



Índice

**Bloque 1.
Sección transversal ferroviaria.**

**Bloque 2.
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.
Instalaciones**



Índice

1. Introducción

2. El material móvil

3. La vía ferroviaria

3.1 El carril

3.2 La continuidad de la vía

3.3 La traviesa

3.4 Las sujeciones

3.5 Capas de asiento



3.5 **Capas de asiento**

3.5.1. Introducción

3.5.2. La plataforma

3.5.3. La banqueta

3.5.4. El balasto

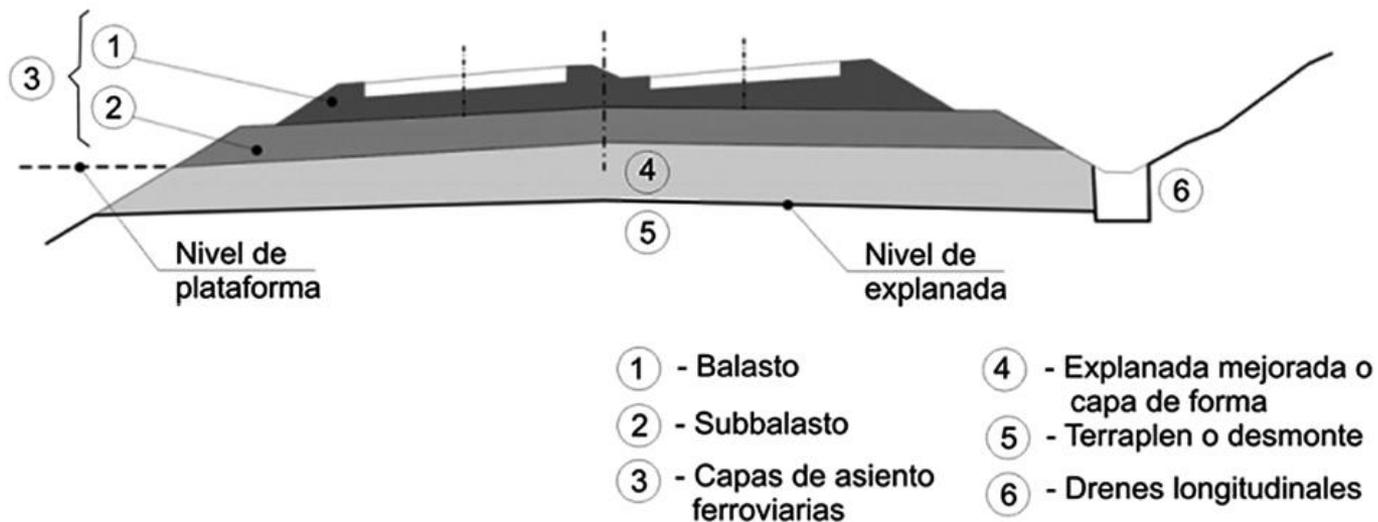
3.5.5. El subbalasto



3.5.1. Introducción

Expianación: “Zona del terreno natural o preparado, destinada a contener la totalidad de sus instalaciones (vías, tendidos eléctricos, edificios, etc)”

Plataforma: “Parte más profunda de la vía que debe soportar en último término todos los esfuerzos producidos por la marcha del tren”



Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.

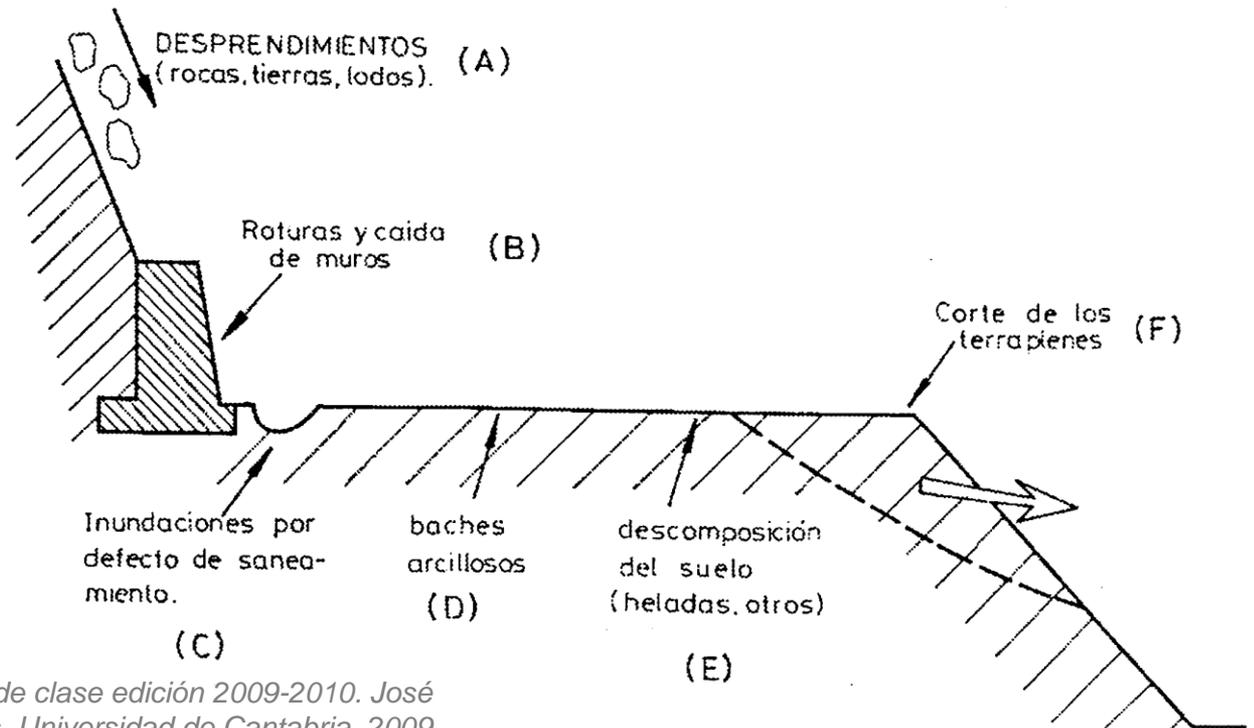


3.5.2. La plataforma

Funciones

- Soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos
- Evacuar las aguas que dañan la banqueta y la propia plataforma

Problemas





3.5.2. La plataforma

Plataforma de nueva construcción

- Calidad del suelo existente
- Categoría de la línea (velocidad de los trenes y tráfico)
- Capacidad portante NECESARIA



3.5.2. La plataforma

Plataforma de nueva construcción

- Calidad del suelo
 - QS0: Suelos de difícil mejora (orgánicos, solubles, arcillas expansivas, etc...).
 - QS1: Suelos malos (del 40% al 15% de finos, rocas muy evolutivas, margas, etc...).
 - QS2: Suelos medianos (menos del 15% de finos y rocas de dureza media).
 - QS3: Suelos buenos (<7% de finos y roca dura).



3.5.2. La plataforma

Plataforma de nueva construcción

- Categoría de la línea

GRUPO	TRÁFICO MEDIO EQUIVALENTE
1	$130.000 \text{ t/día} < Te$
2	$80.000 \text{ t/día} < Te \leq 130.000 \text{ t/día}$
3	$40.000 \text{ t/día} < Te \leq 80.000 \text{ t/día}$
4	$20.000 \text{ t/día} < Te \leq 40.000 \text{ t/día}$
5	$5.000 \text{ t/día} < Te \leq 20.000 \text{ t/día}$
6	$Te \leq 5.000 \text{ t/día}$

Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.2. La plataforma

Plataforma de nueva construcción

$$Te = Sv \cdot (Tv + 1,4 \cdot Ttv) + Sm \cdot (Km \cdot Tm + 1,4 \cdot Ttm)$$

siendo:

Te: Tráfico medio diario equivalente (t / día).

Tv: Tonelaje (cargas acumuladas) medio diario de vehículos remolcados de viajeros (TBR/día). (*)

Tm: Tonelaje medio diario de vehículos remolcados de mercancías (TBR / día).

Ttv: Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de viajeros (t/día). (*)

Ttm: Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de mercancías (t/día)

Km: 1,15 (valor normal).

1,30 (tráfico con más del 50% de ejes de 20 t o más del 25% de ejes de 22,5 t).

1,45 (tráfico con más del 75% de ejes de 20 t o más del 50% de ejes de 22,5 t).

Sv: Factor corrector por velocidad de los trenes de viajeros. Se determina entrando en la tabla siguiente, con la velocidad del tren de viajeros más rápido.

Sm: Factor corrector por velocidad de los trenes de mercancías. Se determina entrando en la tabla siguiente, con la velocidad de los trenes de mercancías ordinarios ($V \leq 130$ km/h).

Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.2. La plataforma

Plataforma de nueva construcción

Tabla 3. Determinación de la capacidad portante de la plataforma

Explanada (superficie del terraplén o excavación)		Clase de plataforma por su capacidad portante	Requisitos de la capa de forma		
Clase de calidad de suelos	CBR ^a (mín) ⁽¹⁾		Clase de calidad de suelos	CBR ^b (mín)	Mínimo espesor: "e _f " (m)
QS 1	2	P 1	QS 1	2	⁽²⁾
		P 2	QS 2	5	0,50
		P 2	QS 3	17	0,35
		P 3	QS 3	17	0,50
QS 2	5	P 2	QS 2	5	⁽³⁾
		P 3	QS 3	17	0,35
QS 3	17	P 3	QS 3	17	⁽⁴⁾

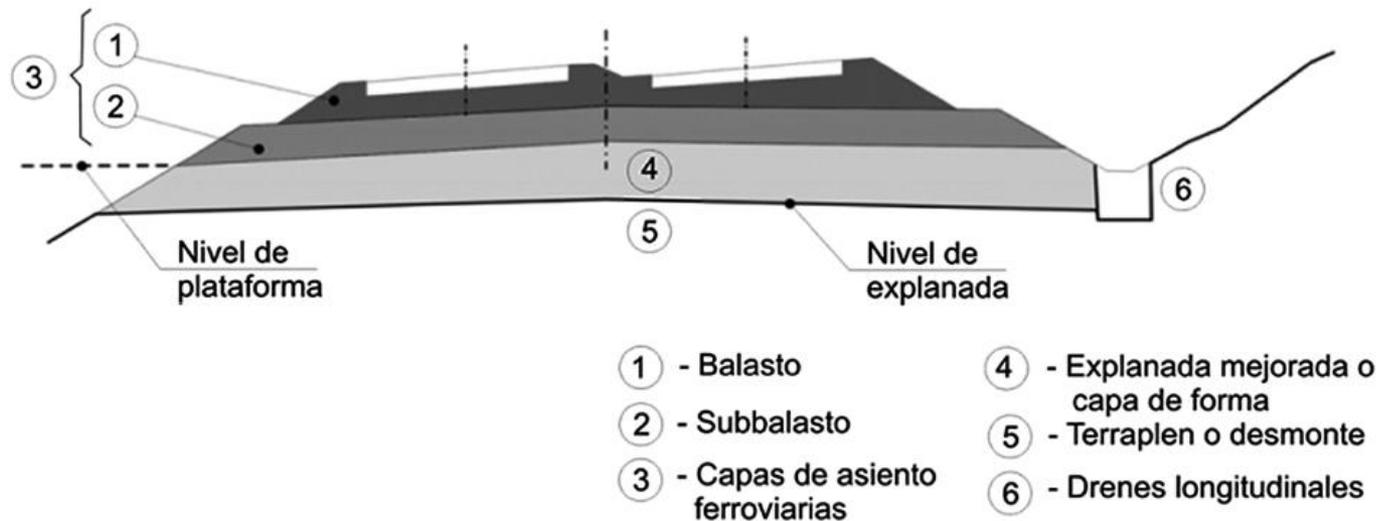
Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.2. La banqueta. Definición

Banqueta: “Parte de la vía sobre la que se dispone el armazón o armado de ésta: traviesas, carriles y sujeciones”



Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.3. La banqueta

Funciones

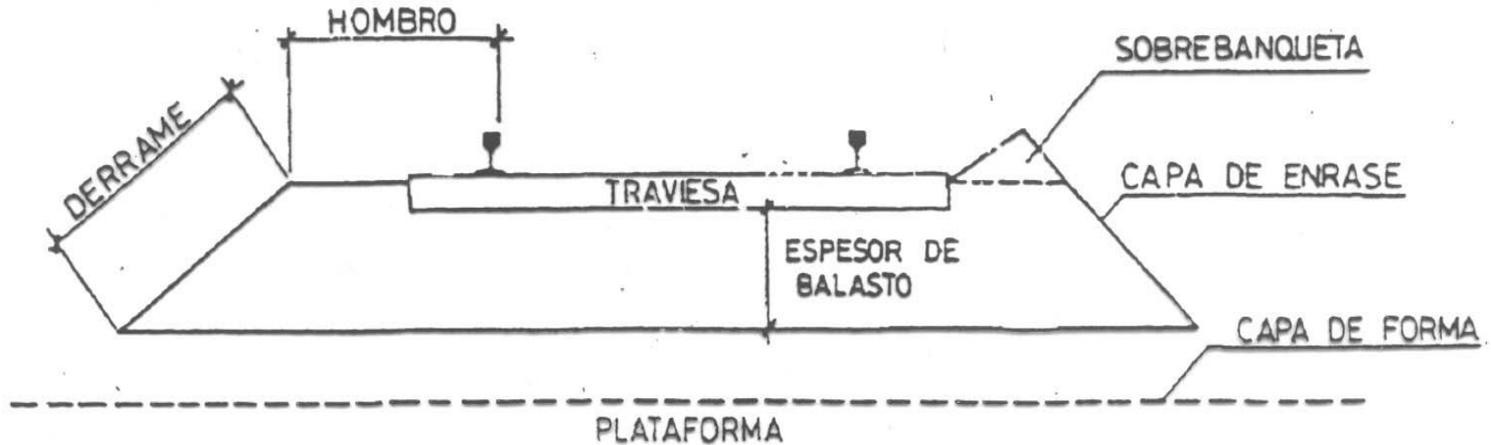
- Arristrar las traviesas, y por tanto, los carriles a ella sujetos
- Amortiguar las acciones de los trenes sobre el armado de la vía
- Repartir las cargas verticales sobre la plataforma
- Facilitar el paso del agua a su través para que sea evacuada de la plataforma
- Proteger a la plataforma de las heladas
- Permitir, con trabajos sencillos, el mantenimiento de la alineación y nivelación de la vía (banquetas bateables)
- Al cambiar la banqueta se debe tener la posibilidad de recuperar su forma geométrica inicial (banquetas perfilables)



3.5.3. La banqueta

Elementos constitutivos

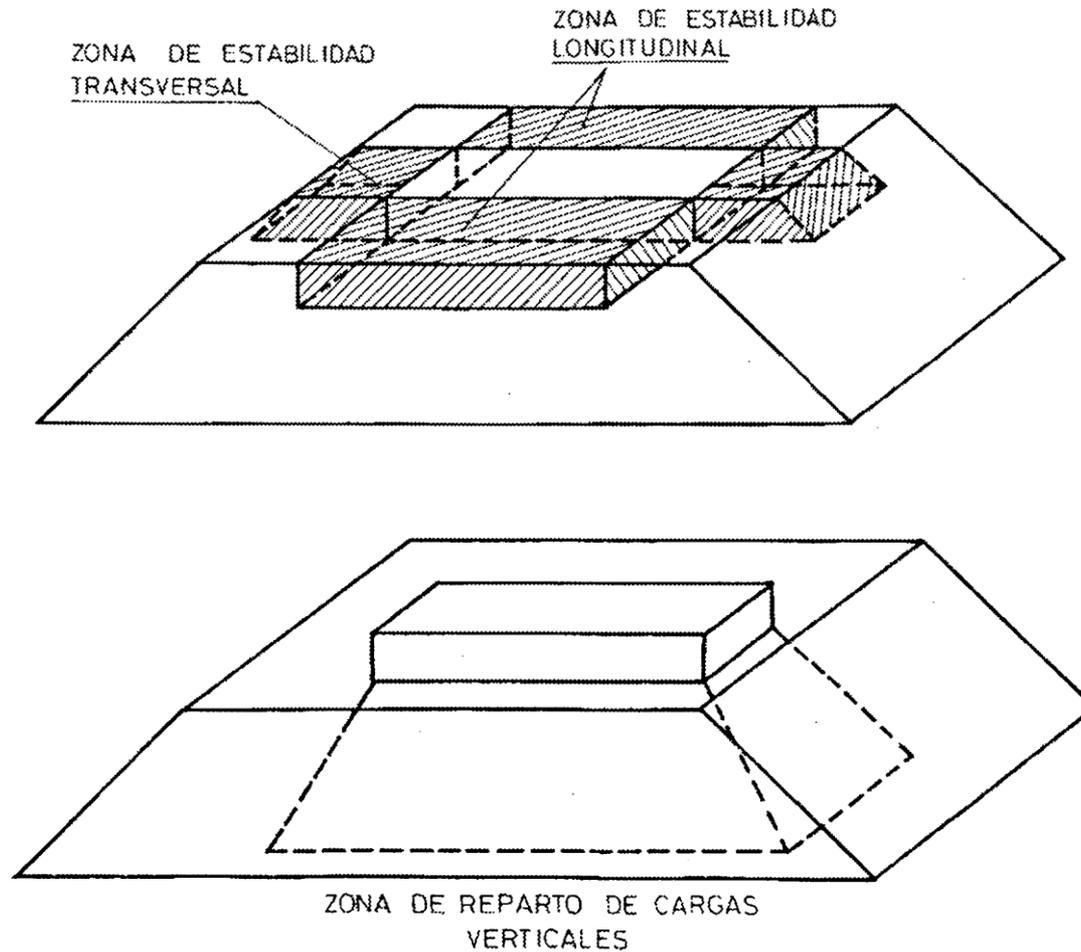
PARTES DE LA BANQUETA





3.5.3. La banqueta

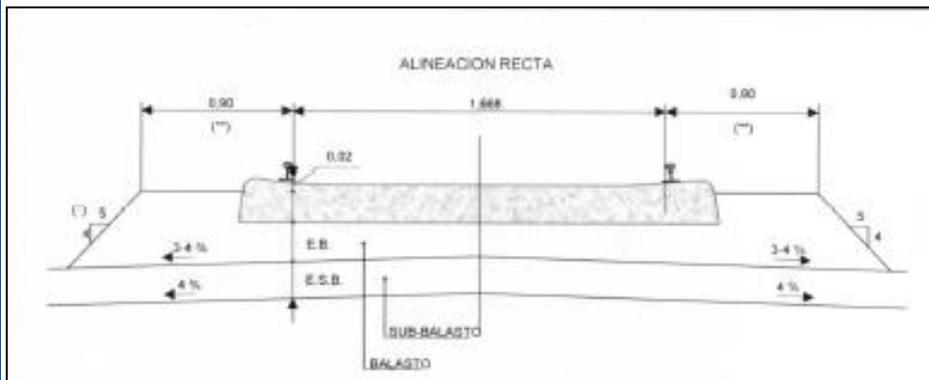
Elementos constitutivos



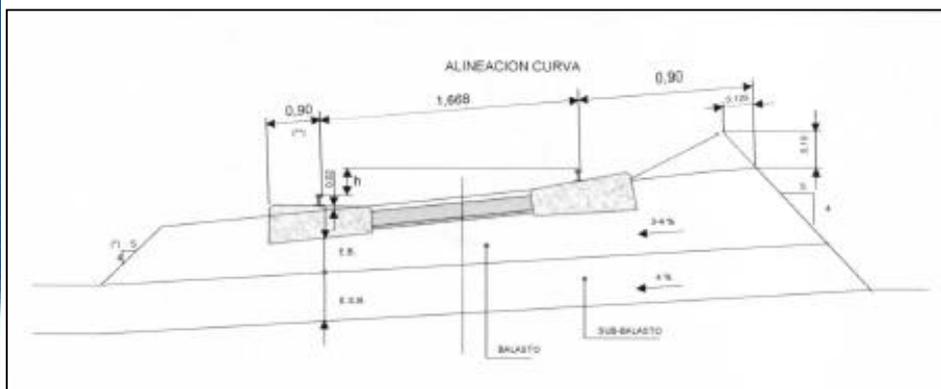


3.5.3. La banqueta

Dimensiones (vía única)



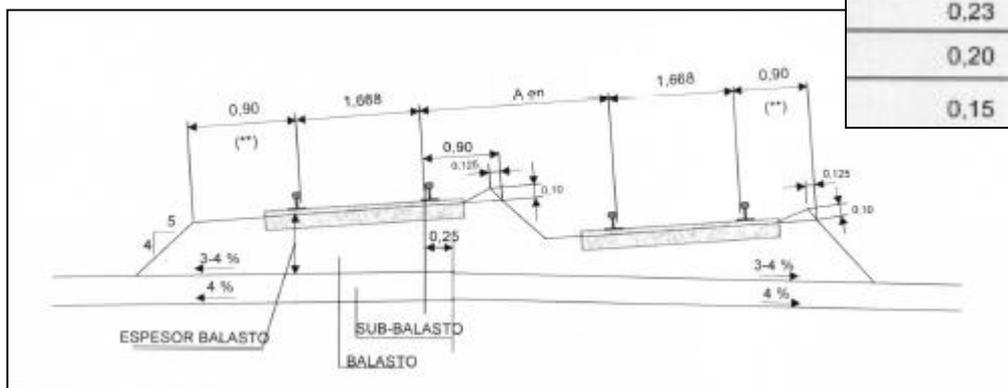
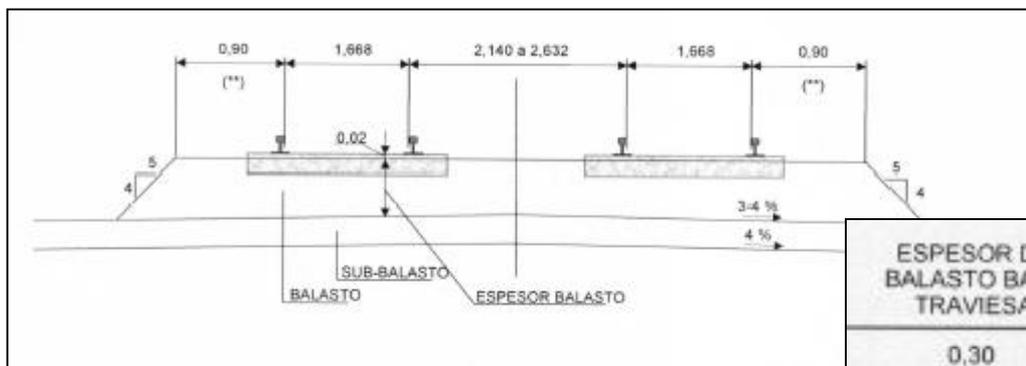
ESPESOR DE BALASTO BAJO TRAVIESA	m ³ DE BALASTO POR m. l. VIA			RED
	MONOBLOC	BIBLOC	MADERA	
0,30	1,740	1,830	1,790	A1
0,23	1,460	1,550	1,520	A2
0,20	1,340	1,530	1,400	B
0,15	1,140	1,280	1,200	C





3.5.3. La banqueta

Dimensiones (vía doble)

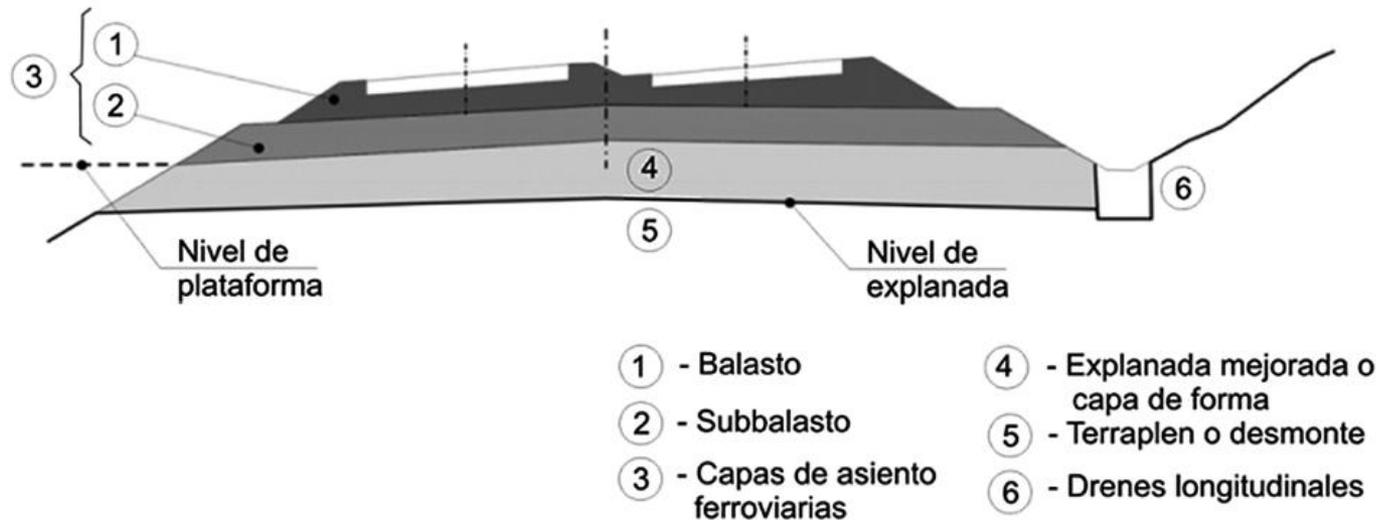


ESPESOR DE BALASTO BAJO TRAVIESA	m ³ DE BALASTO POR m. l. VIA			RED
	MONOBLOC	BIBLOC	MADERA	
0,30	3,380	3,570	3,490	A1
0,23	2,830	3,020	2,940	A2
0,20	2,600	2,780	2,850	B
0,15	2,200	2,400	2,300	C



3.5.2. El balasto

Balasto: “Árido formado por piedra o roca **machacada y cribada** conforme a las normas que cada administración ferroviaria ha definido para su uso.”



Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.4. El balasto

Características del balasto

- ✓ Forma
- ✓ Dureza y resistencia
- ✓ Limpieza del balasto
- ✓ Naturaleza del balasto



3.5.4. El balasto

Características del balasto

✓ Forma

El balasto debe tener **aristas vivas** → **mayor rozamiento interno posible**

Deben tener forma **poliédrica** y **nunca plana** (lajas) o **alargada** (agujas)
→ evitar crear zonas plásticas en la banqueta

✓ Dureza y resistencia

Las **aristas** dan **elasticidad** → dureza a compresión
+
↑ resistencia al desgaste

Operaciones de conservación de la vía con maquinaria pesada exige ↑
resistencia al desgaste



3.5.4. El balasto

Características del balasto

✓ Limpieza del balasto

- El balasto debe estar prácticamente **exento de finos** → evitar zonas plásticas
- Evitar la formación de finos al chocar las piedras → alta resistencia al desgaste

✓ Naturaleza del balasto

- Las rocas de procedencia deben ser **homogéneas y no tener facilidad para disgregarse** (no se emplean areniscas, pizarras o rocas sedimentarias similares)
- Rocas no susceptibles a la oxidación o ataque químico por el agua u otros (carbonatos o sulfatos)
- Mejor comportamiento rocas de naturaleza **silíceas** (duras, resistentes al desgaste) y preferentemente de **origen ígneo y metamórfico**: pórfidos, diabasas, granitos, basaltos, cuarcitas.



3.5.4. El balasto

Características del balasto

- ✓ Naturaleza del balasto

Tipo I (A): Silíceo



Tipo II (B): Calizo
(en desuso)

Fuente: <http://www.revistalneas.com/numero08/reportajes03.htm>. Variante de Vadollano



3.5.4. El balasto

Valoración de las características del balasto

- ✓ Ensayo a compresión simple
- ✓ Resistencia de la piedra al choque y al desgaste
- ✓ Valoración de la granulometría
- ✓ Ensayos de forma



3.5.4. El balasto

Valoración de las características del balasto

- ✓ **Ensayo a compresión simple**

Valora el comportamiento elasto-plástico del balasto. Se relaciona directamente con la degradación del balasto.

Balasto tipo A: + de 1.200 kp/cm²

Balasto tipo B: + de 1000 kp/cm²

(RENFE)





3.5.4. El balasto

Valoración de las características del balasto

- ✓ Resistencia de la piedra al choque y al desgaste

Efectos del desgaste y rotura del balasto

- Producción de polvo que cierra los intersticios → **baches**
- Rotura y desgaste de las aristas → **pérdida de elasticidad**

Medida del desgaste mediante el **ensayo de Los Ángeles**
(coeficiente C)

- Balasto tipo A: C máximo del 19%
- Balasto tipo B: C máximo del 22%



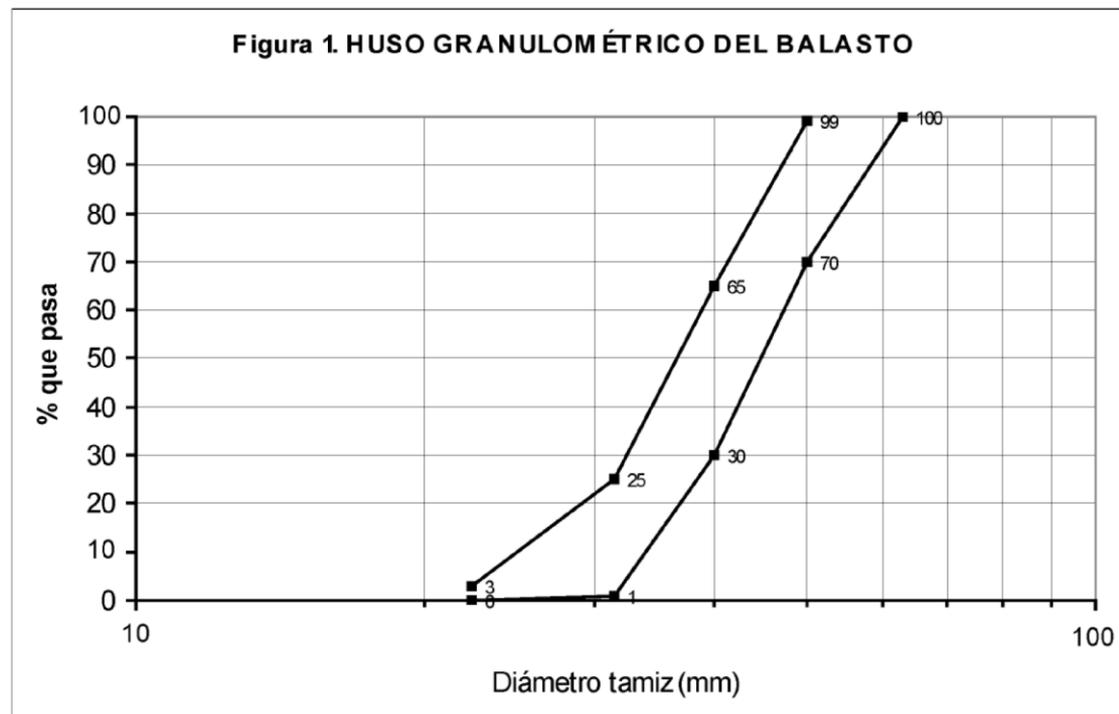
3.5.4. El balasto

Valoración de las características del balasto

✓ Valoración de la granulometría

Funciones básicas de un balasto con granulometría adecuada

- Sujetar y arriostrar las traviesas
- Debe permitir el movimiento de los bates y conseguir una nivelación estable



Fuente: ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6.-Balasto y 7.-Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF).



3.5.4. El balasto

Valoración de las características del balasto

✓ Ensayos de forma

Las normas exigen que el balasto esté prácticamente exento de piedras aciculares y lajosas

– Elementos aciculares:

» 6% para tipo A

» 8% para tipo B

– Elementos planos:

» 5% en elementos de espesor menor de 16 mm

» En elementos de espesor 16-25 mm → $C_L < 27\%$

$$\text{Siendo } C_L = 39,5 - C$$



3.5.4. El balasto

Espesor de la capa de balasto

Depende de:

- ✓ Tráfico
- ✓ Carga por eje
- ✓ Velocidad

CATEGORÍA DE LÍNEA

- ✓ Calidad conseguida al formar la plataforma

El espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa e_b , en función de la velocidad máxima de circulación en la línea ferroviaria, será el siguiente:

V (km/h)	e_b (cm)
$V < 120$	25
$V \geq 120$	30

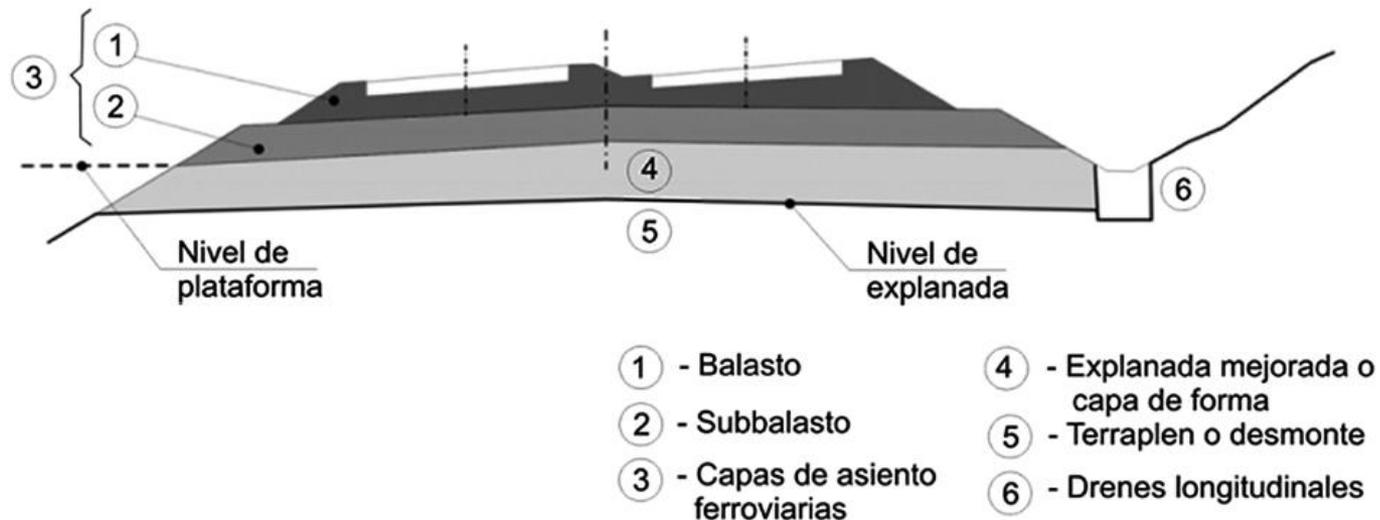
Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.5. El subbalasto

Subbalasto: “Capa de áridos de exigencias técnicas menores que el balasto que se coloca entre el balasto y la plataforma para proteger esta última”



Fuente: Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio. Ministerio de Fomento.



3.5.5. El subbalasto

Funciones

- ✓ Protección de la parte superior de la plataforma contra la erosión
- ✓ Protección de la plataforma de los efectos de las heladas
- ✓ Repartición de las cargas transmitidas sobre la plataforma

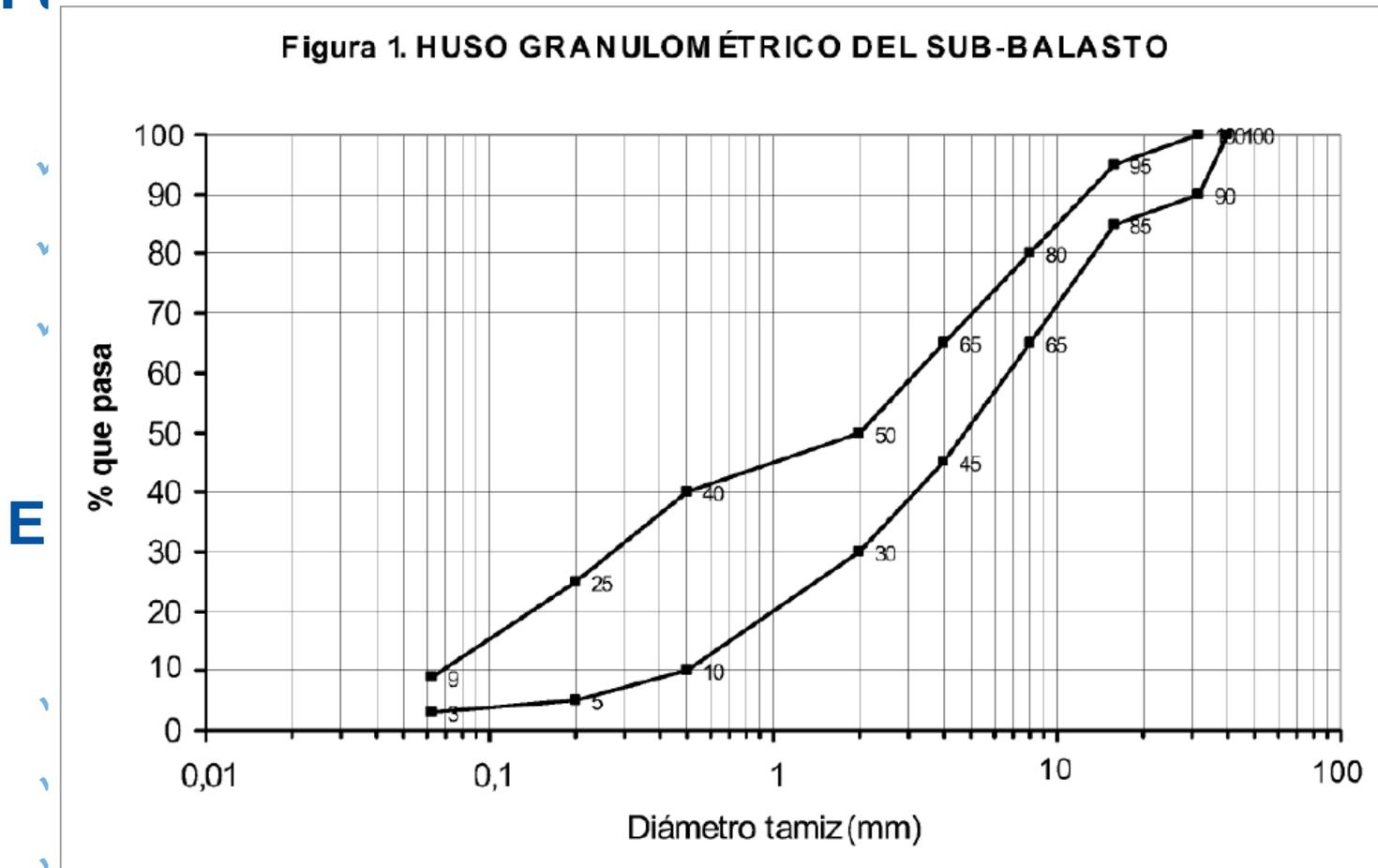
Espesor

- ✓ Características del suelo propiamente dicho
- ✓ Características geológicas del lugar
- ✓ Condiciones climáticas



3.5.5. El subbalasto

Funciones



Fuente: ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6.-Balasto y 7.-Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF).

Figura 1. HUSO GRANULOMÉTRICO DEL SUB-BALASTO

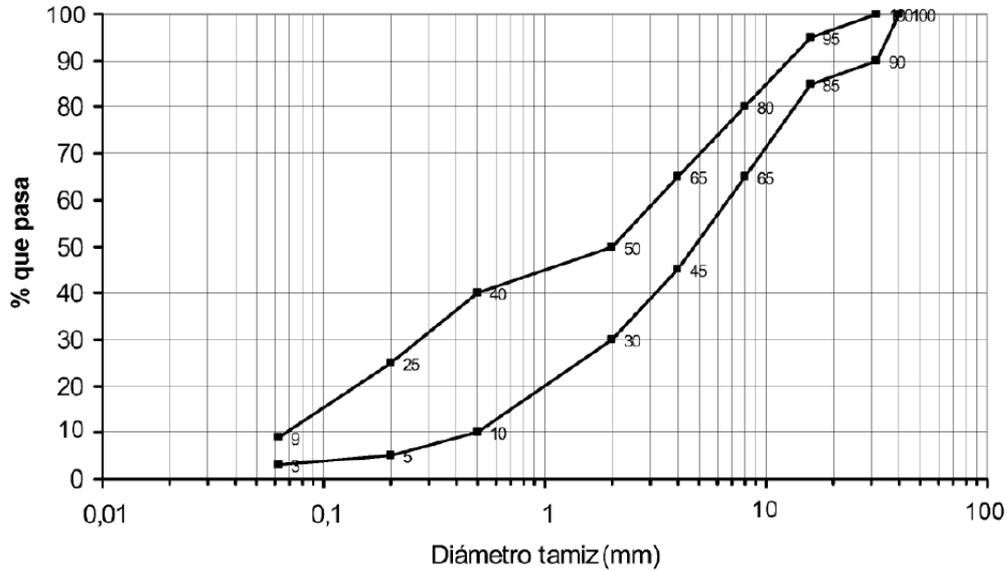
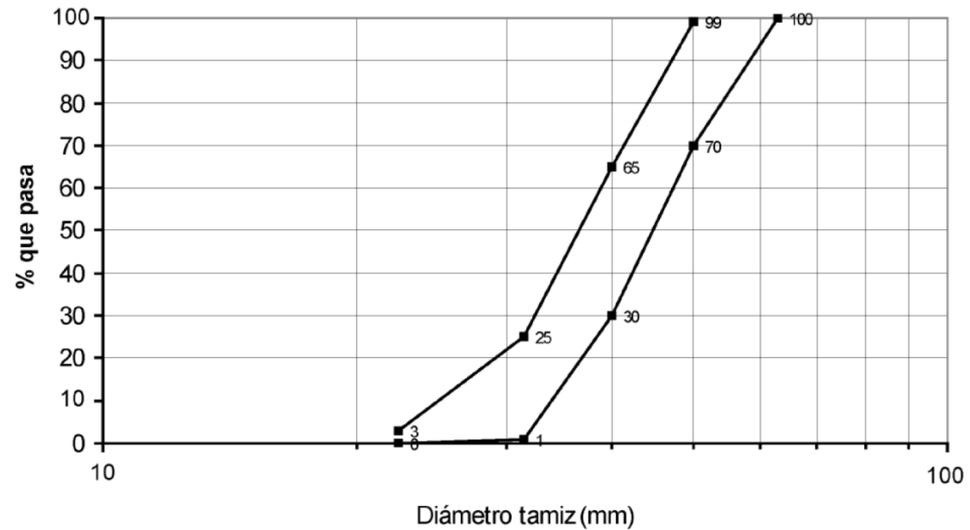


Figura 1. HUSO GRANULOMÉTRICO DEL BALASTO



Fuente: ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6.-Balasto y 7.-Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF).