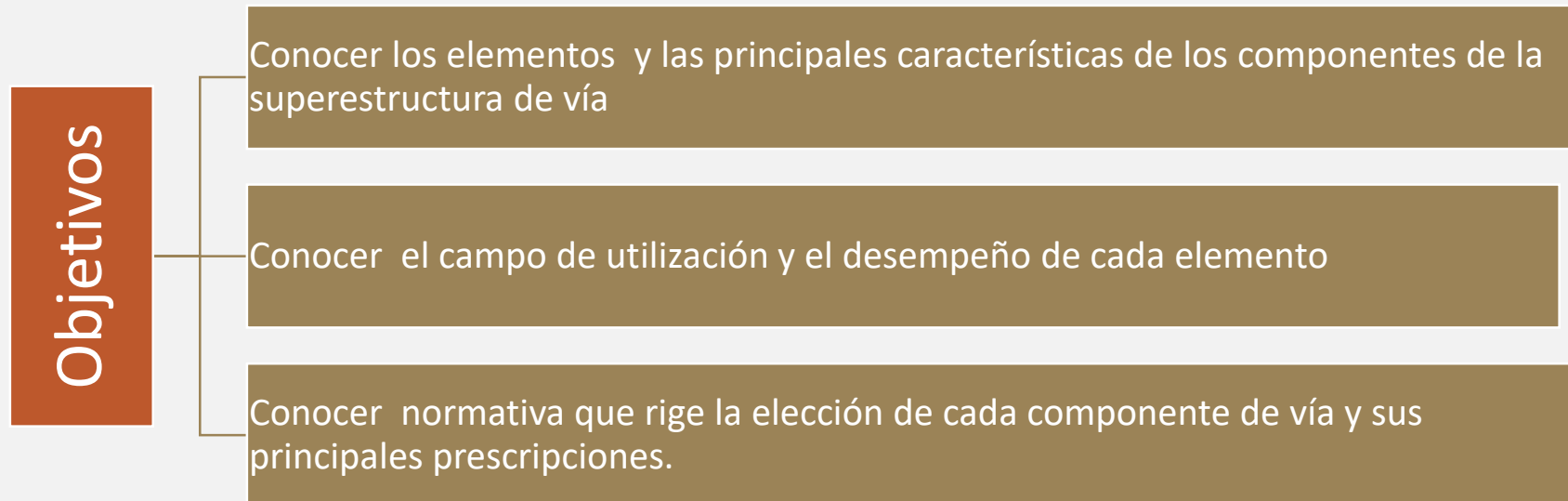
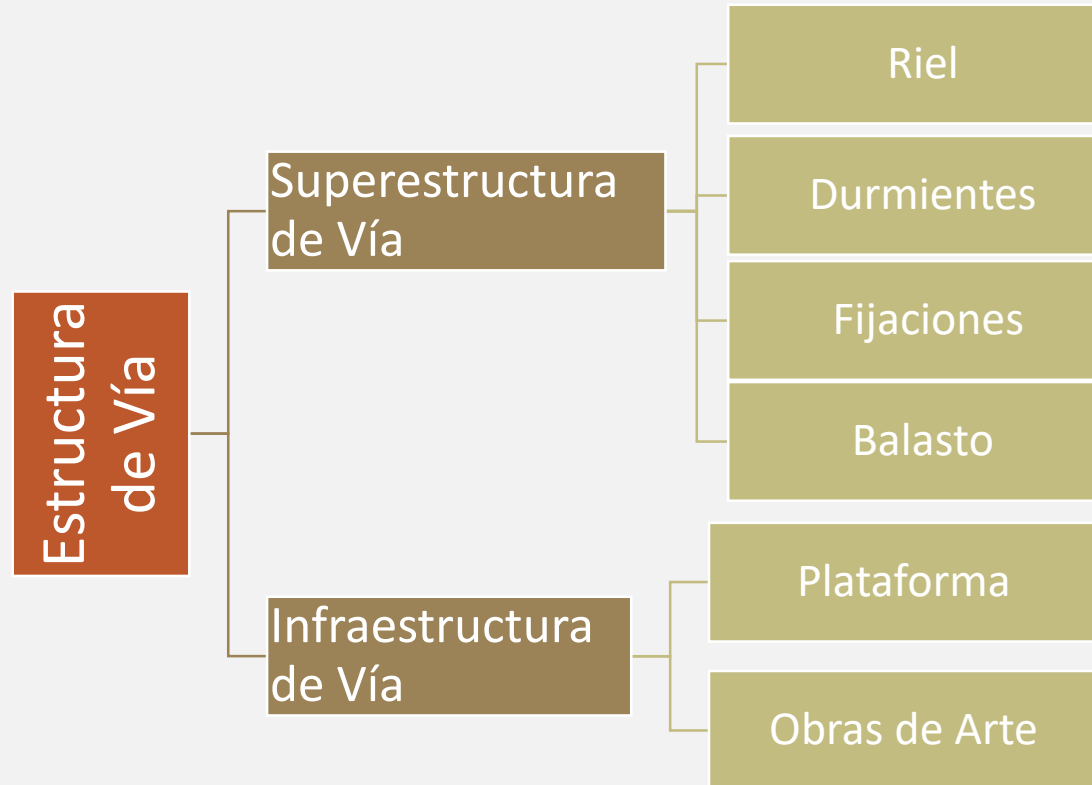


1.B-SUPERESTRUCTURA DE VÍA

SUPERESTRUCTURA DE VÍA



ESTRUCTURA DE VÍA



RIEL

Función

- Actúa como calzada y dispositivo de guiado gracias a la forma de la cabeza y las pestañas de las llantas.
- Además recibe las tensiones del material rodante y las transmite a los restantes elementos que conforman la estructura de vía.
- Actúa como elemento conductor de corriente eléctrica para señalización y circuito de retorno en caso de tracción en líneas electrificadas.

RIEL

Características

- **Material:** Los primeros fueron de piedra y bronce (siglo V ac), después en el siglo XV aparecen los de madera en las minas, luego en el siglo XVIII se emplea el hierro y finalmente en el siglo XIX se incorpora el acero.
- **Composición química:** Está formado por hierro, carbono, silicio, azufre, fósforo, arsénico, manganeso, cromo y otros minerales
 - El C aumenta la dureza y resistencia al desgaste, en exceso causa fragilidad.
 - El Si elimina gases durante la elaboración, facilitando la laminación, y aumenta la dureza y la resistencia al desgaste.
 - El azufre y el fósforo le confiere fragilidad, imposible eliminarlos por completo.
 - El Mn y Cr aumentan la dureza, resistencia al desgaste y la tenacidad, pero dificulta el soldado.

RIEL

Características

- **Mecánicas y estructurales:**
 - Peso específico: 7,83 Ton/m³
 - Coeficiente de dilatación lineal: $1,05 \times 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
 - Módulo de elasticidad: 2.100.000 kg/cm²
 - Dureza Brinell: 210 a 260 para aceros normales, y hasta 375 para aceros especiales
 - Alargamiento en rotura 9 al 14%.
 - Límite de fluencia: 4920 kg/cm² (riel normal) , 7730 kg/cm² (riel especial)

RIEL

Características

TABLA 2.1

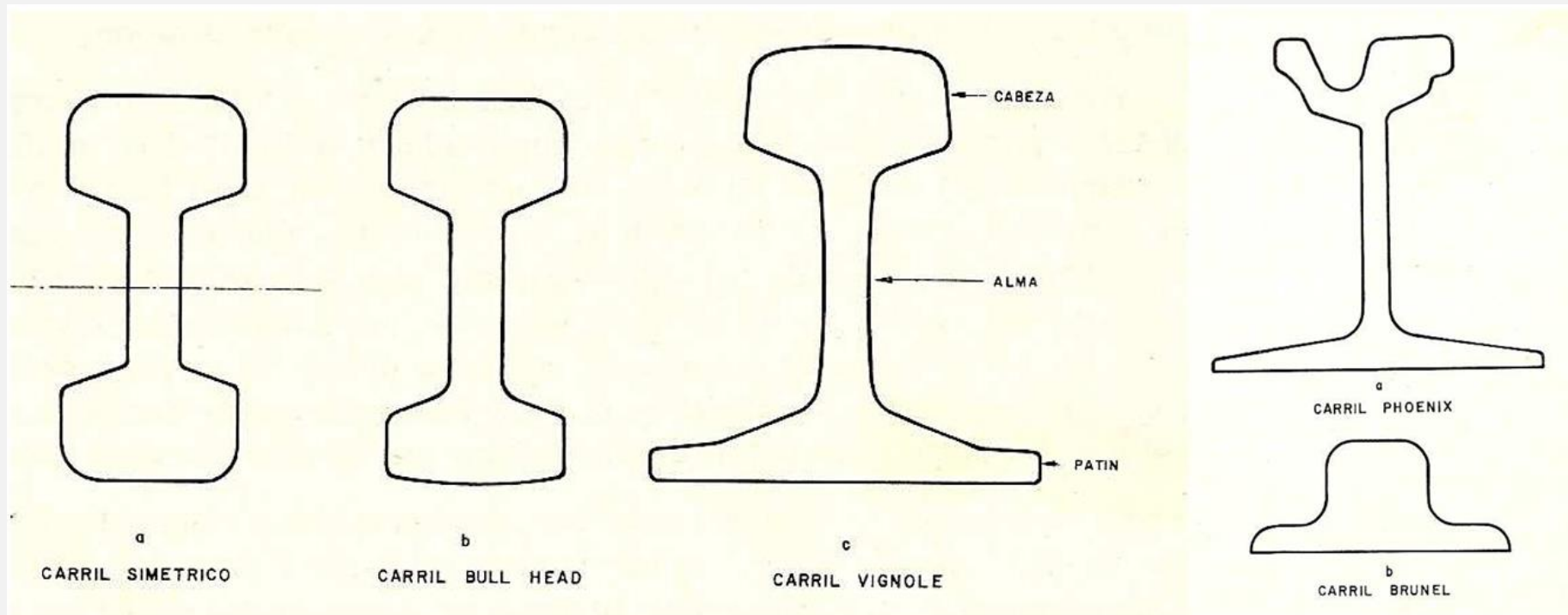
Composición química del acero para carriles, según UNE 25.122

<i>Componentes</i>	<i>Acero normal</i>		<i>Acero resistente al desgaste</i>	
	<i>Colada</i>	<i>Producto</i>	<i>Colada</i>	<i>Producto</i>
Carbono %	0,40 a 0,60	0,37 a 0,63	0,50 a 0,70	0,47 a 0,73
Manganeso %	0,90 a 1,20	0,86 a 1,24	1,30 a 1,70	1,26 a 1,74
Silicio %	menor de 0,30	menor de 0,30	menor de 0,50	menor de 0,30
Fósforo %	menor de 0,05	menor de 0,06	menor de 0,05	menor de 0,06
Azufre %	menor de 0,05	menor de 0,06	menor de 0,05	menor de 0,06

RIEL

Forma

- La forma de la sección transversal, está condicionada por la interacción con la rueda y la distribución armónica de su estructura.



RIEL

Riel Vignole -Peso

- Proporciona una idea sobre el tipo y calidad del riel. Se expresa **kilos por metro lineal** o **libras por yarda**. Además esta ligado a la carga por eje, velocidad de circulación y densidad de tráfico de las líneas.
- La evolución del peso a través del tiempo a sido: 14 kg/m (los primitivos); 37 kg/m (100 años atrás); 50 - 60 kg/m (en redes europeas y en Argentina hoy en día) y 70 - 90 kg/m (en redes americanas).
- El objetivo buscado es aumentar el **momento de inercia (I_x) y módulo resistente (W)**, sin aumentar su costo, surge el concepto de coeficiente de utilización (o resistencia comparada) = **W/P**
- **Fórmulas empíricas para el cálculo del peso del riel Q (kg/m)**

$Q = 2,5 P$ propuesta en el Congreso Ferroviario de El Cairo.

$Q = V_{\max} / 2,2$ fórmula de YERSHOV, para $V_{\max} < 160 \text{ Km./h.}$

$Q = 31,046 T^{0,203}$ fórmula de SHULGA, siendo T el tráfico anual en millones de toneladas brutas

Fórmula de SHAJUNIANZ, sintetizando las tres anteriores:

$$Q = a (1 + \sqrt{T}) (1 + 0,012 V)^{2/3} P^{2/3}$$

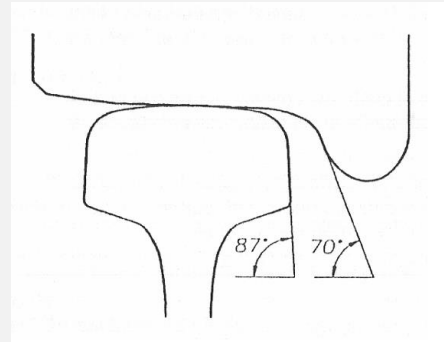
siendo: V: velocidad de circulación (Km./h)

P: carga por eje

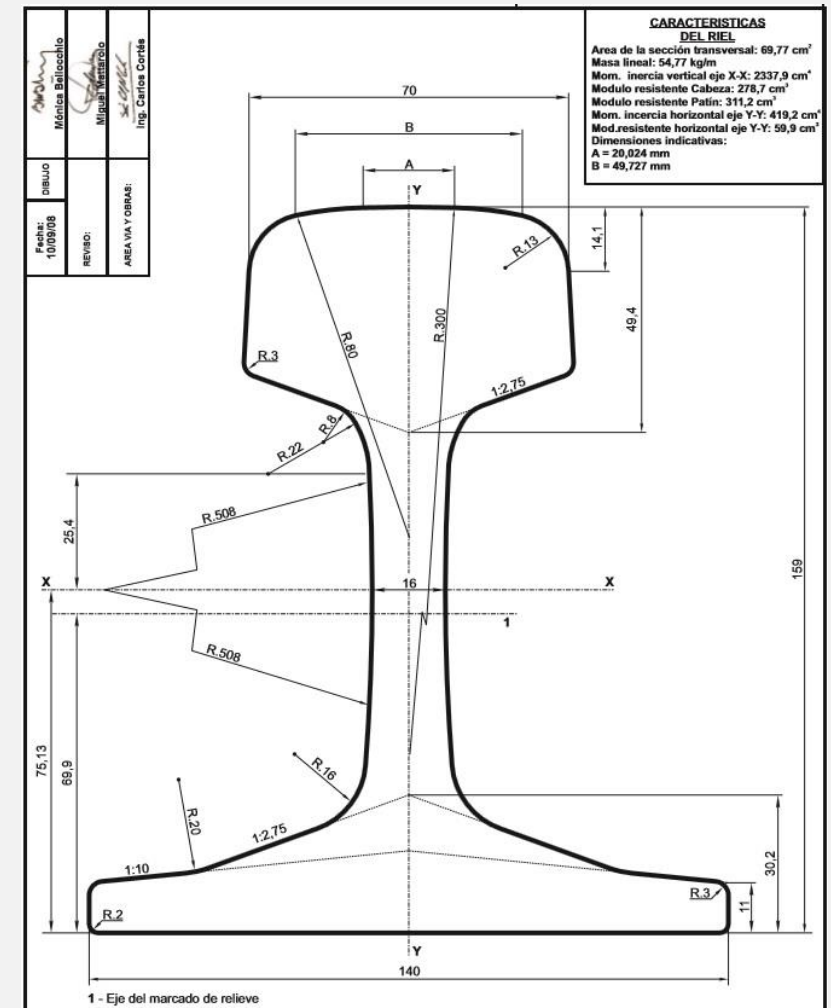
a: tipo de vehículo más desfavorable, 1,20 vagones, 1,13 locomotoras

RIEL

Riel Vignole



- **Cabeza:**
- Es la parte del riel que entra en contacto con las llantas del material móvil, el área de contacto es del orden de 1cm^2
- El ancho de la cabeza debe ser suficiente para soportar el esfuerzo en la zona de contacto llanta – riel y repartirlos a la masa metálica de la propia cabeza.
- Anchos típicos están comprendidos entre 65mm a 72mm
- La altura de la cabeza tiene en cuenta el desgaste vertical que se estima en 1mm por el paso de 80 millones de toneladas.
- La inclinación de las caras laterales es tal que en circulación en recta no se establezca contacto con la pestaña de la rueda.



RIEL

Riel Vignole

- **Patín:**
 - Su ancho determina la tensión a transmitir al durmiente y la resistencia al vuelco del riel.
 - La **relación entre la altura del riel y el ancho de patín** es del orden de 1,1 a 1,2 (facilita la fabricación), también facilita la **distribución de la carga sin giro del riel**
 - El espesor y forma viene condicionada por el **equilibrio** con la sección de la cabeza, con el fin de prever buenas condiciones de **laminación y enfriamiento** en su fabricación.
- **Alma:**
 - Debe tener suficiente espesor para **transmitir las cargas verticales** desde la cabeza al patín a partir de esfuerzo cortante, además de las sollicitaciones que se producen en las proximidades de los agujeros de las eclisas.
 - Además debe transmitir los esfuerzos de **tracción y compresión** que se producen en la cabeza y patín a través de esfuerzo cortante (ya que el riel trabaja como viga sobre apoyos elásticos).
 - El espesor es de alrededor de 15 a 17mm, aumentando su espesor en la zona del alma y del patín (ya que trabaja empotrado en ambos extremos ante esfuerzos horizontales).

RIEL *Proceso de Fabricación*

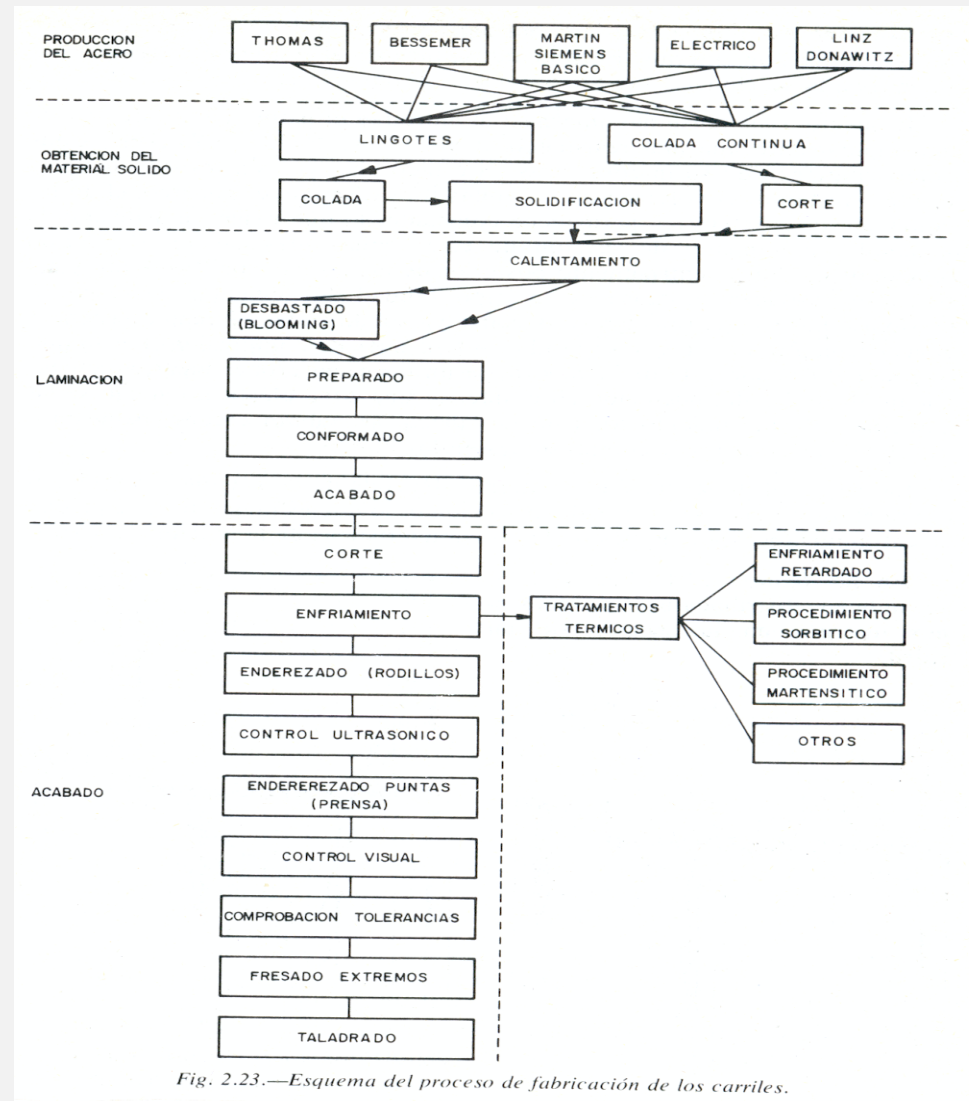


Fig. 2.23.—Esquema del proceso de fabricación de los carriles.

RIEL

Defectos de Fabricación

- Son aquellas anomalías que aparecen en los rieles como consecuencia de su fabricación.
 - Rechupe:**
 - Primario: Por insuficiente despunte del lingote, ocasiona fisura vertical en el extremo del riel
 - Secundario: Por apresuramiento de las operaciones de colada, produciéndose por contracción cavidades o grietas.
 - Segregación central e inversa:** Es originada por impurezas de P y S
 - Inclusiones sólidas y gaseosas:** Son escorias u óxidos de Mn y S, silicatos de Fe y Mn, pueden provocar destrucción repentina de la cabeza del riel.
 - Fisuras transversales:**
 - Defectos de laminación:** Por ejemplo, rebabas en el patín por exceso de material

RIEL

Defectos por uso

- Son aquellas anomalías que aparecen en los rieles como consecuencia de su utilización.

-Por la circulación:

- **Roturas frágiles** producidas por planos en la rueda
- **Desgarros por patinaje** (normalmente en zonas de arranque y frenado de las formaciones).
- Los desgarros por patinaje se pueden reparar en forma eficaz por medio de relleno con soldadura eléctrica.



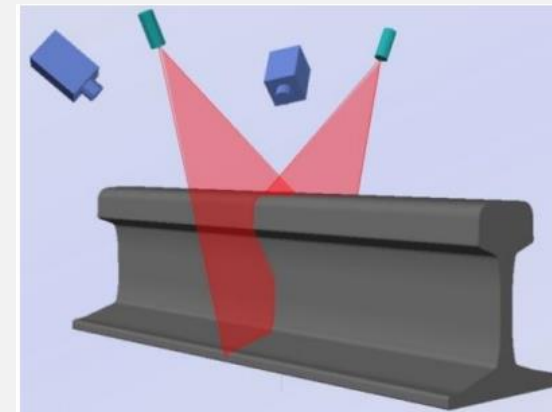
-Debidos al medio ambiente:

- **En zonas húmedas:** Ejemplo subterráneos se produce corrosión, especialmente en la zona del patín.
- **En zonas con balasto degradado** o colmatado favorece la acumulación de humedad, produciendo corrosión en el riel.

RIEL

Ensayos

- **Ensayos mecánicos:** Tracción, choque, resiliencia y dureza
- **Ensayos químicos y metalográficos:** los primeros sirven para comprobar la composición química del material y los segundos para descubrir el origen de los defectos, si los hubiese
- **Ensayos particulares s/ propiedades físicas del acero:** Ensayos magnetoscópicos y auscultación ultrasónica continua (ambos permiten detectar fisuración interna)



RIEL

Control de calidad - Tolerancias

- **En la sección:**

Altura del carril: ± 0.5 mm.

Altura de la cabeza: ± 0.5 mm.

Espesor del alma: $+ 1.0$; $- 0.5$ mm.

Anchura del patín: ± 1.0 mm.

Asimetría del perfil: ± 0.5 mm.

- **En la longitud de las barras:**

Hasta 18 m: ± 2 mm.

Entre 18 y 24: ± 3 mm.

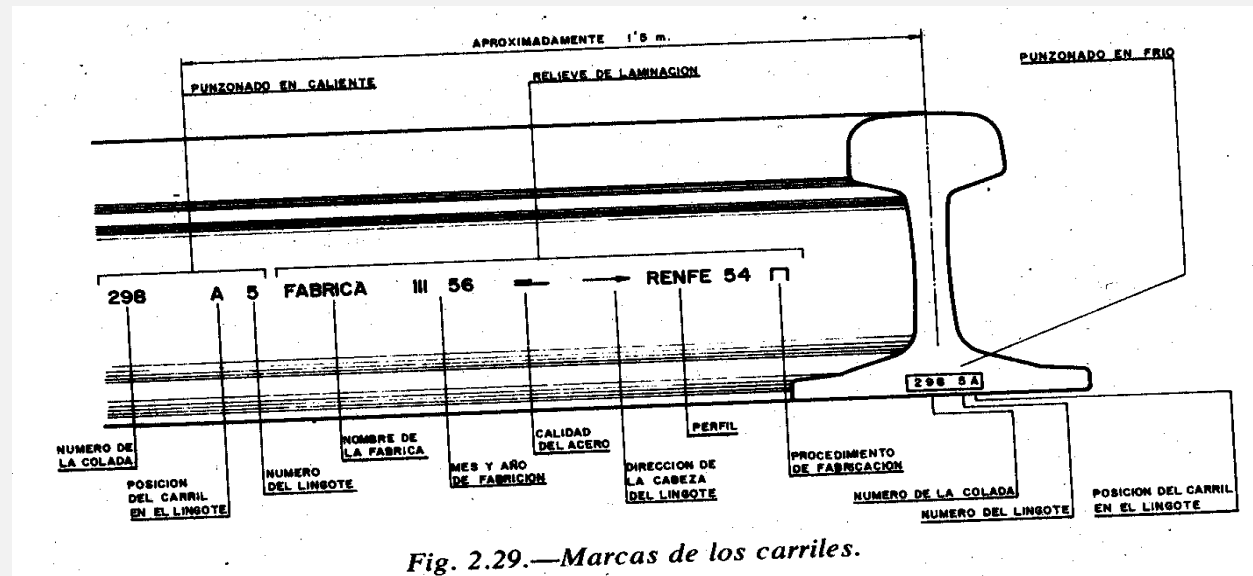
- **En los orificios:**

± 0.5 mm en el diámetro y ± 0.5 mm en el centrado y colocación

RIEL

Identificación

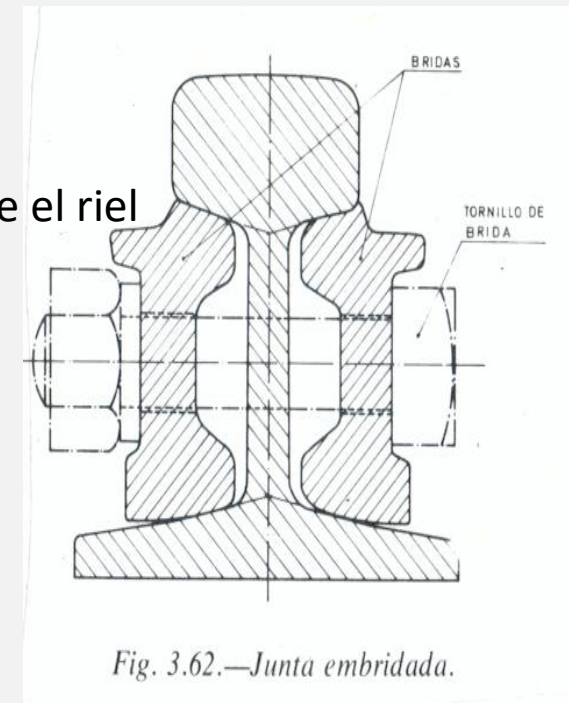
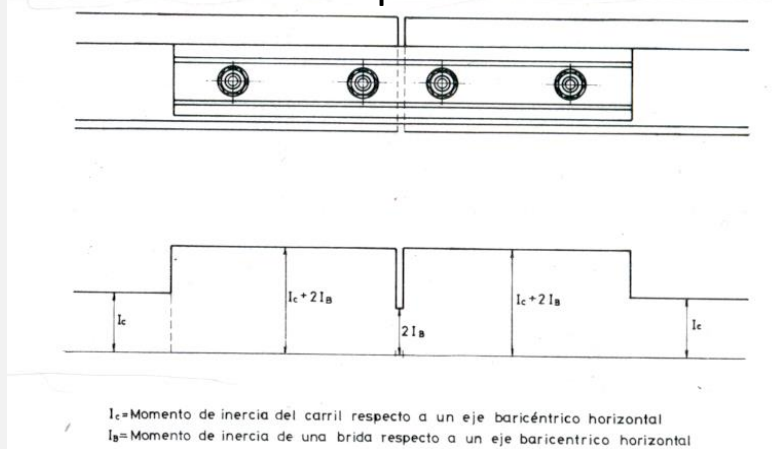
- **Marcas en relieve:** marca del fabricante, mes de fabricación, dos últimas cifras del año, calidad del acero, sentido del colado, símbolo del procedimiento de fabricación.
- **Marcas punzonadas en caliente:** N° de colada, N° de lingote.
- **Marcas punzonadas en frío:** Ídem al anterior, después de superados los ensayos previstos.



RIEL

Juntas

- La unión longitudinal de rieles consecutivos se realiza mediante piezas especiales denominadas **eclisas**, las zonas de unión constituyen los puntos débiles de la vía
- **Función:**
 - Hacer **coincidir** los ejes longitudinales de los dos rieles a unir.
 - **Inmovilizar** la posición de los rieles tanto en horizontal como en vertical.
 - **Permitir** dilatación longitudinal controlada
- Ambas eclisas de una junta tienen prácticamente el mismo **momento de inercia** que el riel
- En líneas electrificadas: para dar continuidad - ligas de unión



RIEL

Juntas – según su posición respecto a los durmientes

- **Suspendidas:**
 - se coloca entre dos durmientes de manera que el punto de junta propiamente dicho carece de apoyo
 - Son juntas elásticas, tiene menor desgaste los extremos de rieles, pero las eclisas trabajan a flexión.
- **Apoyadas:**
 - La junta propiamente dicha se coloca sobre el durmiente
 - Tienen mayor resistencia a los desplazamientos transversales y verticales de la junta
 - El apoyo es más rígido y se dificulta el bateo.
- **Semisuspendidas.**
 - La longitud de las eclisas alcanza el durmiente

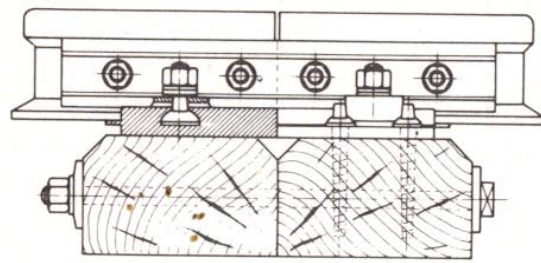


Fig. 3.59.—Junta apoyada.

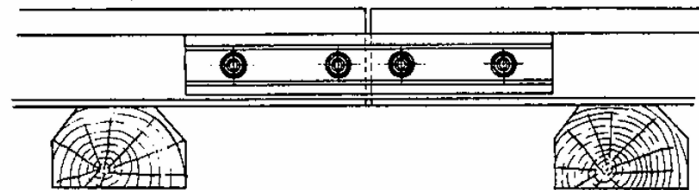


Fig. 3.58.—Junta suspendida.

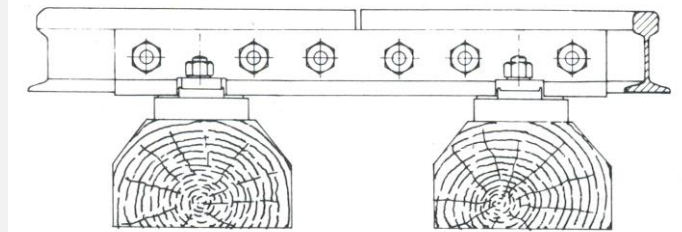
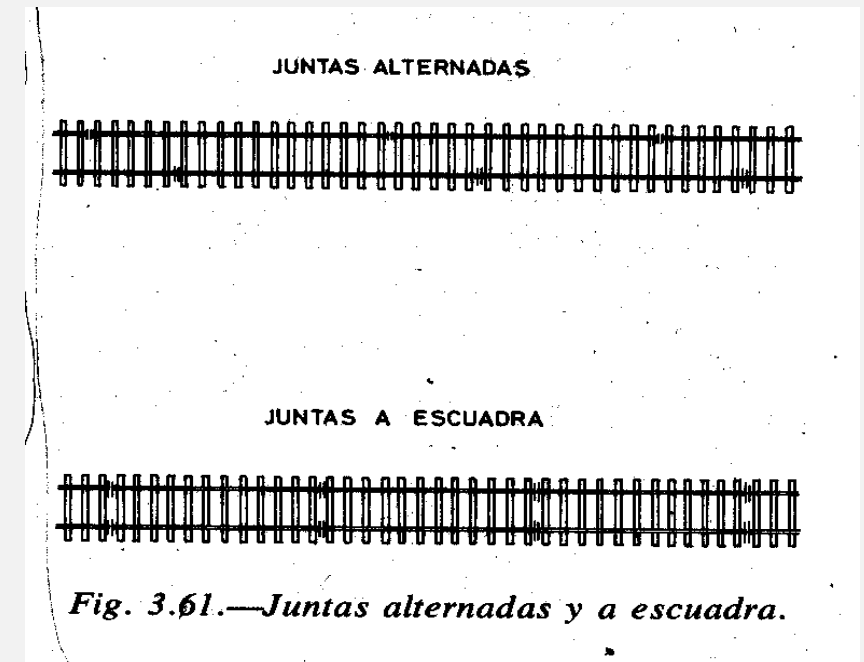


Fig. 3.60.—Junta semisuspendida.

RIEL

Juntas – según su posición en el emparrillado

- **A escuadra:**
- Ambos hilos del riel tienen las juntas en un mismo plano perpendicular el eje de vía
- Se produce un bache pronunciado a cierta distancia regular, aumentando el movimiento de galope del vehículo.
- **Alternadas:**
- No se encuentran en un mismo plano perpendicular al eje de vía.
- Se emplean generalmente en curva para evitar rieles cortos y disminuir el efecto de baja inercia transversal
- Esta posición puede originar una oscilación del material rodante alrededor de su eje longitudinal.
- Se disminuye la energía de impacto en cada junta, pero duplica el número de ellos.



RIEL

Riel Largo Soldado

- **La long de la vía esta limitada por la long de los rieles en el proceso de fabricación y por el transporte.**
- **Soldadura eléctrica:** por arco y por resistencia (Flash Butt).
- **Soldadura aluminotérmica:** el aluminio se combina con el oxígeno de los óxidos metálicos, formando óxido de aluminio y liberando el metal.



Esta reacción exotérmica alcanza los 3000°C, pero requiere de 800 a 1000°C para el inicio, luego la combinación se lleva a cabo en unos 15 a 25 seg.

Por fusión: Soldadura aluminotérmica con precalentamiento breve (de un minuto) con un mechero especial (es el método actualmente utilizado).

RIEL

Riel Largo Soldado

- Separación de los carriles
- Reglaje de los carriles en sentido longitudinal
- Reglaje de los carriles en el plano vertical
- Confección y colocación de los moldes
- Precalentamiento
- Colada
- Desmoldeo y rebarbado
- Esmerilado

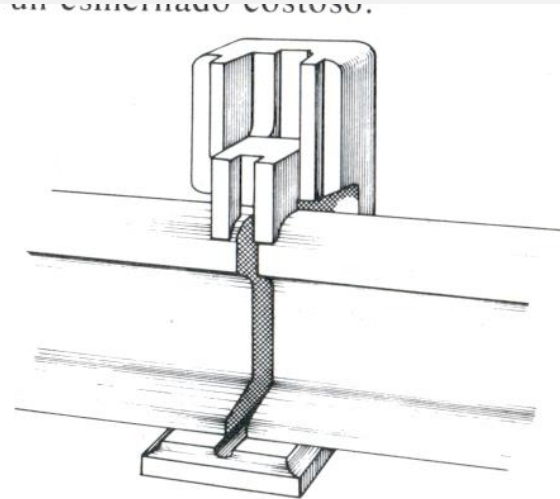


Fig. 2.33.—Corte de molde prefabricado.

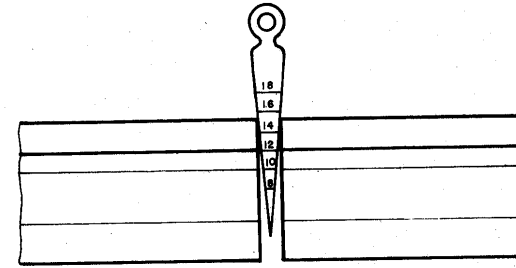


Fig. 2.32.—Medida de la separación entre extremos de carriles a soldar.

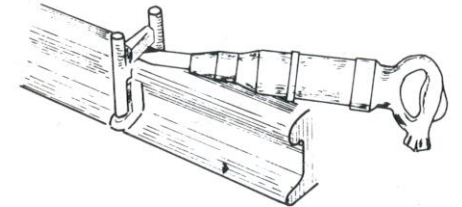


Fig. 2.35.—Rebarbado a tajadera.

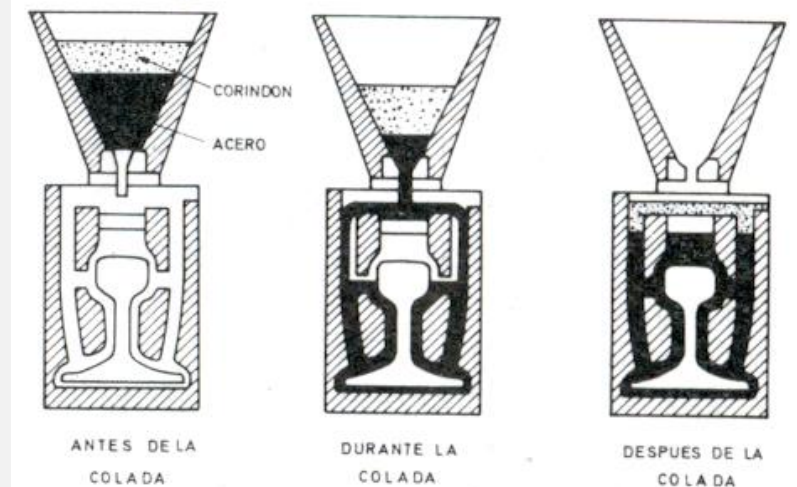


Fig. 2.34.—Soldadura aluminotérmica, colada.

DURMIENTES

- **Son elementos que se colocan en dirección transversal al eje de la vía, sobre los cuales se fijan los rieles, formando el nexo de unión entre el carril y el balasto (emparrillado)**

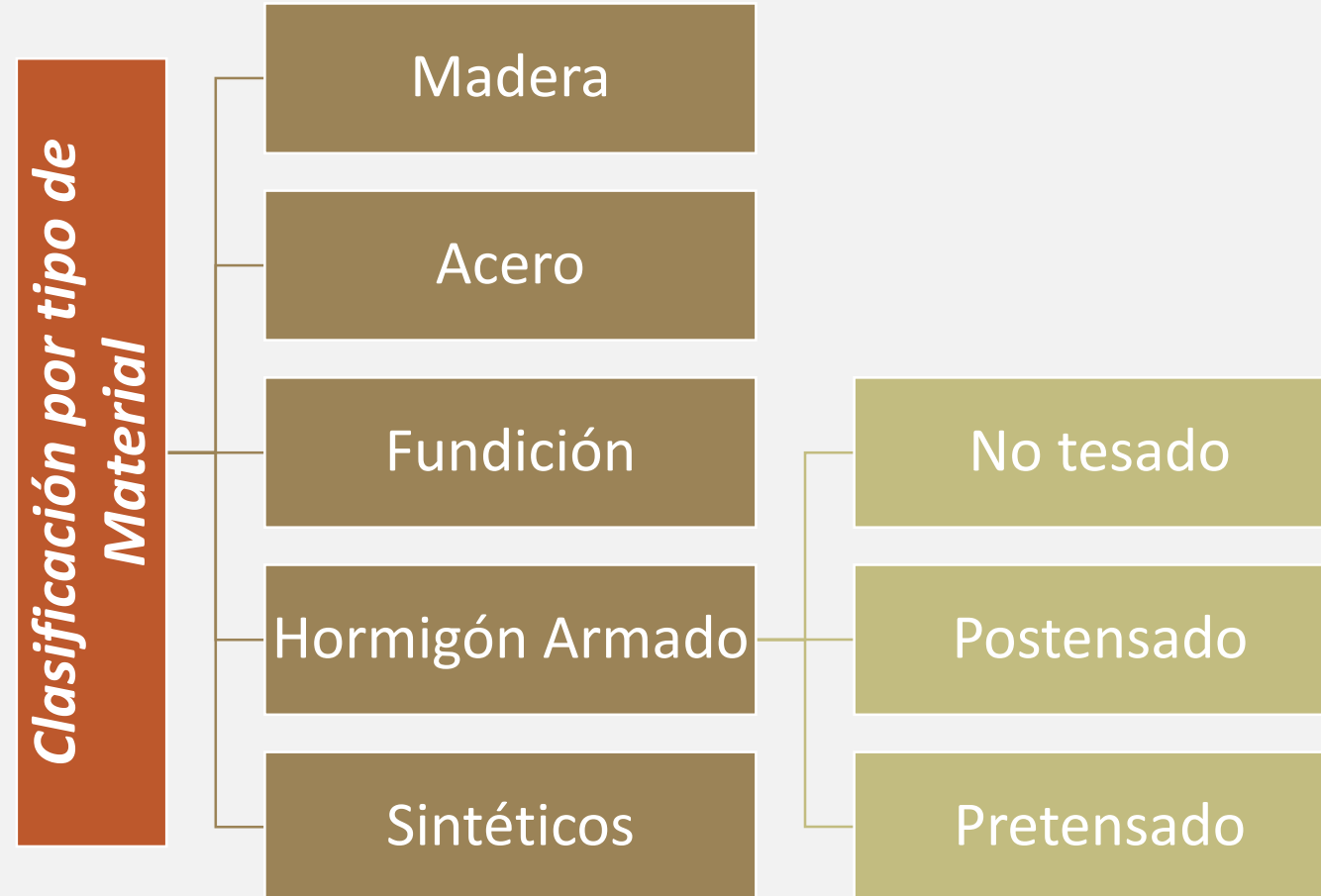


DURMIENTES

Función

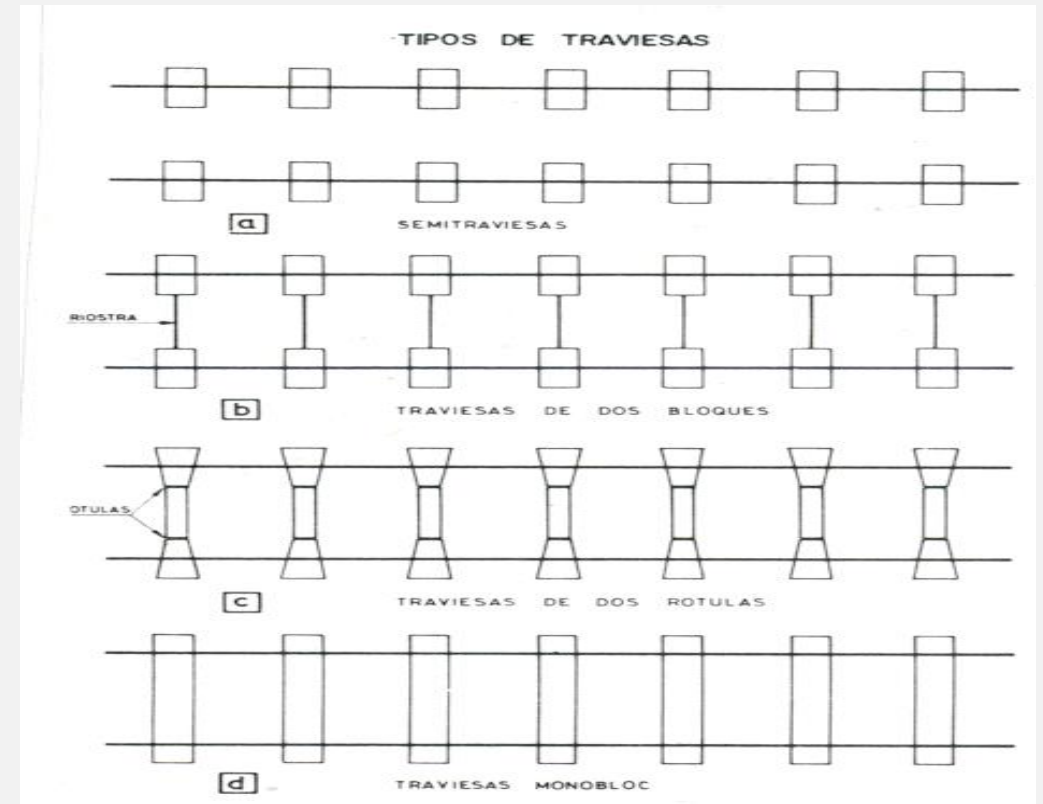
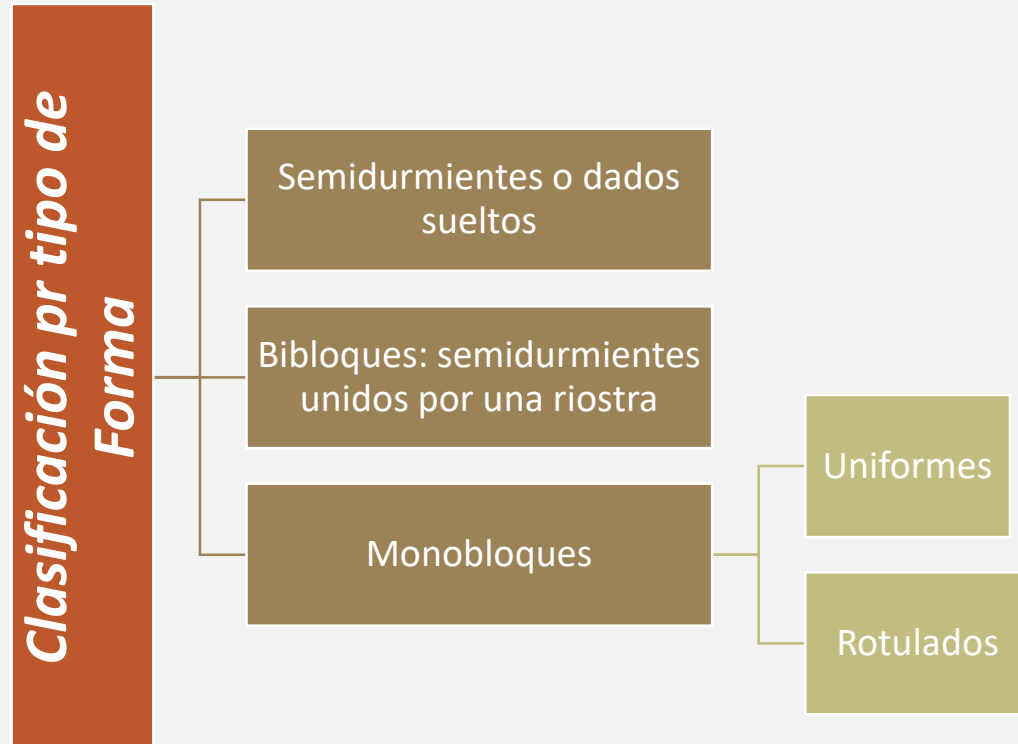
- Servir de soporte a los carriles fijando y asegurando su posición en los referente a **cota, separación e inclinación**.
- **Recibir** las cargas verticales y horizontales transmitidas por los carriles y **repartirlas** sobre el balasto a través de su superficie de apoyo.
- Conseguir y **mantener la estabilidad** de la vía en el plano horizontal (longitudinal y transversalmente) y en el vertical frente a los esfuerzos estáticos procedentes del peso propio y las variaciones de temperatura, así como frente a los esfuerzos dinámicos, debido al paso de los trenes.
- Mantener, siempre que sea posible por si misma y sin ayuda de elementos específicos incorporados a la sujeción, el **aislamiento eléctrico entre los dos rieles** cuando la línea esté dotada de circuitos de señalización.

DURMIENTES



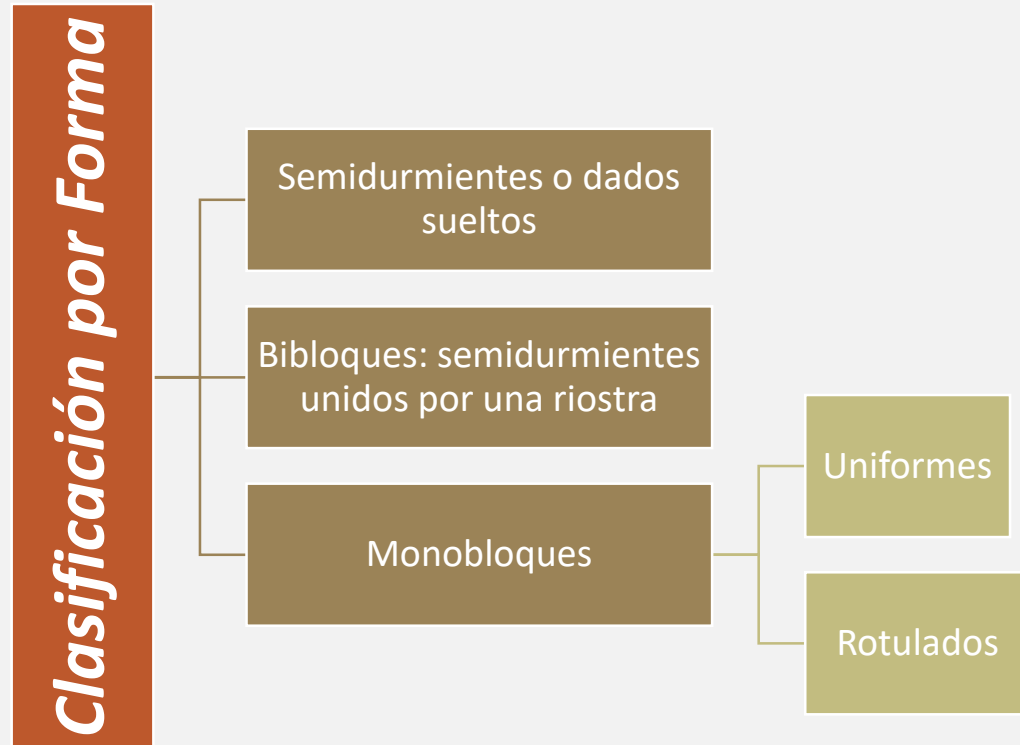
DURMIENTES

Forma



DURMIENTES

Forma



Material \ Forma		Semitraviesa	De dos bloques	De dos rótulas	Monobloc
Madera		X	—	—	X
Acero		X	X	—	X
Hormigón	Armado	X	X	—	X
	Tensado	—	X	X	X
Plástico		X	—	—	X

DURMIENTES

Clasificación por su función operativa

- **Durmientes comunes:** Normalmente colocados sobre balasto en vía de corrida o sobre puentes de tablero cerrado
- **Durmientes para puentes:** Tienen mayor espesor (15cm para madera) se emplean en puentes metálicos de tablero abierto
- **Durmientes para cambios y cruzamientos:** Son de longitud variable con el objetivo de cubrir la separación de las vías convergentes y divergentes que confluyen en un aparato de vía.
- **Durmientes para apoyo del tercer riel:** Se emplean en líneas que utilizan este tipo de electrificación. Poseen una longitud superior a la normal y el ritmo de su colocación suele ser de uno cada cuatro normales

DURMIENTES

Madera – Características generales

- **Obtención:** Se obtienen a partir de árboles normales cortados en época de paralización de la savia, de fibra rectas, duras y compactas.
- **Peso Específico:** Superior a 750 kg/m³.
- **Módulo de Elasticidad (E):** Alrededor de los 80.000 kg/cm²
- **Resistencia al arranque de tirafondo nuevo:** 4000 a 6000kg
- **Maderas más empleadas:** Haya, pino, abeto abedul (en Europa principalmente), Quebracho colorado o blanco, guayacán, curupay y urunday en nuestro.
- **Las maderas con contenido de tanino:** se trabaja y se coloca en la vía sin ninguna clase de tratamiento
- **Las maderas restantes:** Deben ser sometidas a tratamiento químico frente a organismos xilófagos con productos de alto poder insecticida y fungicida

DURMIENTES

Madera – Características operativas

- **Elevada resistencia** a la compresión y flexión.
- **Elevada elasticidad.**
- Posibilidad de utilización con carriles de **cualquier ancho de patín.**
- Buena **resistencia al deslizamiento** sobre balasto.
- **Peso relativamente bajo** (lo que facilita su manipulación – 70 a 90kg en trocha ancha.
- Buena respuesta ante descarrilamiento, ya que en general no llega a romperse (puede seguir utilizándose).
- Al final de su vida útil en vía principal, puede ser **reutilizado** en vías secundarias o de servicio
- **Desventajas:**
 - Envejecimiento en servicio provoca disminución de elasticidad y resistencia inicial,
 - El ataque de microorganismos (hongos, gusanos, termitas) provoca disminución de su peso específico (pérdida de estabilidad y debilitamiento en el anclaje de fijaciones).

DURMIENTES

Madera - Tratamientos

- **Creosota:** Aceite pesado que proviene de la destilación del alquitrán de hulla, es tóxico para insectos, es fitotóxica (no permite formación herbácea sobre la madera). También es altamente tóxica para su manipulación, por lo cual se ha dejado de usar.
- **CCA:** Sales de Cromo – Cobre – Arsénico.
- **CCB:** Sales de Cromo – Cobre - Boro
- **Previo al tratamiento:** Los durmientes deben someterse a secado,
 - Natural: en pilas hasta alcanzar humedad del 25 a 28%, o secado
 - Artificial:

DURMIENTES

Madera – Procedimiento de impregnación Bethell (células llenas)

Fases del proceso Bethell

- Cargar la madera en el autoclave
- Vacío inicial
- Presión (impregnación)
- Vacío final
- Descarga de la madera del autoclave

Características del proceso Bethell

- Permite controlar la profundidad y concentración del producto protector
- Se utiliza para que la madera retenga la mayor cantidad posible de conservante
- Se puede aplicar creosota o conservantes a base de agua

DURMIENTES

Madera – Procedimiento de impregnación Lowry (células vacías)

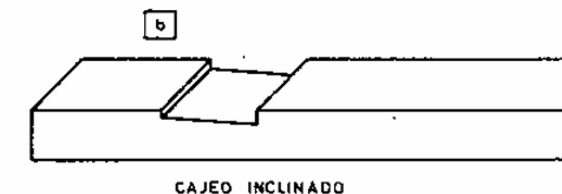
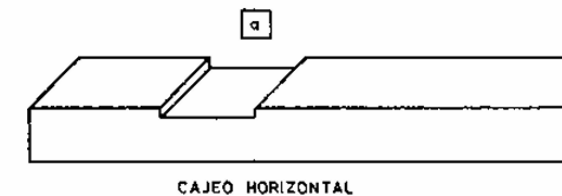
Procedimiento Lowry

- Se bombea el conservante al cilindro de tratamiento.
- El aire que ya está en la madera queda atrapado.
- La presión de tratamiento aumenta por encima de la presión de aire inicial.
- Se mantiene la presión hasta que la madera ya no absorba más conservante.
- Se drena el conservante del cilindro.
- Se elimina el exceso de conservante de la madera mediante vacío.

DURMIENTES

Madera – forma

- La forma en general es paralelepípedica
- Se deberá realizar perforación previa a la introducción de tirafondos y clavos
- Se debe realizar el “cajeo” para el correcto asiento del riel 1/20 – 1/40 (en caso de no apoyar sobre placa).
- Las dimensiones típicas de durmientes de madera son de 12cmx24cmx270cm (para trocha ancha), 12cmx24xmx200xm(para trocha angosta)



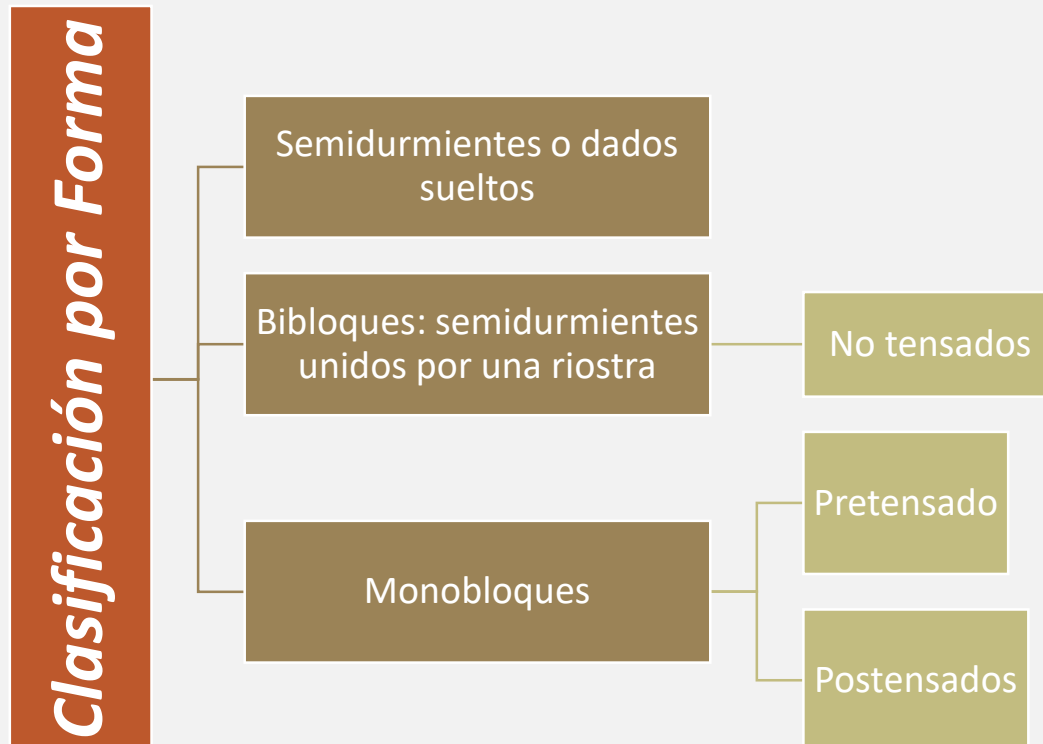
DURMIENTES

Hormigón - Características

- **Origen:** Surgen a partir del agotamiento de bosques, lo que derivó en mayor preservación ambiental, además de un aumento de costo de producción del mismo
- **Duración:** 40 a 50 años (duplicando la vida útil de los durmientes de madera).
- **Aislamiento eléctrico:** Es necesario la interposición de elementos aislantes entre riel y durmiente.
- **Mayor rigidez:** Debe interponerse apoyo elástico entre riel y durmiente
- **Mayor peso por unidad:**
 - **No favorece** a su manipulación (la cual debe ser obligatoriamente mecánica)
 - **Favorece** a la estabilidad a desplazamientos:
 - **Longitudinales** (lo que permitió la implementación del riel largo soldado)
 - **Verticales y horizontales** (disminuyendo la posibilidad de pandeo de vía)

DURMIENTES

Hormigón - Clasificación

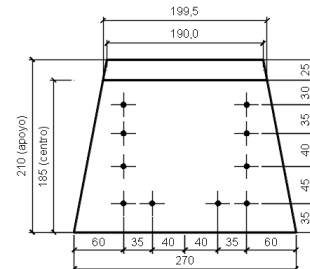


- **Resistencia a la compresión:**
- Tensados: **450 a 700 kg/cm²**
- No tensados: **250 a 300 kg/cm²**
- **Resistencia a la tracción en el acero.**
- Tensados: acero de alta resistencia, tensión de rotura de 14.000 a 17.000 kg/cm²(diámetro de 4 a 6mm para pretensado y 10mm a 14mm para postensado)
- En caso de durmiente bloque la riostra de unión está constituida por acero laminado con una tensión de rotura de 7000 a 9000 kg/cm²

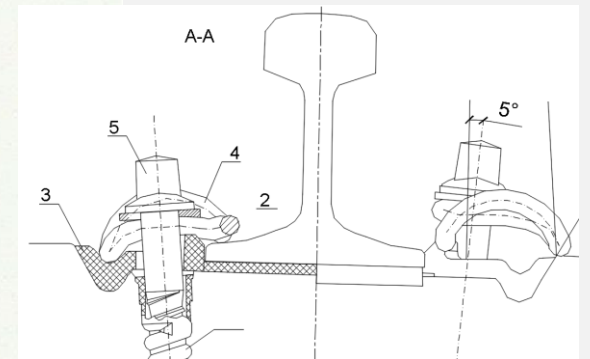
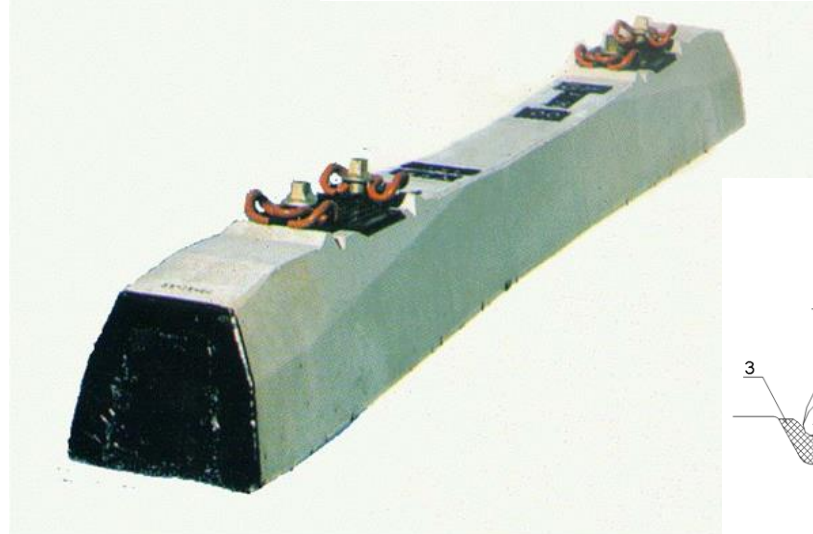
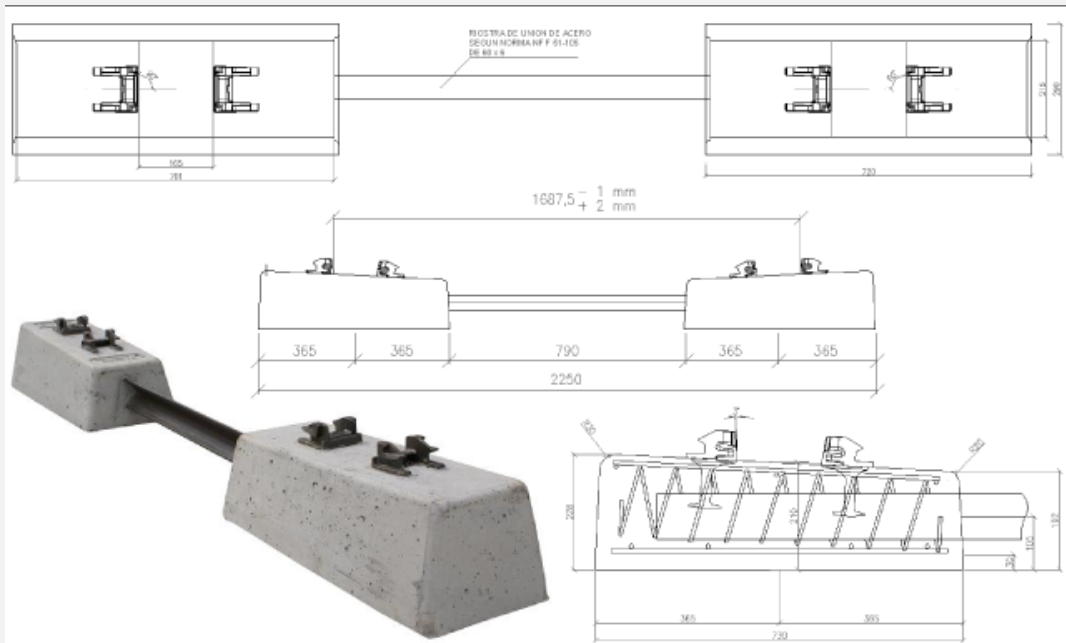
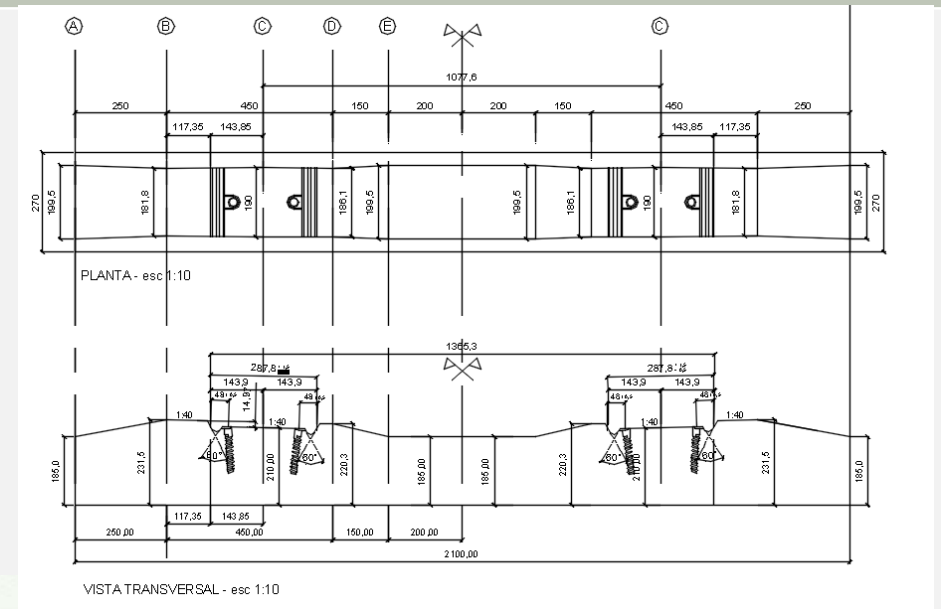
DURMIENTES

Hormigón - Forma

ARMADURA - esc 1:5



Armadura: 10 hierros $\varnothing$ 6 mm,
tensión máxima admisible 175
kg/mm² para hormigón pretensado



DURMIENTES

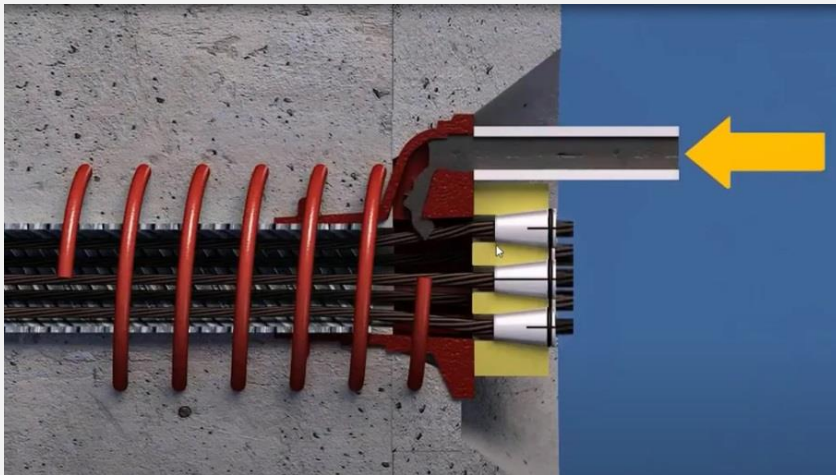
Hormigón - Fabricación

- **Hormigón pretensado armadura pretesa:**
 - La armadura se tesa antes del endurecimiento del hormigón
 - La armadura se tesa entre dos soportes fijos y el hormigón se vierte estando tesa
 - Una vez alcanzada la resistencia de precompresión por parte del hormigón, se destesa la armadura (induciendo tensiones de compresión en el hormigón).
- **Hormigón pretensado con armadura postesa:**
 - Los durmientes se fabrican en molde, sin armadura, se deja colocada una vaina.
 - Llegado el hormigón a la resistencia de precompresión se introducen las armaduras y se tesan.
 - Luego se inyecta la lechada cementicia en las vainas para evitar la corrosión de las armaduras.

DURMIENTES

Hormigón - Fabricación

Durmientes de hormigón
pretensado – línea larga



Hormigón postensado

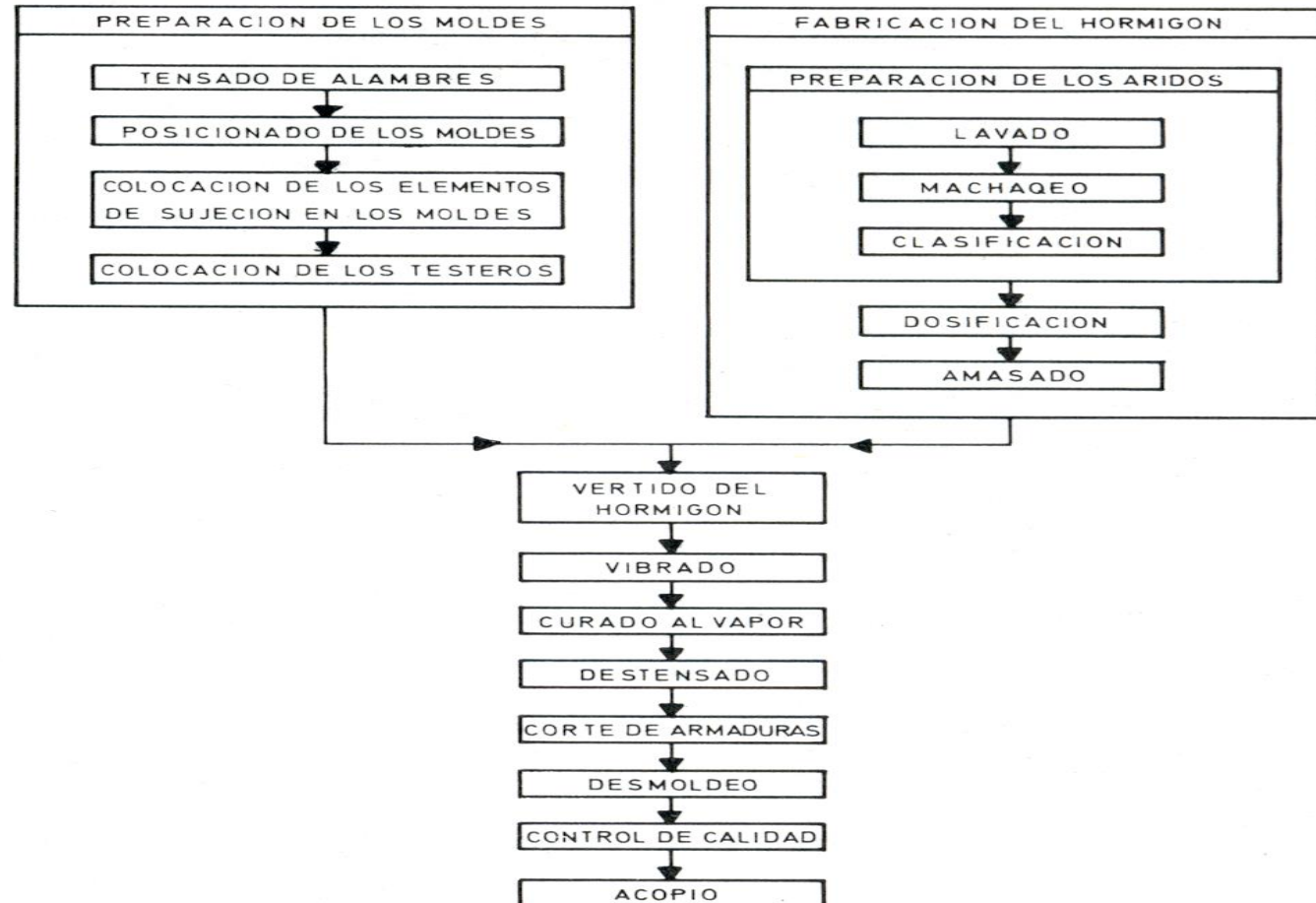


DURMIENTES

Hormigón - Fabricación

TABLA 4.9.

Esquema del proceso de fabricación de traviesas pretensadas



DURMIENTES

Hormigón - Ensayos

Clasificación

Ensayos de carácter
geométrico dimensional

Control de materiales y
proceso de fabricación

Ensayos de carácter
resistente - estructural

Comportamiento en vía



Verificación distancia entre puntos de la sujeción



Medida del cajeado de la sujeción

DURMIENTES

Hormigón - Ensayos

Clasificación

Ensayos de carácter
geométrico dimensional

Control de materiales y
proceso de fabricación

Ensayos de carácter
resistente - estructural

Comportamiento en vía



Verificación distancia entre puntos de la sujeción

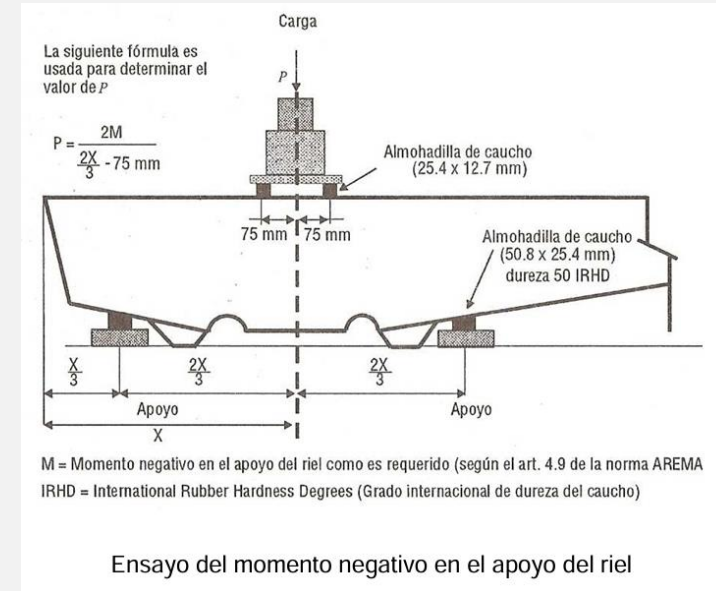


Medida del cajeado de la sujeción

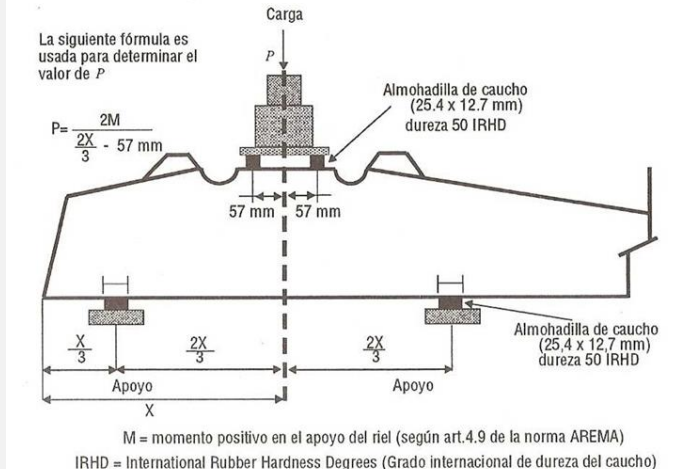
DURMIENTES

Ensayos – en el apoyo

- **Momento Negativo / Momento Positivo:**
 - Conocido el momento máximo a soportar
 - Se aplica una carga creciente 22KN/min, hasta alcanzar P
 - Se conserva la carga P durante 3 minutos
 - Se observa la aparición de fisuras



Ensayo de momento positivo
en la zona de apoyo del riel



DURMIENTES

Ensayos – cargas repetidas en el asiento del riel

- Se aplica una carga creciente 22KN/min, hasta alcanzar la primer fisura que alcance el nivel inferior de los hilos de pretensado
- Luego se remueve la carga estática.
- Se observa la aparición de fisuras
- El durmiente se somete a 3 millones de ciclos de carga variando entre 17,8KN y 1,1P. A una frecuencia menor a 600 ciclos por minuto.
- Terminado el ensayo, si el durmiente puede soportar la carga estática de 1,1P, se considera que la pieza es aceptable



Ensayo dinámico en la zona de apoyo del riel

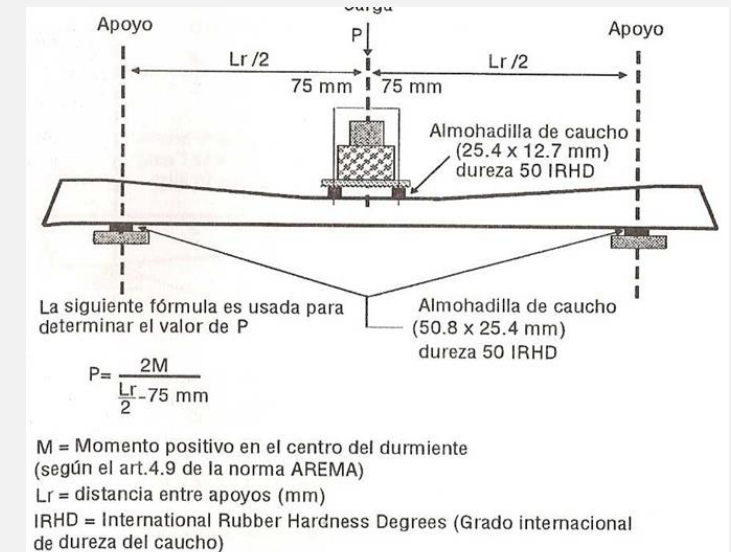
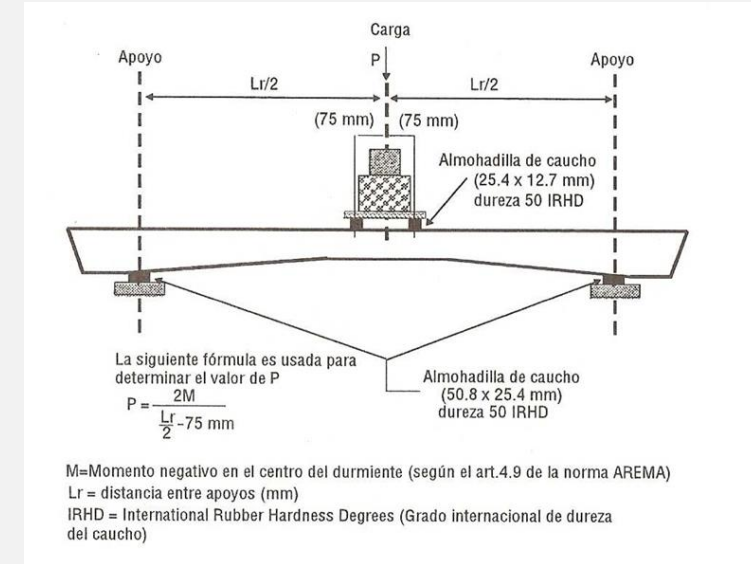
DURMIENTES

Ensayos – en centro del durmiente

- **Momento Negativo / Momento Positivo:**
 - Conocido el momento máximo a soportar
 - Se aplica una carga creciente 22KN/min, hasta alcanzar P
 - Se conserva la carga P durante 3 minutos
 - Se observa la aparición de fisuras



Ensayo de momento negativo en el centro del durmiente



DURMIENTES

Normativa de Referencia

- Norma ALAF 5-69 Norma para el suministro de durmientes de madera dura
- FA 7024/IRAM-FA L 95-56: Durmientes de quebracho blanco para preservar
- FA 7025/IRAM-FA L 95-57 : Durmientes de quebracho colorado, guayacan y urunday
- FA 7030 Durmientes de Hormigón pretensado tipo monobloque
- FA 7031 Durmientes de hormigón armado tipo mixto
- FA 7055 Creosota para preservación de maderas
- FA 7056 Durmientes de quebracho blanco con tratamiento preservador
- IRAM-FA L 95-57

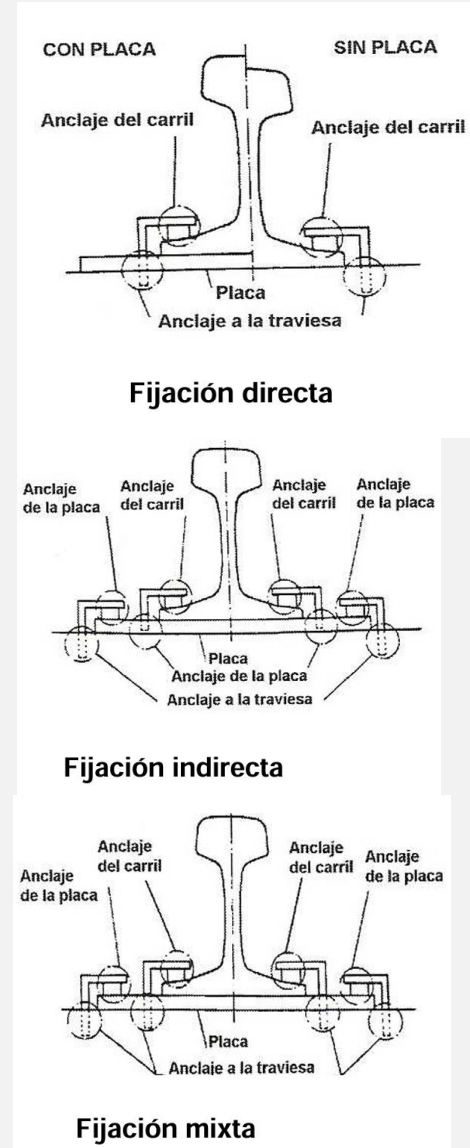
FIJACIONES

- **Fijaciones:** Sus funciones son:
 - Fijar los carriles a los durmientes
 - Asegurar la invariabilidad del ancho de la vía
 - Facilitar la transferencia de las acciones estáticas y dinámicas
- **Características:**
 - Resistencia mecánica y elasticidad
 - Aislamiento eléctrico
 - Poseer el < N° posible de elementos de peso mínimo, bajo costo, y poseer gran duración.

FIJACIONES

Clasificación – s/posición

- **Fijaciones directas:**
 - La sujeción del riel al durmiente se realiza mediante un único elemento (tirafondo, clavo, etc).
 - En el caso de existir placa de asiento la sujeción pasa a través de la misma, sujetando riel y placa simultáneamente
- **Fijaciones indirectas:**
 - La sujeción de la placa al durmiente es independiente de la sujeción del riel a la placa.
- **Fijaciones mixtas:**
 - Un grupo de fijaciones sujetan sólo la placa al durmiente, mientras que otro grupo de fijaciones sujetan la placa y el riel en forma simultánea



FIJACIONES

Clasificación – s/naturaleza

- Fijaciones rígidas:**

- La transmisión del esfuerzo entre el riel y el durmiente se realiza a través de un elemento rígido.
- Uno de sus extremos está clavado o atornillado al durmiente mientras que el otro sujeta el patín del riel.
- Las mas comunes son el clavo rígido, y el tirafondo.

- Fijaciones elásticas:**

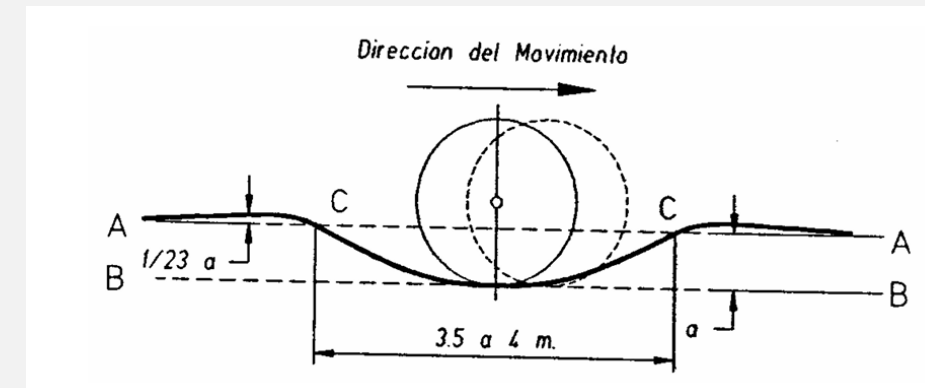
- La transmisión del esfuerzo entre el riel y el durmiente se realiza a través de un elemento o conjunto de elementos elásticos.
- Pueden ser simple o doblemente elásticas (se admite dos movimientos relativos del carril: vertical y giro respecto a su eje longitudinal)
- Los diferentes tipos en general se agrupan en clavos elásticos, tipo lámina y tipo clips.
- La fijación elástica actúa mejor ante los efectos dinámicos ferroviarios, conservando su función por mayor tiempo que las rígidas

TABLA 3.1

Relaciones posibles entre los tipos básicos de sujeciones

		Directas	Indirectas	Mixtas
Rígidas		X	X	X
Elásticas	Simplemente	X	X	X
	Doblemente	—	X	—

X: posibilidad
—: imposibilidad



FIJACIONES

- Rígida clásica: Escarpías (clavos) y tirafondos

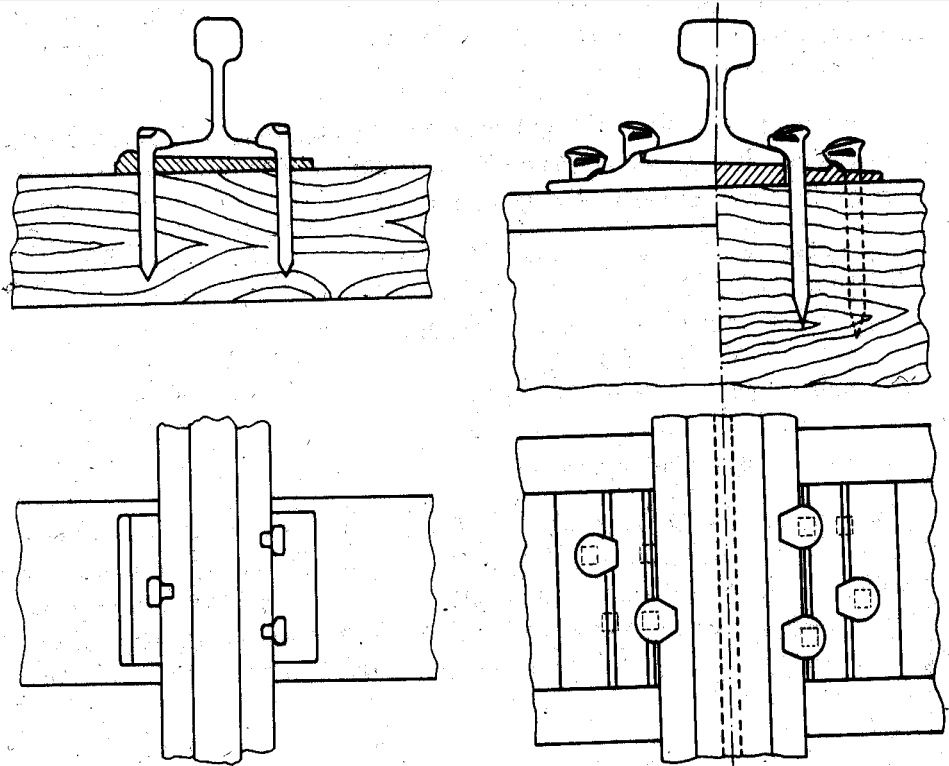


Fig. 3.5.—Sujeción directa por escarpías.

Fig. 3.6.—Sujeción mixta por escarpías.

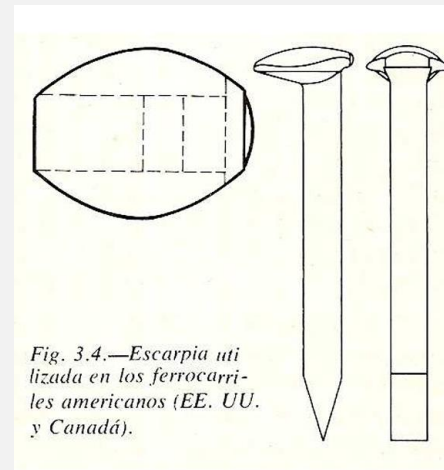
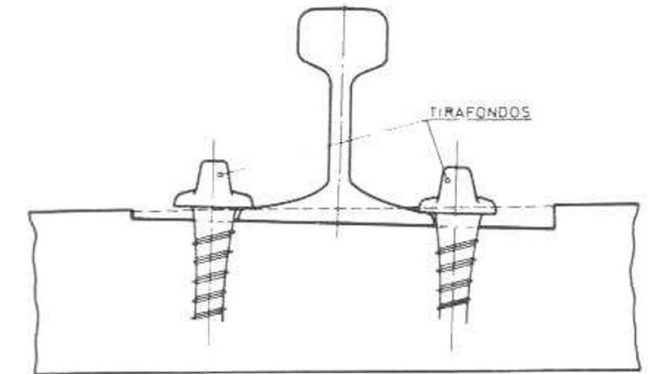
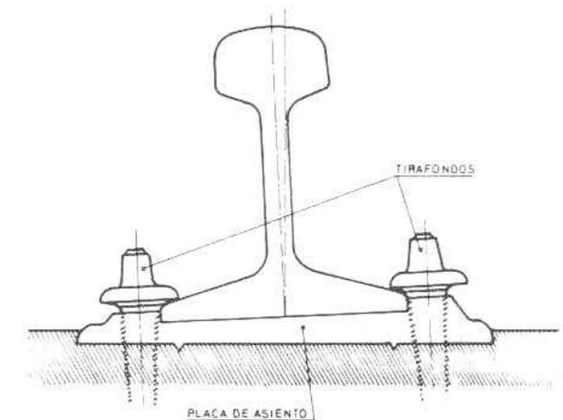


Fig. 3.4.—Escarpia utilizada en los ferrocarriles americanos (EE. UU. y Canadá).



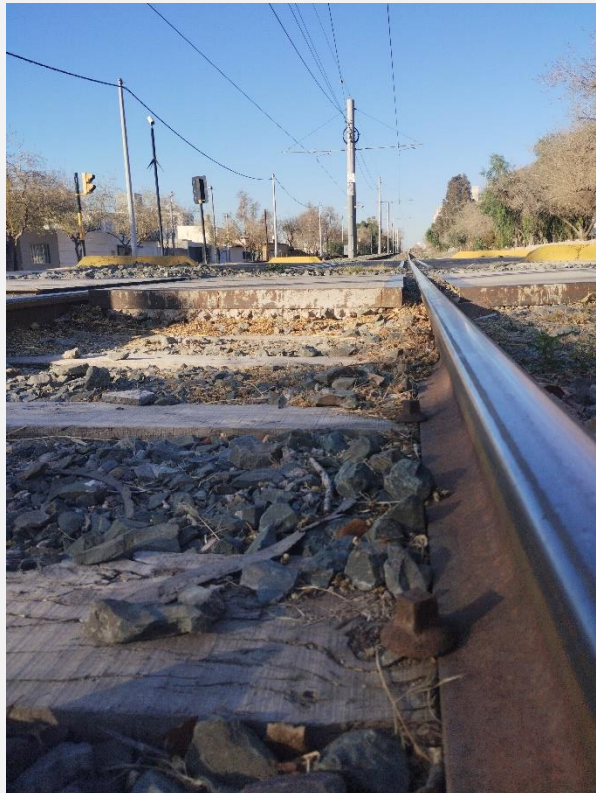
Fijación con tirafondo en durmiente de madera



Fijación con tirafondo y placa de asiento metálica

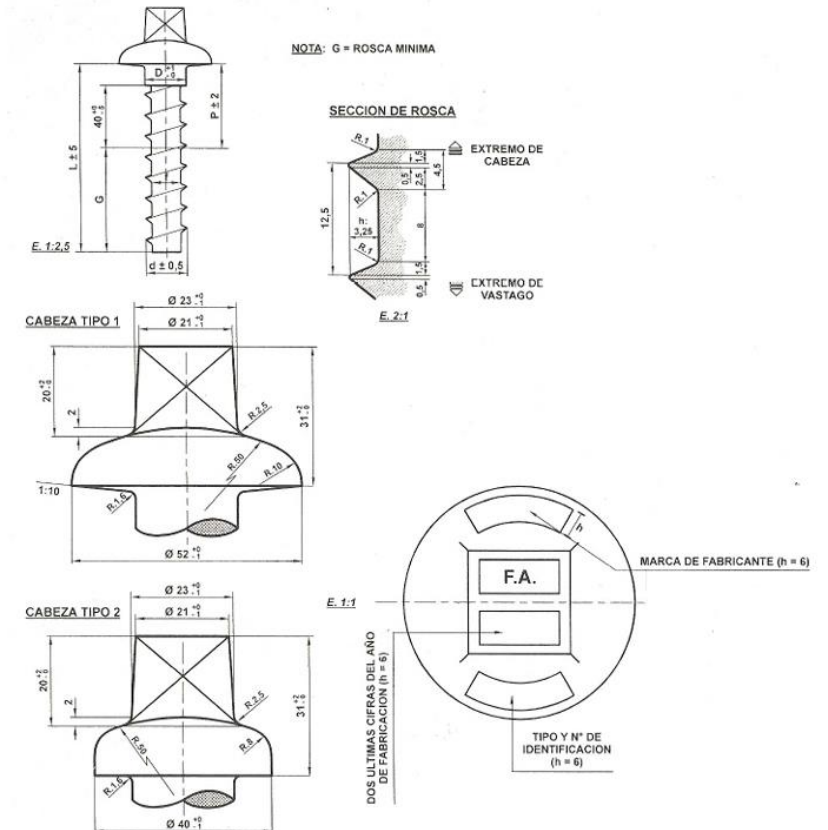
FIJACIONES

- Rígida clásica:
Escarpías (clavos) y
tirafondos



TIPO	N° DE IDENT.	DIMENSIONES EN mm							DE APLICACION EN
		VASTAGO							
		D ₋₀ ⁺¹	L ± 5	d ± 0,5	G	P ± 2	1 ± 0,5		
A	0	23	105	23	58	47	16,5	1	FIJACION DIRECTA EN VIA COMUN SIN SILLETA
	1	23	125	23	78	47	16,5	1	
	2	23	115	23	68	47	16,5	1	
B	0	23	125	23	65	60	16,5	1	PARA USAR EN SILLETAS DE VIA Y APARATO DE VIA. TIPO B2 EN DESCARRILADERO DE ZORRAS Y EN PaN DE MADE- RA TIPO B3 EN PaN CON LOSAS DE HORMIGON
	1	23	135	23	65	70	16,5	1	
	2	23	165	23	65	100	16,5	1	
	3	23	215	23	65	150	16,5	1	
	4								
	5								
C	0	23	125	23	65	60	16,5	2	PARA USAR EN SILLETA QUE NO ADMITAN CABEZA TIPO 1
	1	23	135	23	65	70	16,5	2	
	2								
D	0	22	125	22	65	60	15,5	2	PARA USAR EN SILLETA QUE NO ADMITEN CUELLO Ø 23
	1	22	135	22	65	70	15,5	2	
	2	22	180	22	65	115	15,5	2	

Tipos y utilización de tirafondos para vía en Argentina



Tirafondos para vía (Plano G.V.O. 537)

FIJACIONES

- Clavos elásticos

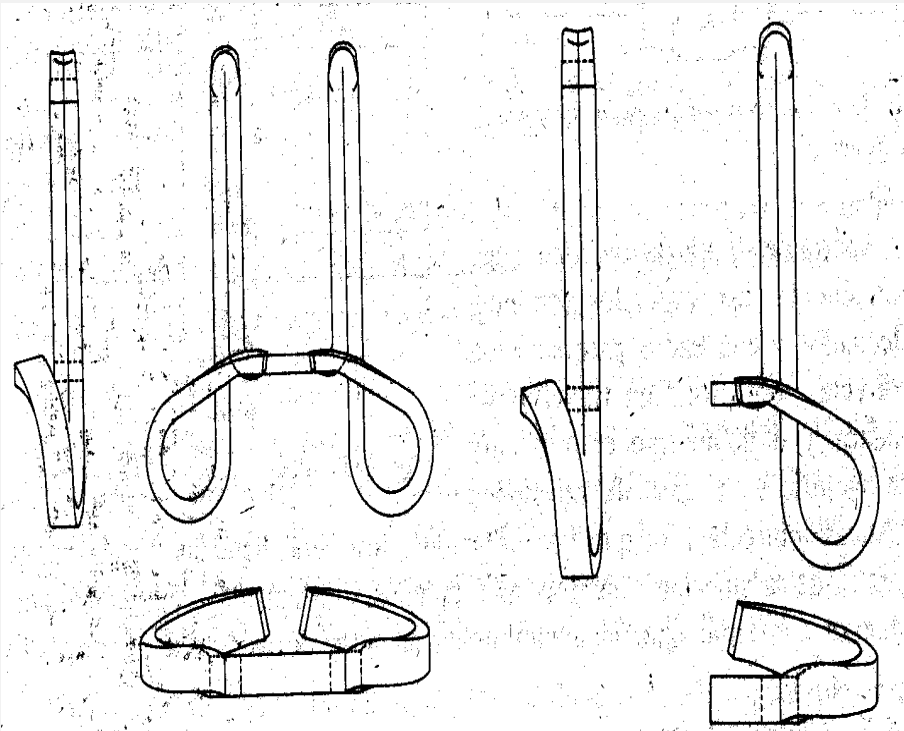


Fig. 3.14.—Clavo Dörken doble.

Fig. 3.15.—Clavo Dörken sencillo.

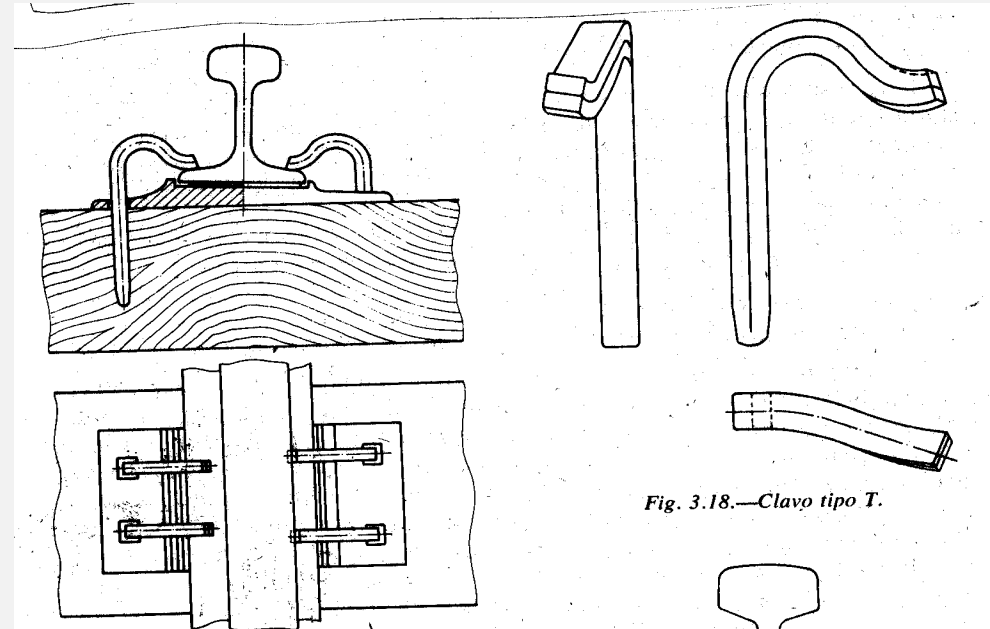


Fig. 3.18.—Clavo tipo T.

Fig. 3.17.—Sujeción con clavos tipo A.

El hincado de los clavos se realiza con martillo manual o neumático y con la ayuda de una herramienta calibradora, que permite asegurarse de que la profundidad clavada es la adecuada.

Los clavos tipo T no tienen plano de simetría y tienen «mano» (fig. 3.18), es decir, se puede distinguir entre izquierdos y derechos. Para facilitar esta distinción, se suministran identificados

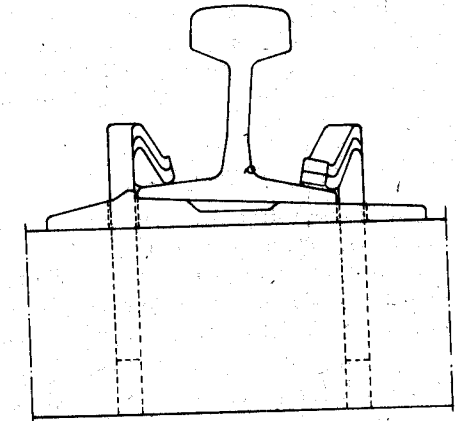
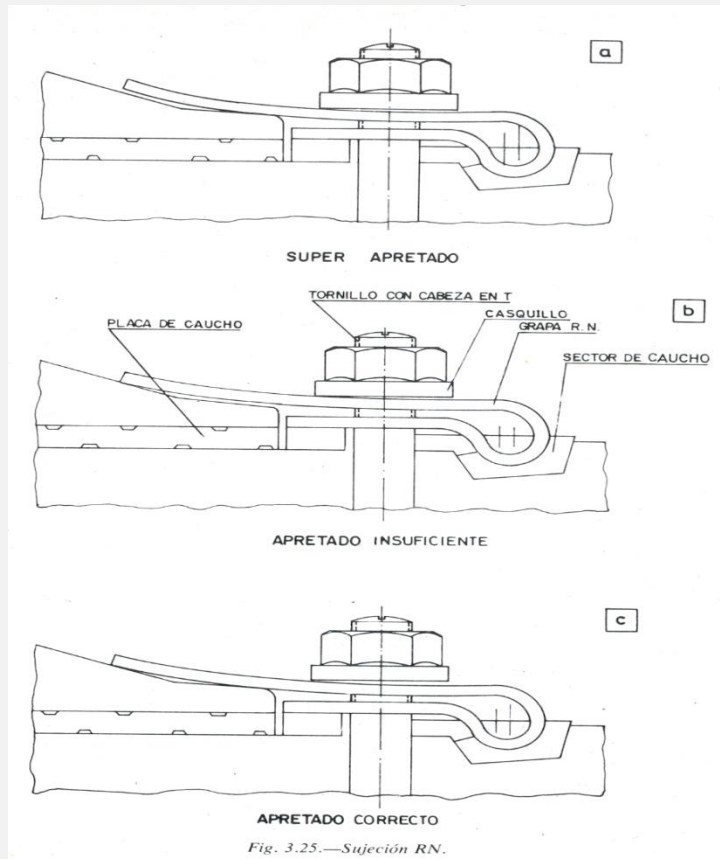


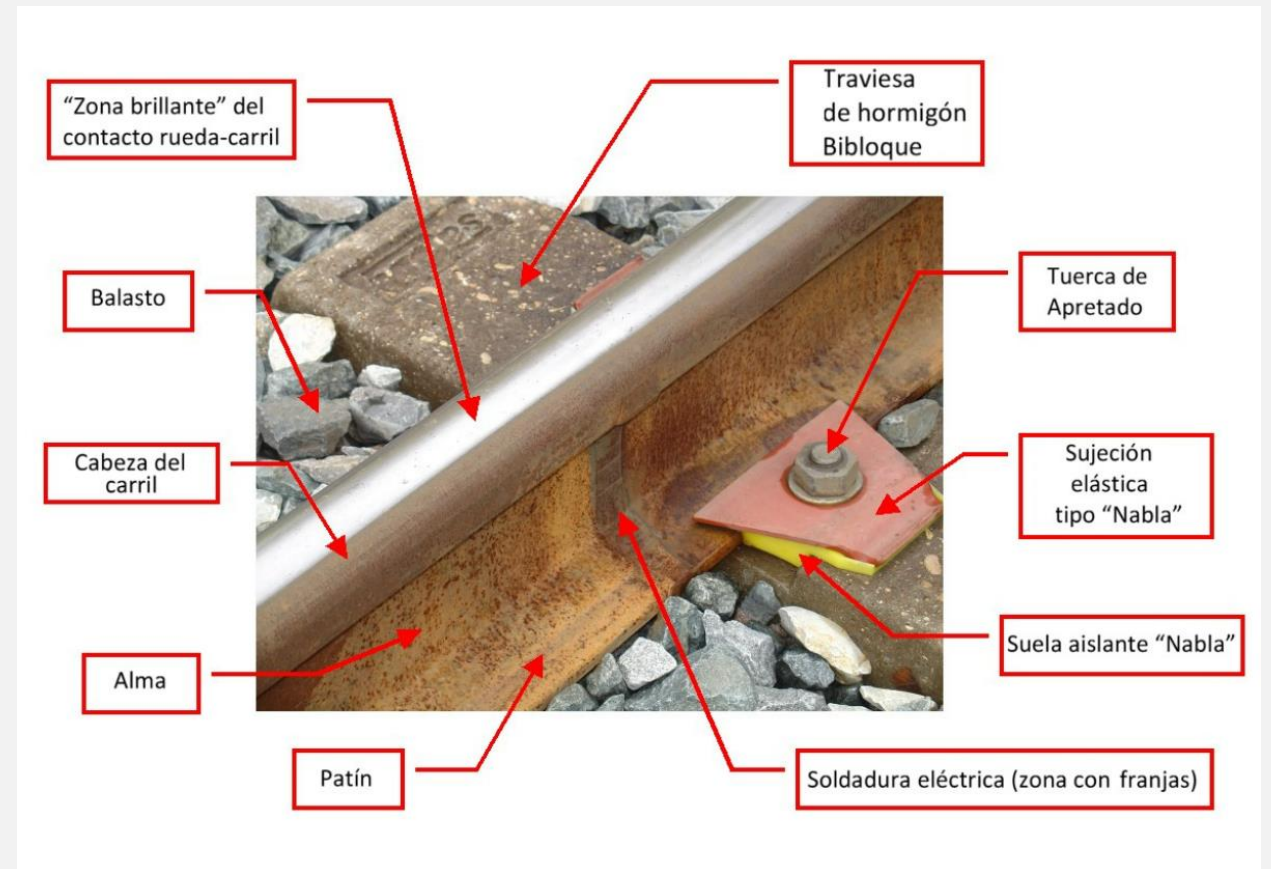
Fig. 3.19.—Sujeción con clavos tipo T.

FIJACIONES

- Elásticas de lámina



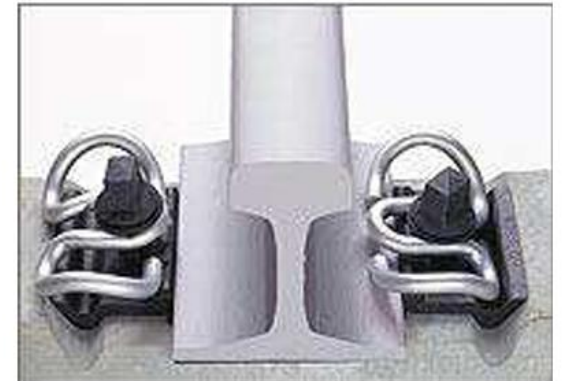
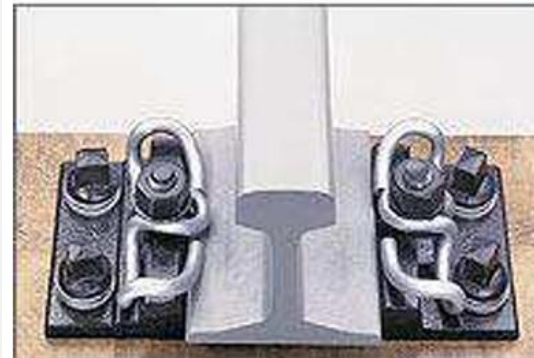
Fijación RN



Fijación Nabla

FIJACIONES

- Elásticas - clip



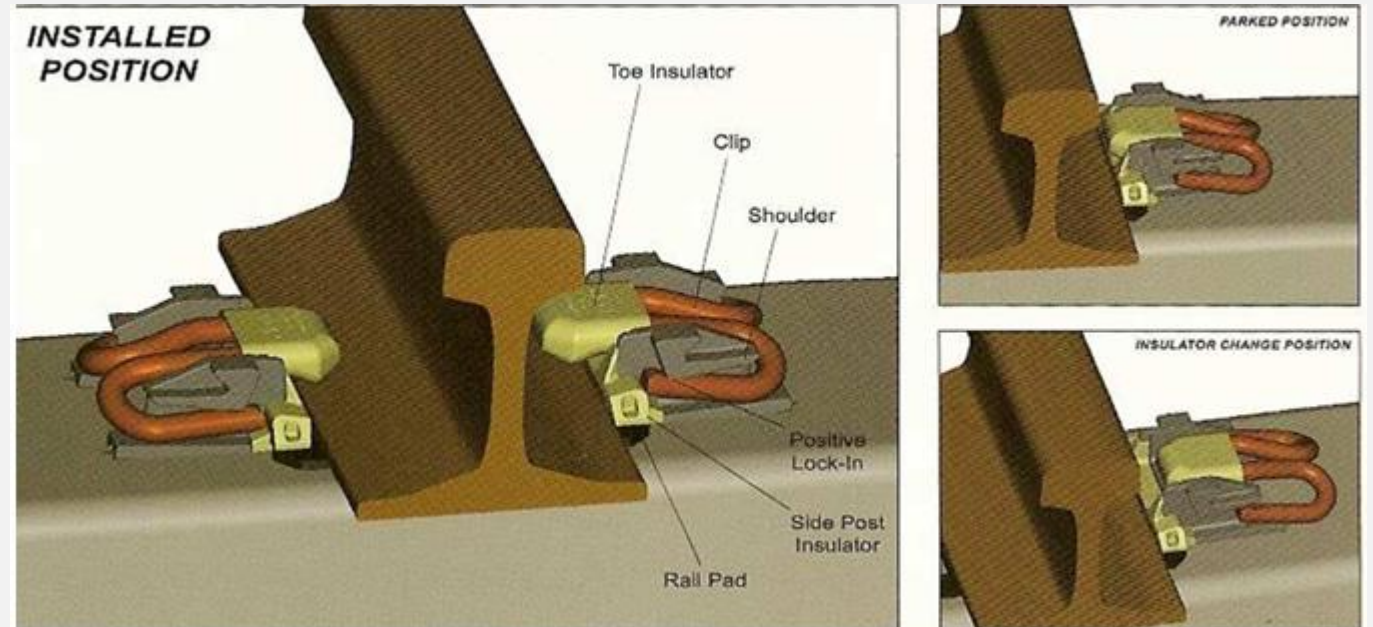
Sujeción Vossloh dff-300

Sujeción Vossloh w14

Fijación Vossloh

FIJACIONES

- Elásticas - clip



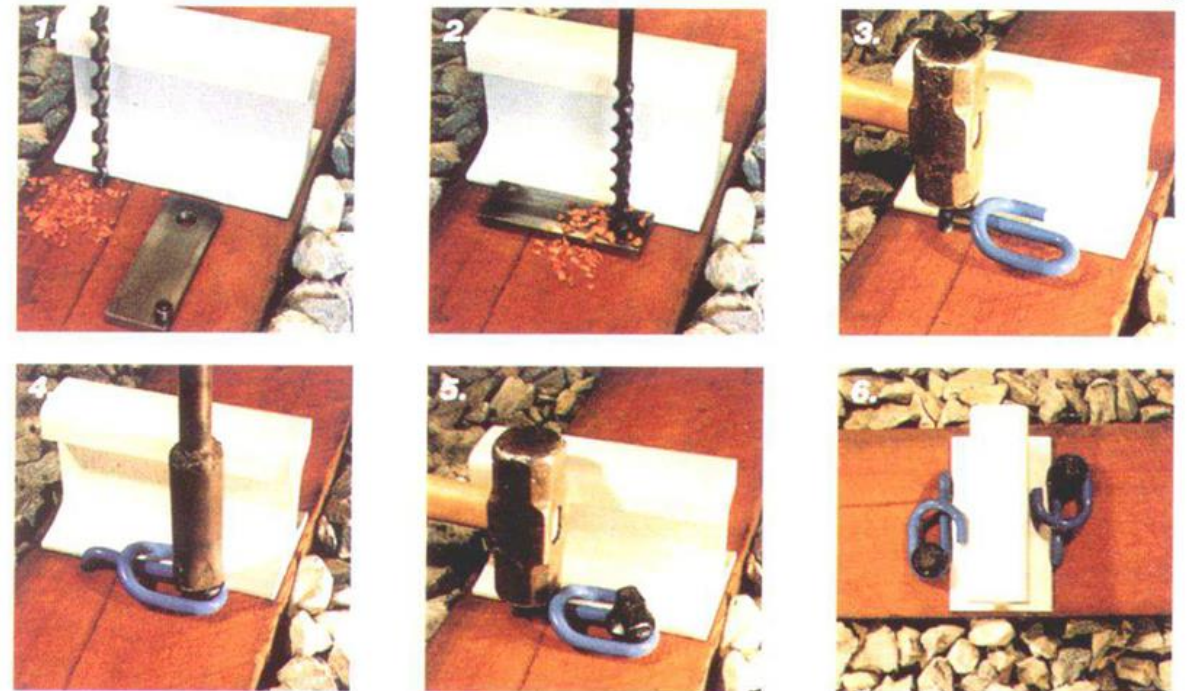
Fijación Pandrol – fast clip

FIJACIONES

- Elásticas - clip



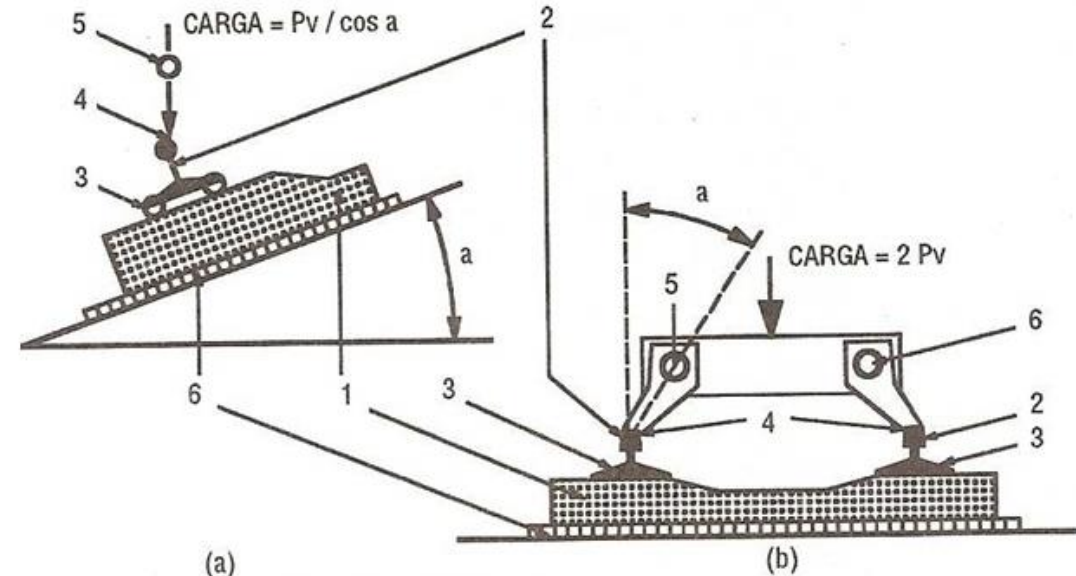
Fases de colocación



**Fijación Pandrol
– Gauge Lock**

FIJACIONES - ENSAYOS

- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al arranque
- Tensión - deformación
- Resistencia al deslizamiento longitudinal del carril



- 1 Traviesa o semi-traviesa
2 Cupón de carril
3 Sujeción con placa de asiento apropiada
4 Mecanismo de carga que permite la rotación libre del carril bajo carga
5 Pivote libre por encima o por debajo del aplicador
6 Cana de material deformable sobre base rígida

Configuración del ensayo dinámico de carga inclinada para fijaciones simétricas

BALASTO

- ***FUNCIONES***

- **Repartir** uniformemente sobre la plataforma las cargas
- **Estabilizar** vertical, longitudinal y transversalmente la vía
- **Amortiguar** las acciones de los vehículos sobre la vía (se comporta como un elemento elasto plástico)
- Proporcionar una **rodadura suave** a los vehículos
- **Proteger la plataforma** de las variaciones de humedad debidas al medio ambiente
- Facilitar la **evacuación de las aguas** de lluvia
- Permitir la **fácil restitución** del alineado y nivelación

BALASTO

- ***CARACTERÍSTICAS***

Quedan definidas por:

- Naturaleza de la roca madre de la piedra
- Curva granulométrica
- Forma geométrica de las partículas y limpieza
- Resistencia al Choque
- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia a la compresión simple
- Resistencia a la acción de las heladas
- Estabilidad de volumen.

BALASTO

- ***PROCEDENCIA***

- De extracción, machaqueo y cribado de bancos sanos de canteras de roca dura.
- No se recomienda balasto de naturaleza caliza, dolomítica o cantos rodados.
- En general la procedencia mas apropiada es de **cuarcitas, basaltos o granitos.**

BALASTO

GRANULOMETRÍA

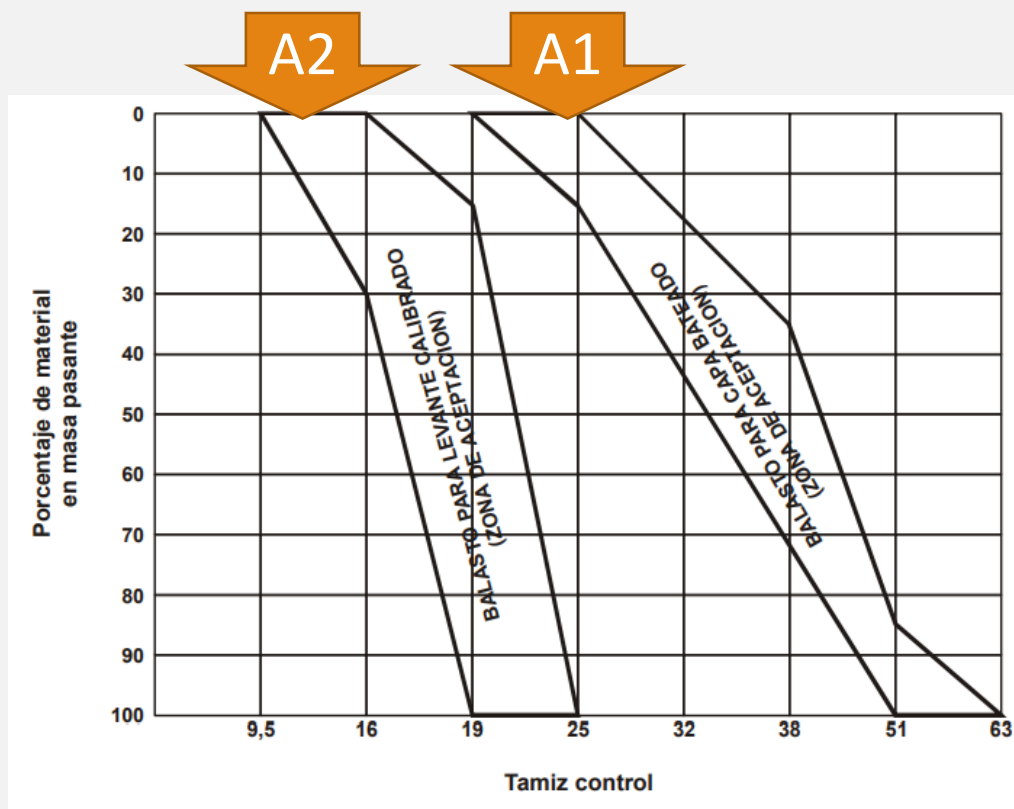
- Límite superior: 60mm (limitado por facilitar el apoyo del durmiente)
- Límite inferior: 30mm (limitado por dar adecuada resistencia transversal de la vía)
- No se recomienda balasto de naturaleza caliza, dolomítica o cantos rodados.
- El porcentaje de piedra partida retenida por el tamiz IRAM 63mm (2 1/2") no deberá exceder el 5%, pero deberá pasar el 100% el tamiz IRAM 89mm (3 1/2").
- El porcentaje de piedra partida pasante por el tamiz 19mm (3/4") no deberá exceder el 5% en masa, pero deberá quedar retenido por el tamiz IRAM 11mm (7/16").
- La mejora en la graduación de la curva granulométrica, aumenta el número de puntos de contacto entre partículas.
- La Especificación que rige la calidad del balasto en nuestro país es la **FA 7040**

BALASTO

GRANULOMETRÍA

TABLA

DESIGNACION DEL TAMIZ	GRADO A-1	GRADO A-2
	BALASTO PARA CAPA BATEADO	BALASTO PARA LEVANTE CALIBRADO
	Material que pasa (% en masa)	Material que pasa (% en masa)
IRAM 63 mm (2 1/2")	100	---
IRAM 51 mm (2")	85 a 100	---
IRAM 38 mm (1 1/2")	35 a 70	---
IRAM 25 mm (1")	0 a 15	100
IRAM 19 mm (3/4")	0	15 a 100
IRAM 16 mm (5/8")	---	0 a 30
IRAM 9,5 mm (3/8")	---	0



BALASTO

- **FORMA**

- Forma **poliédrica** de aristas vivas
- El carácter **lajoso** de los elementos **dificulta el contacto mecánico** del balasto
- Las partículas con una **dimensión dominante** sobre las otras dos se **fraccionan rápidamente** (alterando la granulometría)
- En general el porcentaje de piedras cuya longitud máxima sea mayor a **100mm** se limita a **menos del 4%**

BALASTO

RESISTENCIA AL CHOQUE-LOS ÁNGELES

- Existe una relación estrecha entre su resistencia al choque y la capacidad de absorción de agua, por lo que se recomienda que LA debe ser menor al 25%
- Se introduce una muestra de 5kg a un cilindro con una carga de 12 bolas de acero de 47mm de diámetro.
- Se efectúa 1000 rotaciones siendo la velocidad de giro de 30 a 35 revoluciones por minuto.
- $LA = 100m/5000 < 25\%$
- m= masa en gramos de las partículas < 1,6mm formadas a lo largo del ensayo.

RESISTENCIA A LAS HELADAS

- Ensayo de una muestra en solución de sulfato de magnesio que produce en la roca una cristalización aumentando su volumen de modo similar al producido por la helada
- Este análisis permite detectar presencia de piedras de elevada absorción, susceptibles de sufrir daño por acción de hielo-deshielo

BALASTO

CLASIFICACIÓN DE MATERIAL PARA BALASTO S/DEERE Y MILLER

- PARA QUE UN MATERIAL SIRVA COMO BALASTO DEBE ASEGURARSE UNA RESISTENCIA MÍNIMA DE 1800 Kg/cm^2
- COMPRESIÓN DE TRABAJO MÁXIMA ADMISIBLE (S / BOLETÍN 1-99 CNRT) $2,785 \text{ Kg/cm}^2$

TABLA 5.1

**Clasificación de rocas basada en la
resistencia a compresión simple según
Deere y Miller (1966)**

CLASE	DESCRIPCION	RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE Kg/cm^2
A	Resistencia muy alta	> 2.250
B	" alta	$1.120 - 2.250$
C	" media	$560 - 1.120$
D	" baja	$280 - 560$
E	" muy baja	< 280

BALASTO

BATEADO

- FUNCIÓN
 - ES EL PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL BALASTO EN LA ZONA INFERIOR DEL DURMIENTE, PERMITE QUE EL BALASTO SOPORTE ELÁSTICAMENTE LAS CARGAS QUE LE TRANSMITEN LOS MISMOS

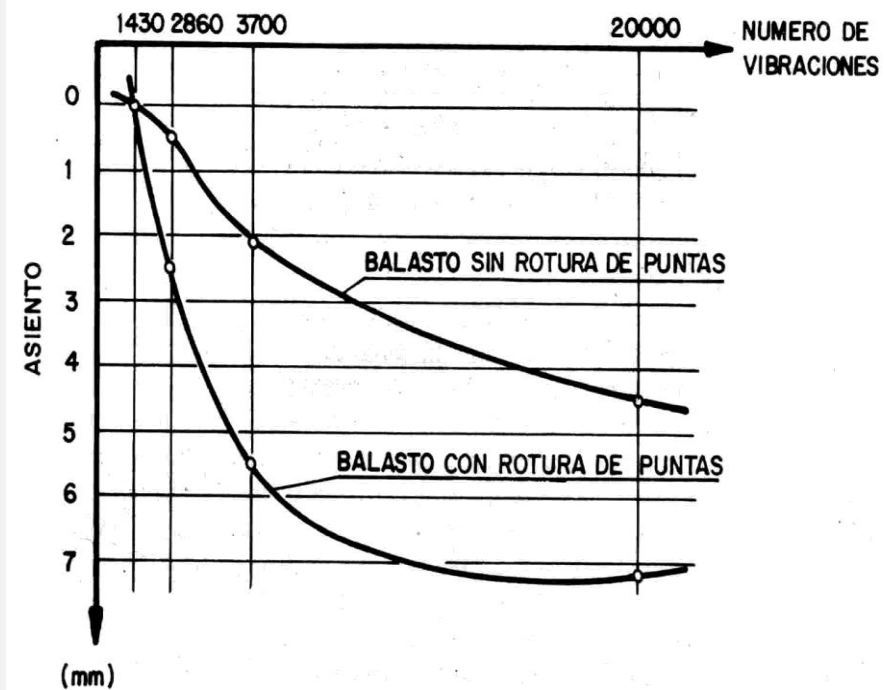


Fig. 5.1.—Influencia de la rotura del balasto en su comportamiento deformacional.

BALASTO

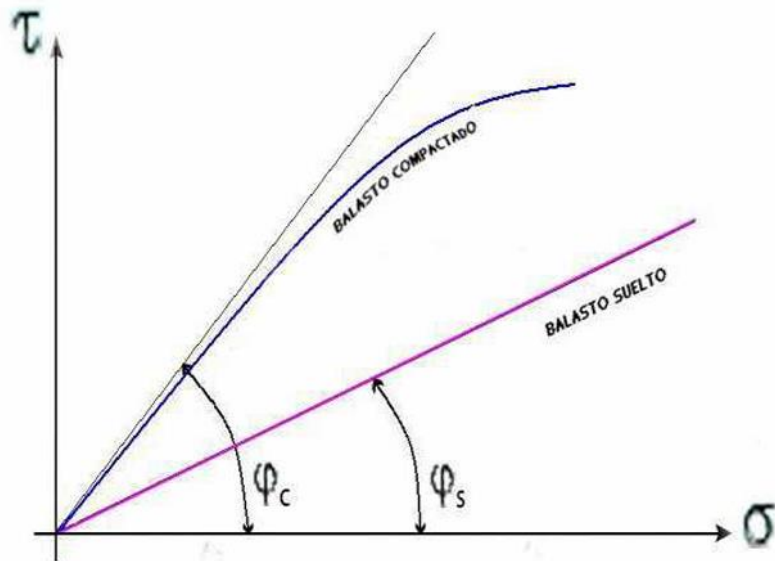
REOLOGÍA DEL BALASTO

- ***ESTUDIA LAS CARACTERÍSTICAS DEL BALASTO EN SU DEFORMABILIDAD***
 - GRANULOMETRÍA
 - MAYOR GRADUACIÓN REDUCE LA DEFORMACIÓN POR CORTE
 - FORMA DE LAS PARTÍCULAS
 - FORMAS EXCESIVAMENTE PLANAS SON DESFAVORABLES
 - FORMAS CÚBICAS FAVORABLES
 - ÍNDICE DE HUECOS
 - DISMINUIR LA POROSIDAD INICIAL DE LA CAPA DE BALASTO PARA REDUCIR LA DEFORMACIÓN PERMANENTE
 - LA COMPACTACIÓN DE LA CAPA DE BALASTO DEBE PROPORCIONAR UNA POROSIDAD NO SUPERIOR A 0.33 PARA LOGRAR UNA POSICIÓN ESTABLE DE LA ESTRUCTURA DE LA VÍA

BALASTO

REOLOGÍA DEL BALASTO

Mediante el ensayo triaxial se determina el esfuerzo cortante ζ en función de la tensión normal σ y del ángulo de fricción interna φ .



$\zeta = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$ (ecuación de Coulomb para un material netamente friccionante)

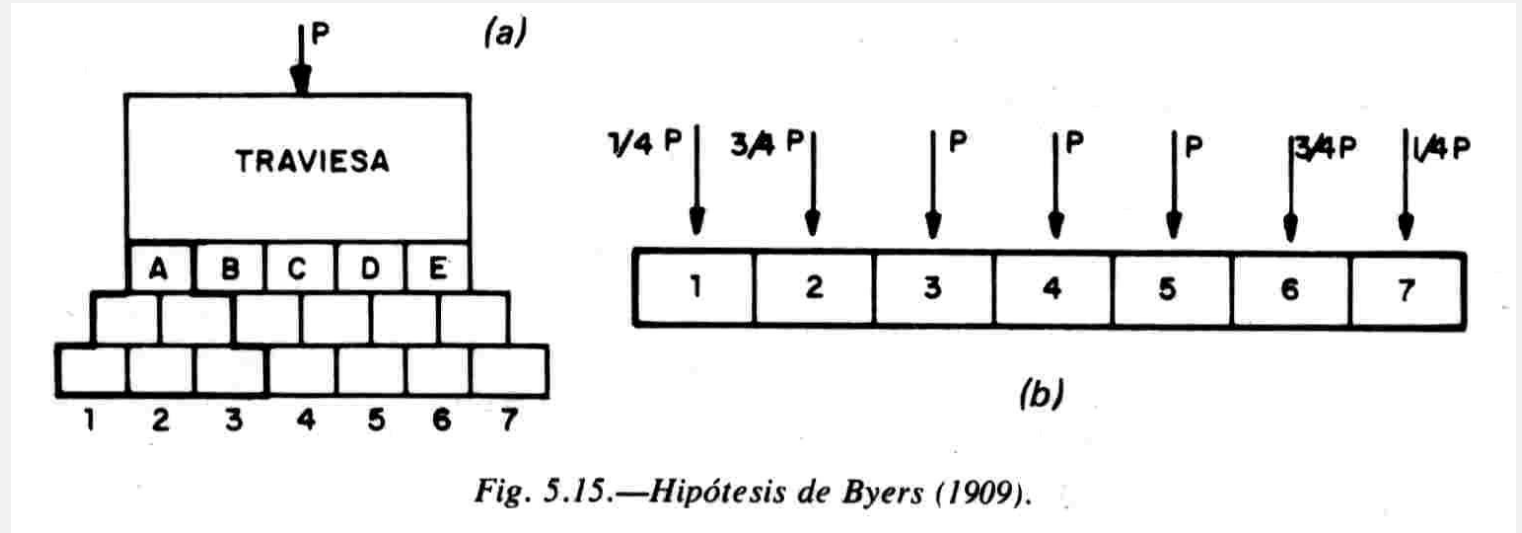
siendo:

φ_s el ángulo de fricción interna del balasto suelto

φ_c el ángulo de fricción interna del balasto compactado.

BALASTO

FORMULACIÓN EMPÍRICA



Nos referimos a los llamados criterios europeo y americano, los cuales suponían que la distribución de tensiones se realiza bajo un cono de ángulo α (45° para el europeo y 30° para el americano), y que a cualquier profundidad el reparto de tensiones era uniforme (fig. 5.16).

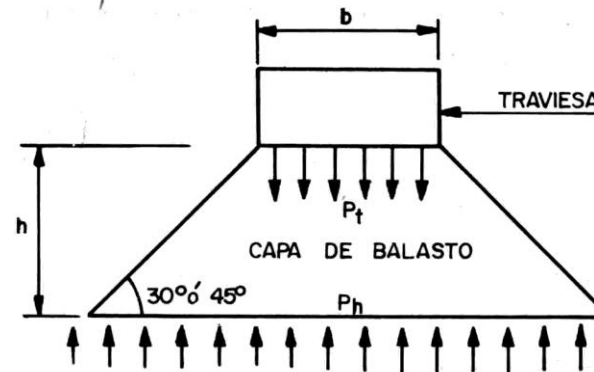


Fig. 5.16.—Criterios europeo y americano sobre la distribución de presiones por la capa de balasto.

BALASTO

Ensayos

- Conocer su naturaleza
- Curva granulométrica. Análisis granulométrico - IRAM 1505
- Forma de las partículas
- Resistencia al choque
- Resistencia a la abrasión “Ensayo Los Angeles” - IRAM 1532
- Resistencia a la acción de las sales y el congelamiento y deshielo - IRAM 1525
- Resistencia a la compresion simple $>1800 \text{ kg/cm}^2$

MODELO COMPARTIDO

MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN