

Capítulo 7

Durmientes de concreto



Los durmientes son elementos utilizados en las líneas de ferrocarril, los cuales se colocan sobre una capa de material granular conocido como balastro y sirven de apoyo para los rieles de acero.

La función principal de los durmientes consiste en transmitir las cargas al balastro, producto del paso del ferrocarril.

Productos de Concreto S.A. fabrica durmientes de un solo bloque de concreto pretensado. Este tipo de durmiente presenta una mayor durabilidad con respecto a los de madera, disminuyendo los costos de mantenimiento y restauración de vías.

7.1 Normativa vigente

La Asociación Americana de Ingeniería y Mantenimiento Ferroviaria (AREMA, por sus siglas en inglés) cuenta con publicaciones acerca de prácticas recomendadas sobre el diseño y construcción de estructuras relacionadas con la ingeniería ferroviaria. Particularmente, el capítulo 30 de su manual resume el tema de durmientes.

Además, en el diseño de durmientes pretensados se deben tomar en cuenta los lineamientos aplicables del Reglamento para Concreto Estructural ACI 318.

7.2 Materiales

Para los durmientes de concreto pretensado se utiliza:

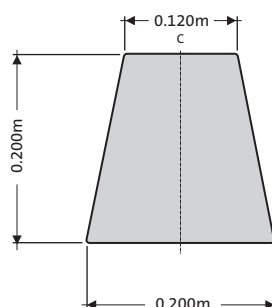
- Concreto f'_c : 600 kg/cm²
- Alambres de preesfuerzo libres de esfuerzos residuales de 7 mm de diámetro (ASTMA 421)

7.3 Características de la sección

Propiedades bajo el riel

- Área transversal: 329.7 cm²
- Inercia: 11614 cm⁴
- Centroide: 9.49 cm

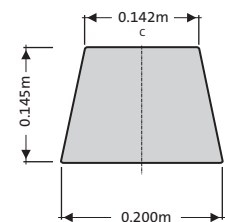
Fig. 7.1 Sección de durmiente bajo el riel



Propiedades en el centro

- Área transversal: 248.0 cm²
 - Inercia: 4302 cm⁴
 - Centroide: 6.84 cm
- Largo del durmiente: 2.0 m
Peso del durmiente: 140 kg

Fig. 7.2 Sección durmiente al centro



7.4 Cargas de diseño

Las cargas a las que están sometidos los durmientes son el producto de varios factores definidos en el sistema de ferrocarriles, a continuación se enumeran cada uno de estos.

Espaciamiento entre durmientes

El espaciamiento entre los durmientes afecta los esfuerzos a flexión de los rieles, los esfuerzos de compresión sobre el balastro y los esfuerzos de flexión sobre los mismos durmientes.

Para el sistema de ferrocarriles nacional se ha utilizado una separación típica de 70 cm.

Factor de impacto

Este factor incrementa en determinado porcentaje la carga estática vertical con el fin de tomar en consideración el efecto dinámico del paso del ferrocarril y las irregularidades en las vías. Este factor puede rondar entre un 150% y un 200%, sin entenderse a estos como los valores límites.

Distribución de la carga

Se ha confirmado, mediante pruebas de campo, que la carga que el ferrocarril ejerce sobre las vías, se distribuye entre varios durmientes. La distribución de la carga depende del espaciamiento entre los durmientes, la reacción en el balastro y la subbase y la rigidez del riel.

En el capítulo 30 del manual de AREMA se incluye una tabla que, a manera de simplificada, muestra los valores de distribución de carga en función únicamente del espaciamiento entre durmientes. Para la separación típica antes mencionada de 70 cm, el porcentaje de distribución es cercano a un 56%.

Carga del eje

Es la carga que transmite el ferrocarril a las vías y es especificado por el cliente, pues depende del tipo de máquina. La carga del eje se transmite a ambos rieles por igual, de modo que le llega la mitad a cada uno.

7.5 Guías de diseño

Revisión de la presión máxima sobre el balastro

Si bien la presión ejercida por el durmiente sobre el balastro no es uniforme, se puede calcular rápidamente un valor promedio. Para balastros de alta calidad y resistentes a la abrasión la presión no debe exceder 60 Ton/m².

$$\sigma_b = \frac{P_{\text{eje}} \cdot (1 + FI) \cdot FD}{A_d}$$

σ_b : Presión promedio en el balastro

P_{eje} : Carga en el eje

FI: Factor de Impacto

FD: Factor de distribución

A_d : Área de contacto entre el durmiente y el balastro

Carga transmitida por cada riel

La carga transmitida a cada durmiente en el punto de apoyo del riel es:

$$P_{\text{riel}} = \frac{P_{\text{eje}}}{2} \cdot (1 + FI) \cdot FD$$

P_{riel} : Carga puntual en el apoyo de cada riel en el durmiente

P_{eje} : Carga en el eje

FI: Factor de impacto

FD: Factor de distribución

Límites de esfuerzos en el durmiente

Adicional a los límites de esfuerzos ya establecidos para las diferentes etapas de cargas en el ACI 318, es recomendable en durmientes de concreto pretensado que se respeten los siguientes límites:

- La precompresión máxima después de todas las pérdidas en cualquier punto del elemento no debe exceder 17.2 MPa.
- El esfuerzo mínimo en compresión en la sección de apoyo del riel es de 3.5 MPa, esto medido después de todas las pérdidas y sin carga aplicada.

Pruebas de laboratorio

Existen una serie de pruebas que se le pueden realizar a los durmientes para verificar su capacidad estructural, a continuación se nombran algunas de

estas. Para una explicación más detallada revisar el manual de AREMA, capítulo 30.

- Prueba de carga vertical en el apoyo del riel
- Prueba de momento negativo en el centro del durmiente
- Prueba de momento positivo en el centro del durmiente
- Prueba de carga repetida en el apoyo del riel
- Prueba de longitud de desarrollo, anclaje de alambres y carga última

Sistema de fijación entre el durmiente y el riel

La fijación entre el durmiente y los rieles del ferrocarril se realiza mediante clips metálicos que se aseguran por medio de un tornillo colocado en una prevista dispuesta en el elemento.

A continuación se muestra un detalle típico.

Fig. 7.3 Detalle de fijación mediante clips metálicos

