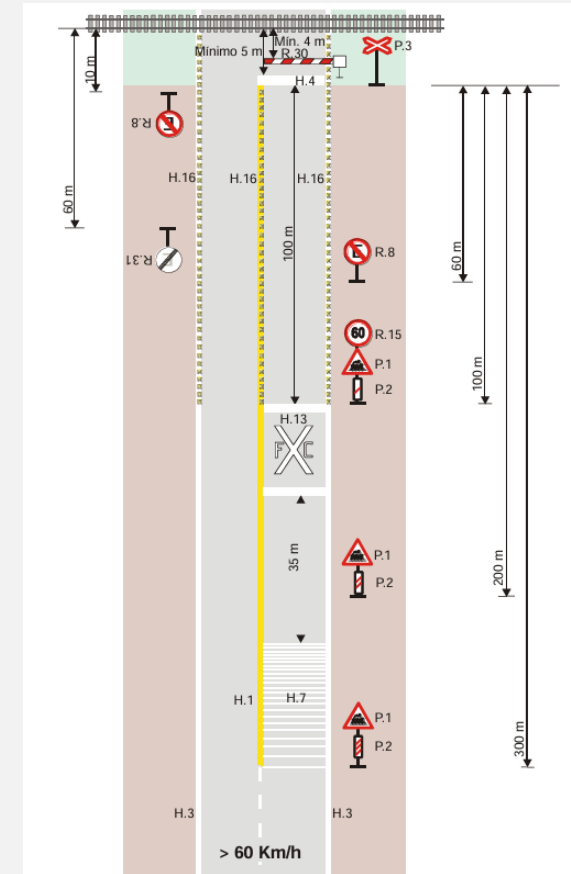
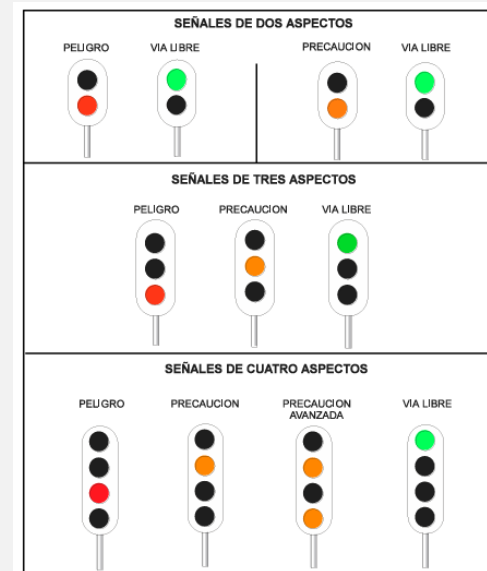
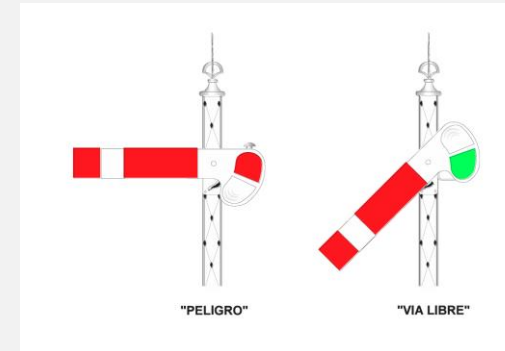


## COMPONENTES BÁSICOS

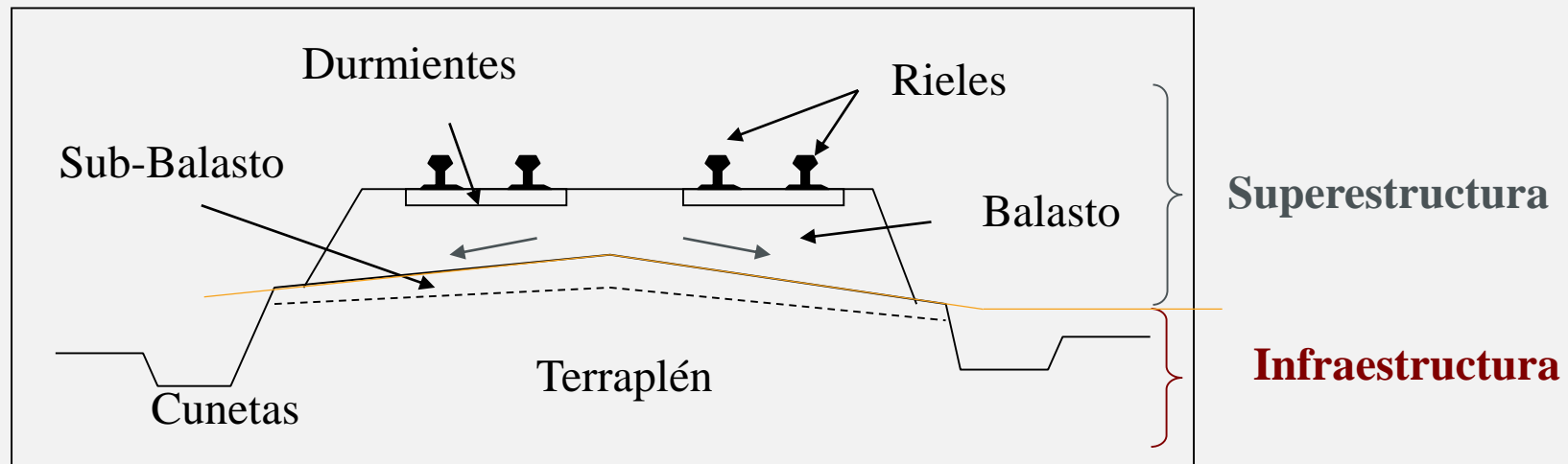


De Falk2 - Trabajo propio, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68370599>

## COMPONENTES BÁSICOS

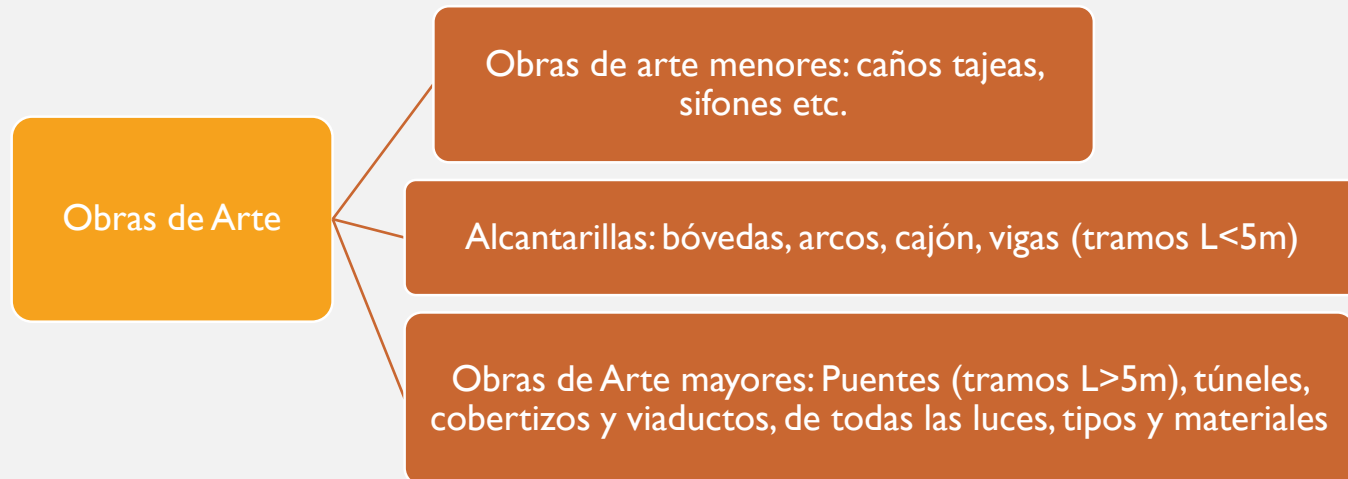


## COMPONENTES BÁSICOS



## OBRAS DE ARTE

Es todo tipo de construcción complementaria a la infraestructura de vía, que posibilita el franqueo de un obstáculo



## OBRAS DE ARTE



**Alcantarilla  
Tipo cajón**

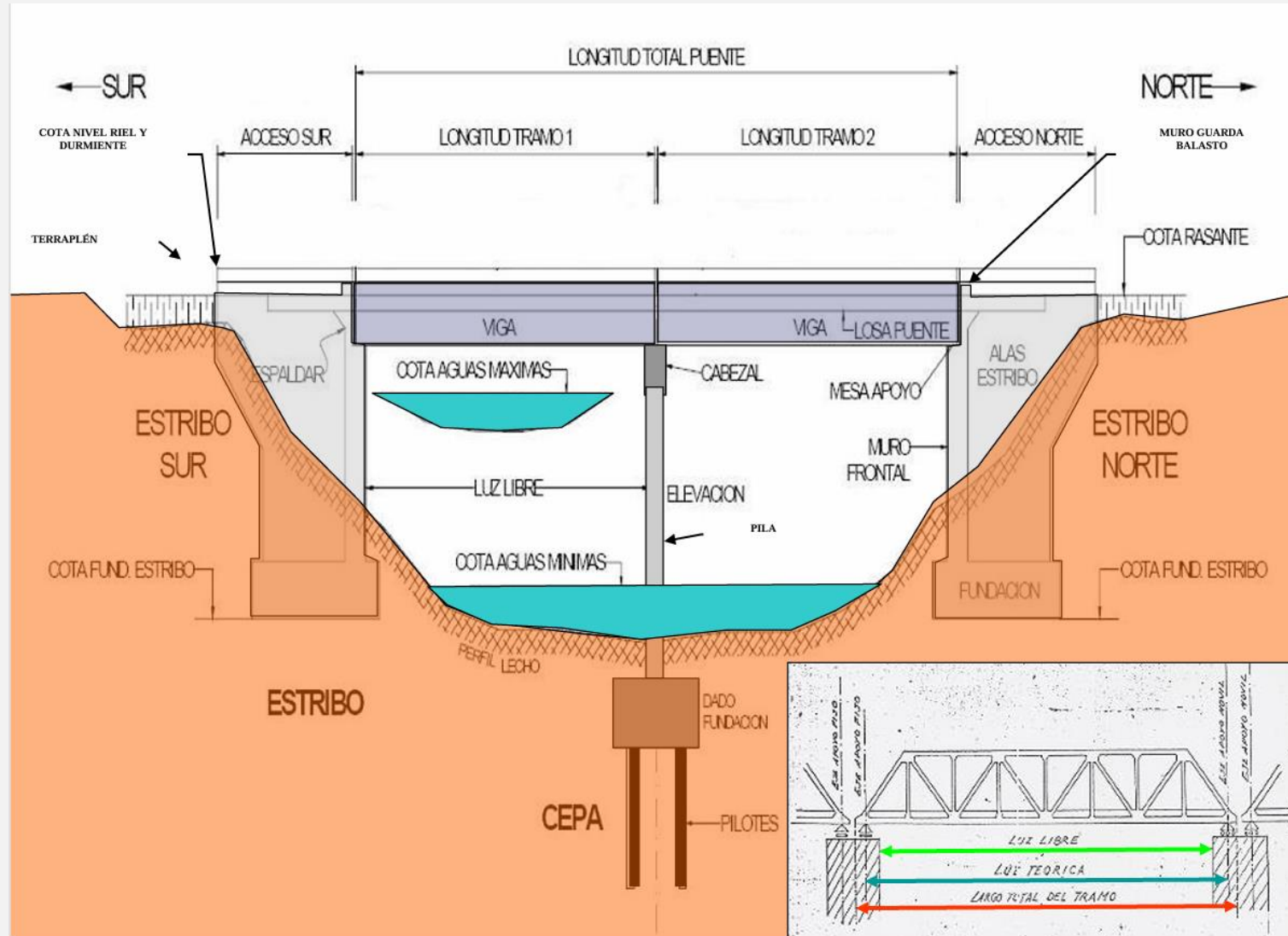


**Alcantarilla de  
H°A° - Tablero  
cerrado**



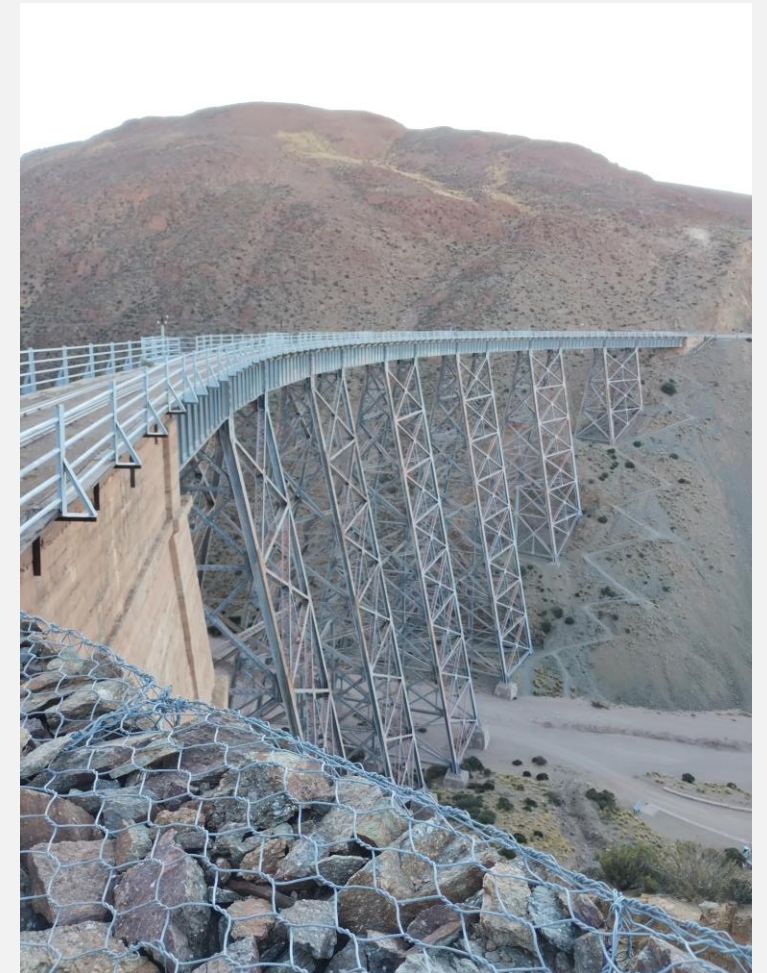
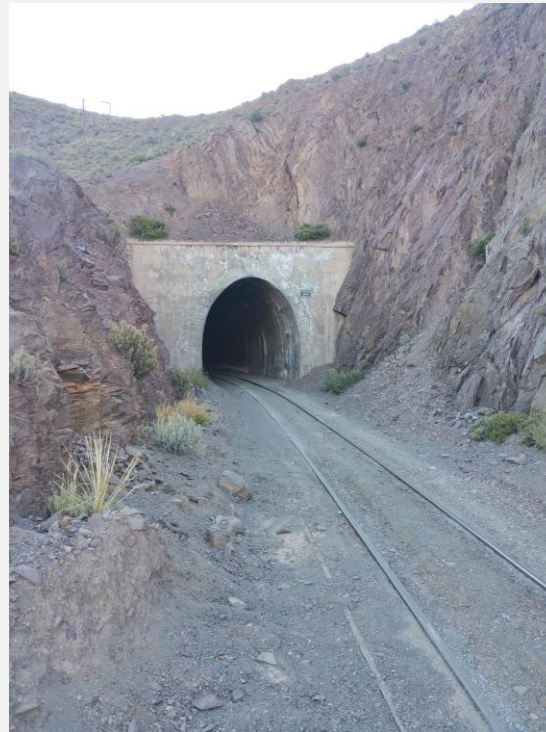
**Alcantarilla  
Tipo Bóveda**

## OBRAS DE ARTE



## OBRAS DE ARTE

### Diferentes obstáculos topográficos a superar



## OBRAS DE ARTE

### Normativa específica FA-CNRT

- **REGLAMENTO ARGENTINO PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE PUENTES FERROVIARIOS DE ACERO REMACHADO**
- **REGLAMENTO ARGENTINO PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES FERROVIARIOS DE H°A°**
- **I GVO (OA) 004 - IT - ESTUDIOS DE HIDROLOGÍA DE CRECIDAS**
- **I GVO (OA) 006 - IT - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA FUNDACIONES DE OBRAS DE ARTE - 1990**
- **I GVO (OA) 007 - IT - PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE PILASTRAS DE DURMIENTES - 1990**
- **I GVO (OA) 008 - IT - PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PUENTES FERROVIARIOS - 1990**
- **I GVO (OA) 009 - IT(C) - CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PUENTES FERROVIARIOS - 1991**
- **I GVO (OA) 001 - ENSAYO DE CARGA DE PILOTES - 1989**
- **I GVO (OA) 002 - PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE PUENTES DE HORMIGÓN - 1990**
- **I GVO (OA) 003 - NT - PARA APOYOS DE POLICLOROPRENO ZUNCHADOS PARA PUENTES FERROVIARIOS - 1990**
- **I GVO (OA) 005 - IT - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y DESMONTES - 1990**
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TRABAJOS DE MOVIMIENTOS DE TIERRA Y LIMPIEZA DE TERRENOS**
- **NT GVO (OA) 001 - NT - ORGANIZACIÓN DE LA VIGILANCIA Y EL MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS DE ARTE - 1974**
- **FA. 8 214 - PINTURA ANTIÓXIDO DE FONDO - 1985**
- **FA. 8 215 - PRODUCTOS VINÍLICOS PARA EL PRETRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS**
- **RECOMENDACIÓN TÉCNICA SOBRE LA COLOCACIÓN DE VÍA SOBRE OBRAS DE ARTE**

## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes Metálicos

#### Vigas principales de alma llena Tablero superior



#### Vigas principales de alma llena Tablero inferior



## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes Metálicos

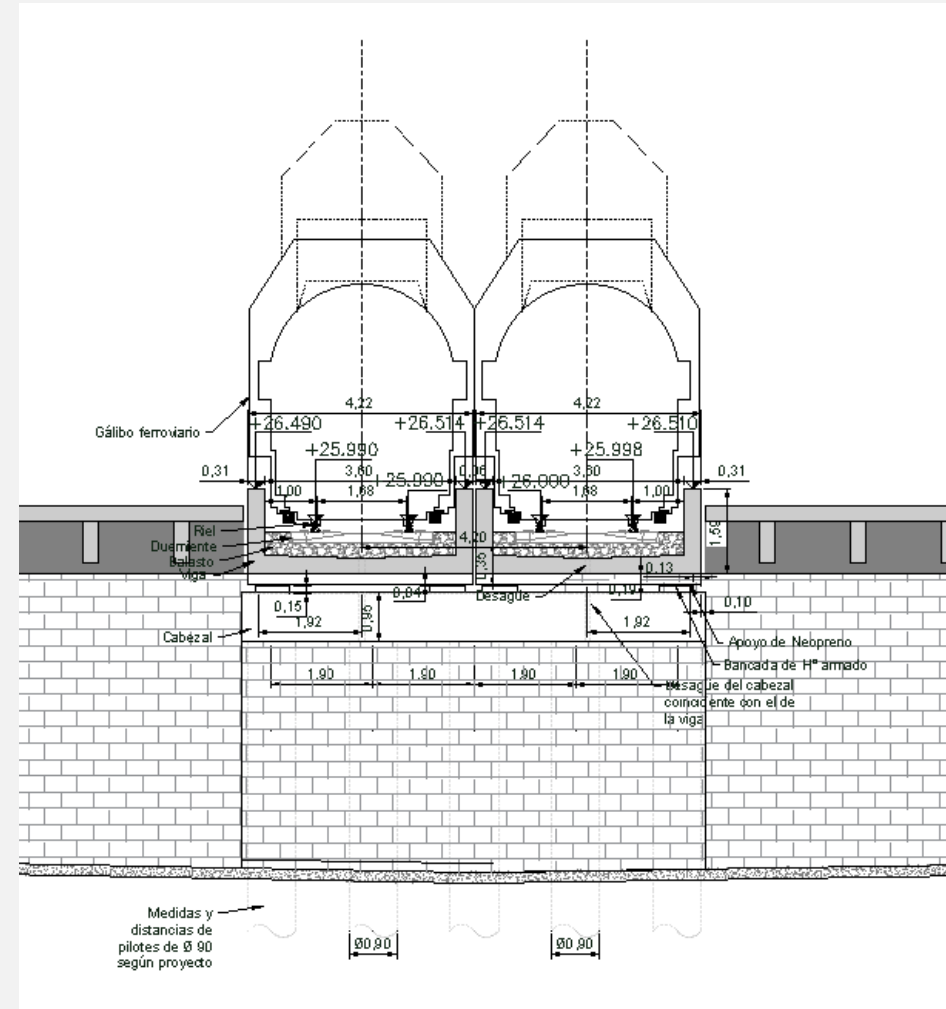
#### Vigas principales reticuladas llena Tablero inferior



## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes de Hormigón Armado

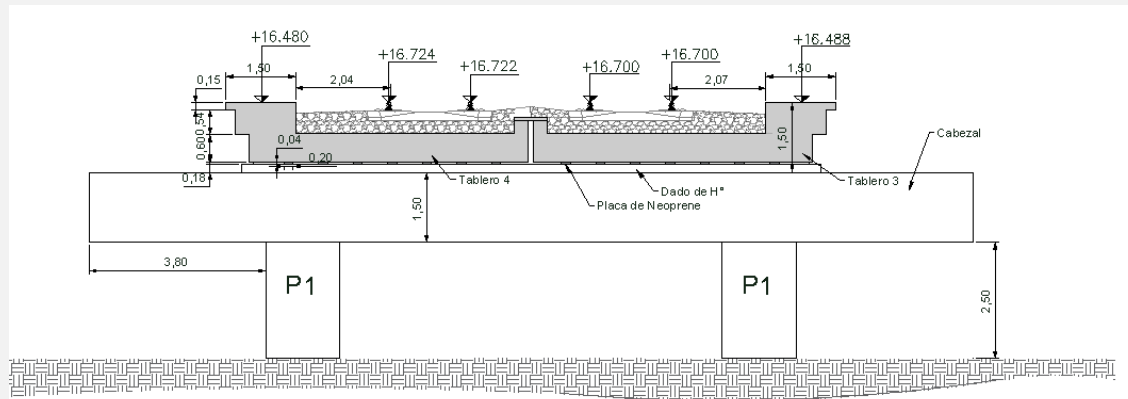
#### Sección U



## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes de Hormigón Armado

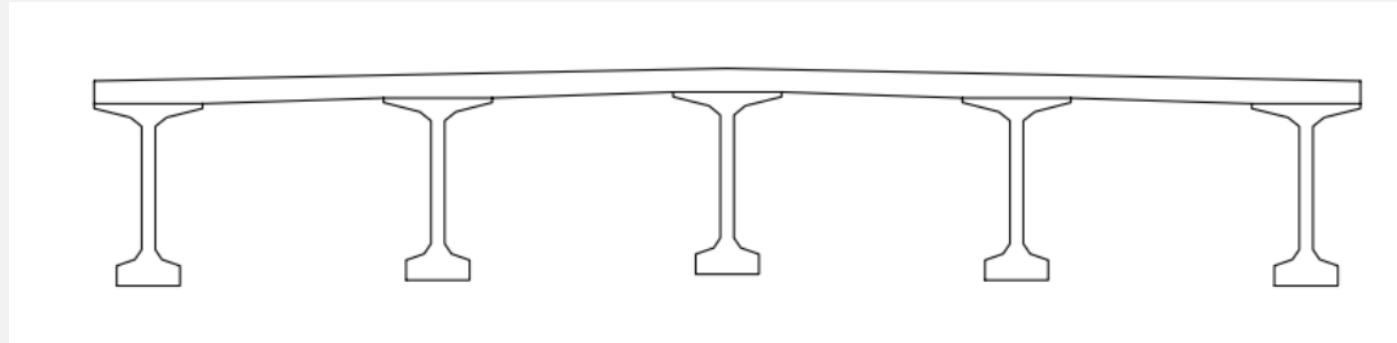
### Sección Losa “Ferroviaria”



## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes de Hormigón Armado

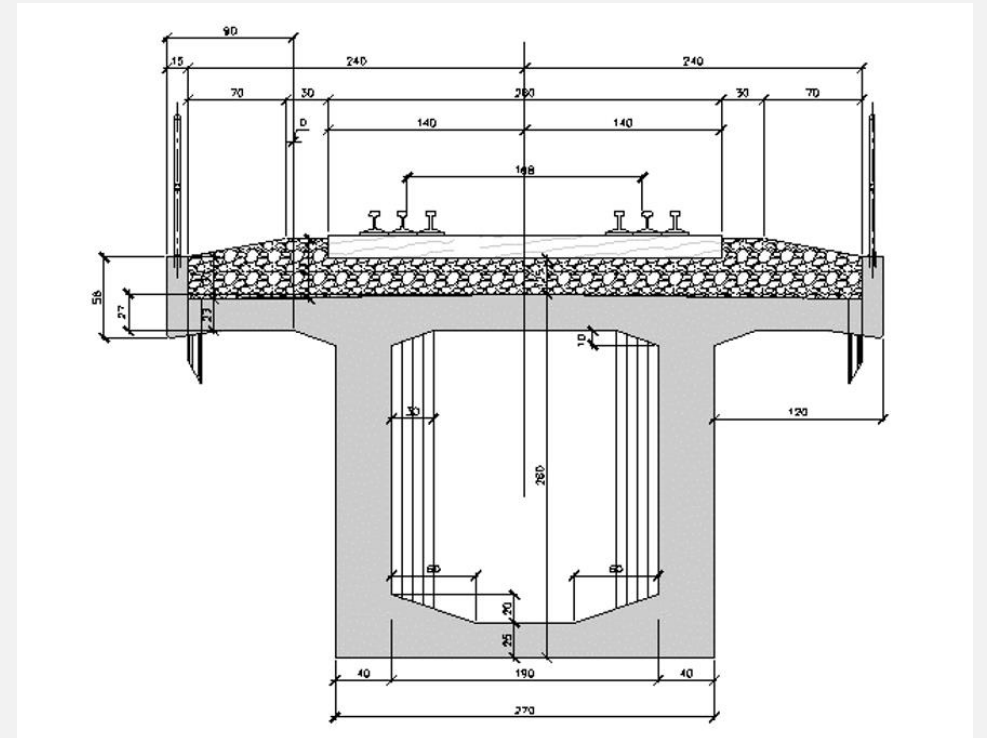
### Vigas de Hormigón Pretensado



## OBRAS DE ARTE – TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

### Puentes de Hormigón Armado

### Sección tipo cajón – Luces >50m



## OBRAS DE ARTE – REGLAMENTO ARGENTINO DE PUENTES FERROVIARIOS

### Hipótesis de Carga

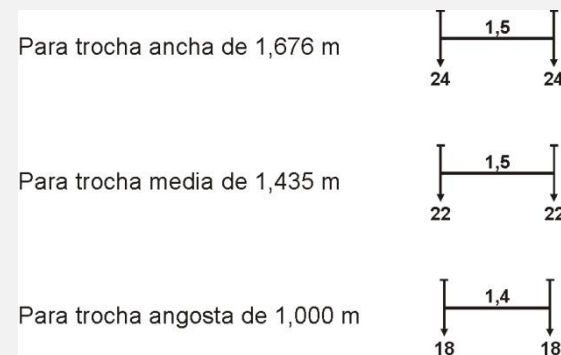
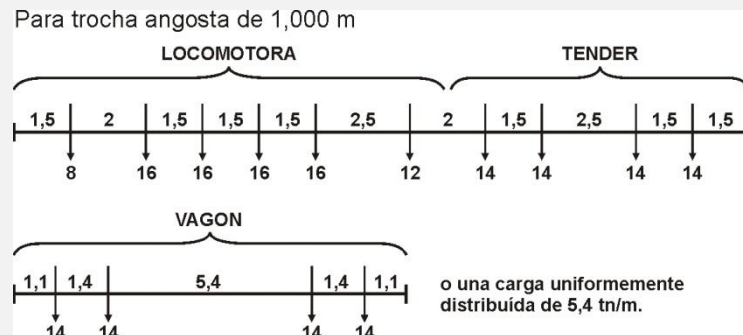
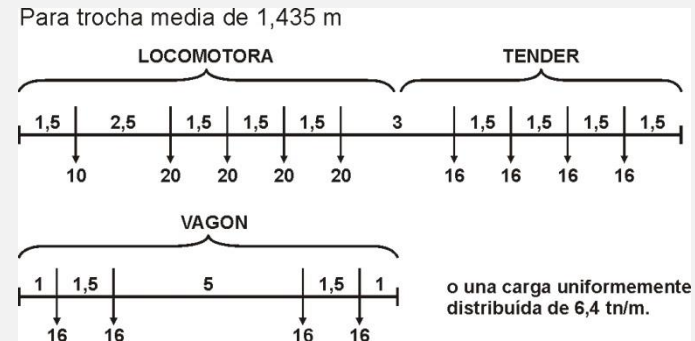
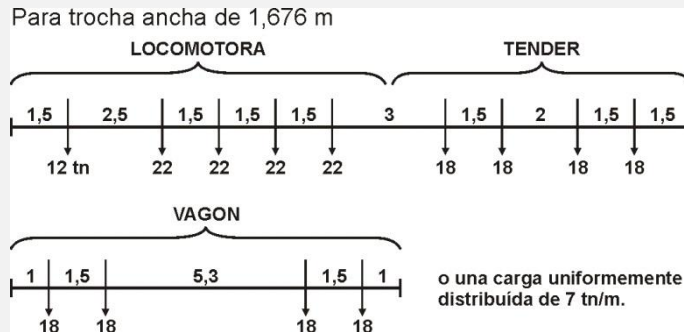
I) Fuerzas principales	
1)	Cargas permanentes.
2)	Cargas móviles con impacto
3)	Presión de la tierra sobre los estribos
4)	Sobrecarga móvil en las aceras y andenes
5)	Fuerzas centrífugas horizontales
6)	Influencia de la variación de temperatura
7)	Influencia de la contracción de fraguado y escurrimiento plástico del hormigón

II) Fuerzas adicionales	
1)	Presión del viento
2)	Frenado y arranque
3)	Choques laterales del tren (balanceo)
4)	Frotamiento en los apoyos
5)	Desviación y asiento de los pilares y apoyos
6)	Peso de la nieve

III) Fuerzas para verificaciones especiales	
1)	Influencia de determinados estados de obra (apuntalamientos).
2)	Seguridad al levantamiento de los apoyos.
3)	Seguridad contra el volcamiento
4)	Anclajes
5)	Efectos originados por la presión del agua, choques de objetos, vehículos o embarcaciones contra estructuras de apoyo.
6)	Efecto de los movimientos sísmicos.

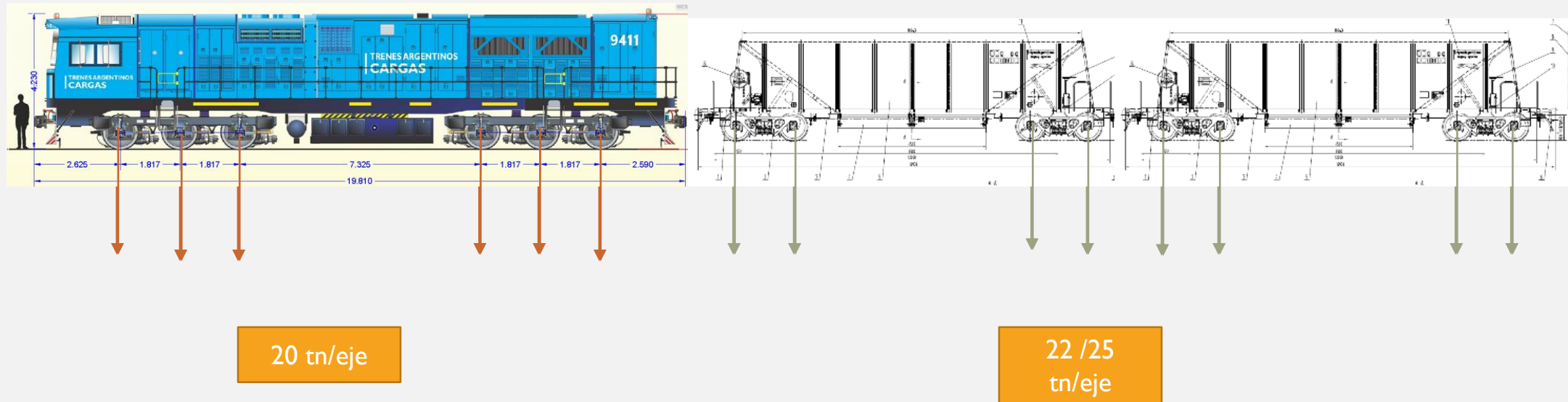
## OBRAS DE ARTE – REGLAMENTO ARGENTINO DE PUENTES FERROVIARIOS

### Hipótesis de Carga – Trenes Tipo



## OBRAS DE ARTE – REGLAMENTO ARGENTINO DE PUENTES FERROVIARIOS

### Hipótesis de Carga – Trenes Tipo



## OBRAS DE ARTE – REGLAMENTO ARGENTINO DE PUENTES FERROVIARIOS

Hipótesis de Carga – cargas equivalentes uniformemente distribuidas

Trocha de 1,676 m			Trocha de 1,435 m			Trocha de 1,000 m		
Luz	Momentos Flectores	Esfuerzos Cortantes	Luz	Momentos Flectores	Esfuerzos Cortantes	Luz	Momentos Flectores	Esfuerzos Cortantes
m	p	p'	m	p	p'	m	p	p'
1	48,00	48,00	1	44,00	44,00	1	36,00	36,00
2	24,00	30,00	2	22,00	27,50	2	18,00	23,40
3	18,00	24,00	3	16,50	22,00	3	14,11	18,40
4	16,50	20,62	4	15,00	18,75	4	12,25	15,00
5	15,84	19,36	5	14,40	17,60	5	11,52	14,08
6	14,67	18,35	6	13,33	16,67	6	10,67	13,33
7	14,37	17,06	7	13,06	15,51	7	10,45	12,57
8	13,75	16,19	8	12,50	14,69	8	10,25	11,87
9	13,33	15,33	9	12,10	13,93	9	9,88	11,26
10	12,80	14,90	10	11,60	13,52	10	9,44	10,92
11	12,48	14,36	11	11,33	13,16	11	9,27	10,63
12	12,17	14,04	12	11,07	12,83	12	9,03	10,37
13	11,99	13,75	13	10,95	12,64	13	8,89	10,07
14	11,83	13,49	14	10,80	12,33	14	8,71	9,89
15	11,62	13,20	15	10,59	12,12	15	8,55	9,72
16	11,40	12,91	16	10,47	11,87	16	8,44	9,58
17	11,24	12,69	17	10,35	11,65	17	8,37	9,40
18	11,10	12,46	18	10,20	11,44	18	8,26	9,22
19	10,93	12,24	19	10,05	11,24	19	8,14	9,05
20	10,78	12,04	20	9,89	11,06	20	8,05	8,91
21	10,68	11,65	21	9,79	10,88	21	7,98	8,79
22	10,57	11,76	22	9,68	10,80	22	7,92	8,72
23	10,46	11,70	23	9,57	10,77	23	7,84	8,66
24	10,35	11,65	24	9,52	10,70	24	7,79	8,60
25	10,31	11,56	25	9,48	10,61	25	7,74	8,58
26	10,29	11,49	26	9,45	10,55	26	7,71	8,54
27	10,24	11,42	27	9,42	10,49	27	7,67	8,46
28	10,21	11,37	28	9,37	10,43	28	7,65	8,45
29	10,16	11,30	29	9,33	10,40	29	7,63	8,41
30	10,12	11,26	30	9,28	10,36	30	7,59	8,37
32	10,02	11,18	32	9,19	10,28	32	7,53	8,31
35	9,93	11,02	35	9,13	10,13	35	7,46	8,22
38	9,89	10,86	38	9,10	9,98	38	7,41	8,13
40	9,85	10,75	40	9,06	9,88	40	7,39	8,06
45	9,71	10,50	45	8,92	9,64	45	7,32	7,90
50	9,54	10,27	50	8,75	9,42	50	7,21	7,74
60	9,18	9,87	60	8,42	9,05	60	6,99	7,47
70	8,85	9,55	70	8,10	8,76	70	6,75	7,23
80	8,58	9,29	80	7,86	8,51	80	6,57	7,07
90	8,36	9,07	90	7,66	8,32	90	6,41	6,92
100	8,17	8,90	100	7,48	8,15	100	6,28	6,79
110	8,02	8,75	110	7,33	8,01	110	6,17	6,68
120	7,90	8,61	120	7,23	7,89	120	6,08	6,59
130	7,80	8,51	130	7,14	7,79	130	6,00	6,51
140	7,72	8,41	140	7,06	7,70	140	5,94	6,44
150	7,65	8,32	150	7,00	7,62	150	5,89	6,37
160	7,60	8,25	160	6,95	7,55	160	5,86	6,32
170	7,55	8,18	170	6,90	7,49	170	5,81	6,27
180	7,51	8,12	180	6,86	7,43	180	5,78	6,22

## OBRAS DE ARTE – REGLAMENTO ARGENTINO DE PUENTES FERROVIARIOS

### Hipótesis de Carga – coeficiente de impacto

$$\phi = 1,4 - 0,008 L_{\phi} - 0,1 h_r \geq 1,0$$

$L_{\phi}$  es la luz determinante del coeficiente de impacto en metros.

$h_r$  es la altura del relleno inerte en metros.