

H50: DURMIENTES DE HORMIGÓN

Ing. Civil M. P. Parola * , Ing. Civil D. G. Campos *

* ASTORI ESTRUCTURAS S.A. - Av. Piero Astori 1500. (X5013DCF). Córdoba. R. A.
Tel (54- 351) 496- 8600 Int.: 1607 - dariocampos@astori.com.ar



Palabras claves: H50, Durmientes, Prefabricados, Homologación.

Departamento de calidad y laboratorios de Astori Estructuras S.A

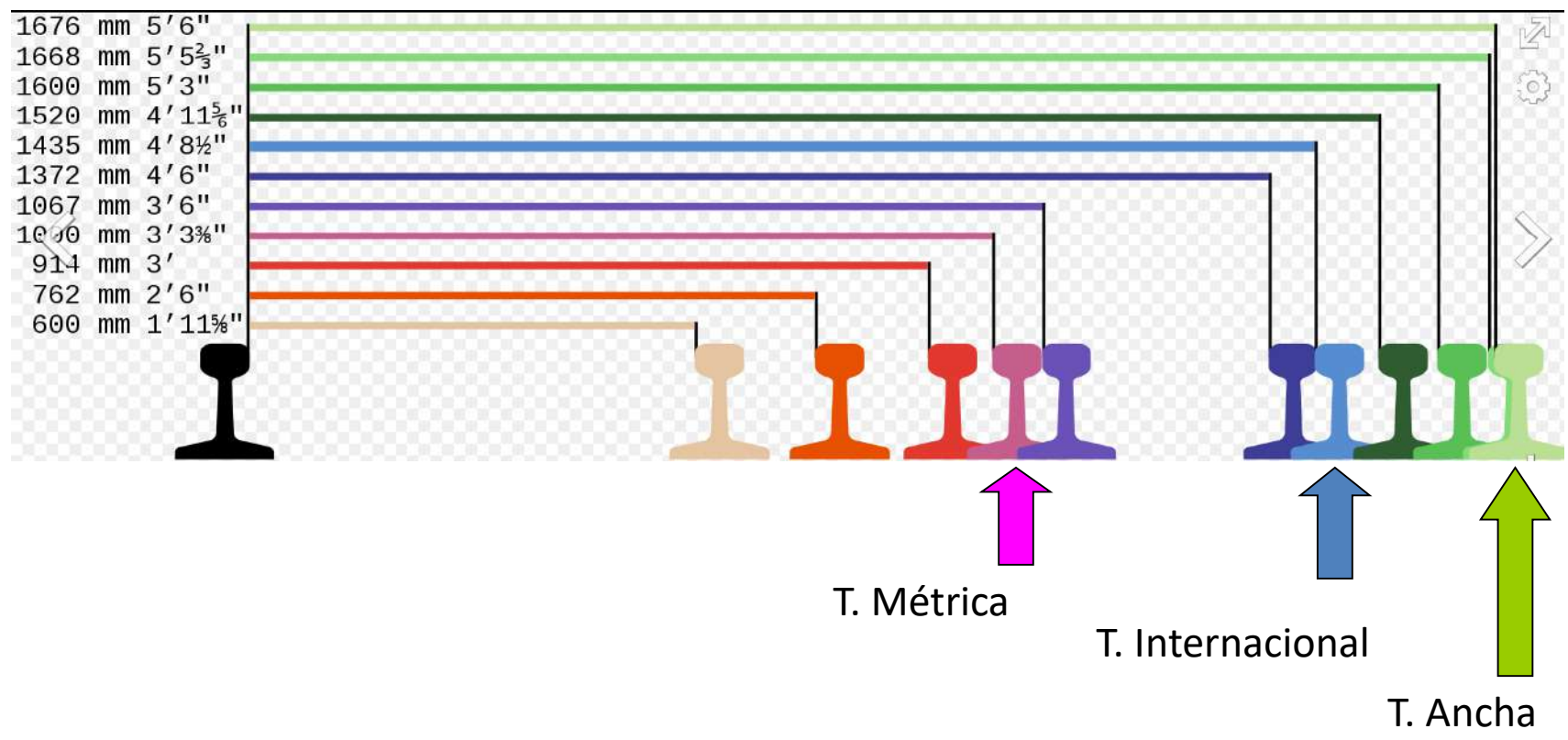
objetivo de diseñar, producir y verificar el comportamiento
de durmientes de hormigón

bajo normativas internacionales
requerimientos determinados **A.D.I.F** con pliegos específicos.

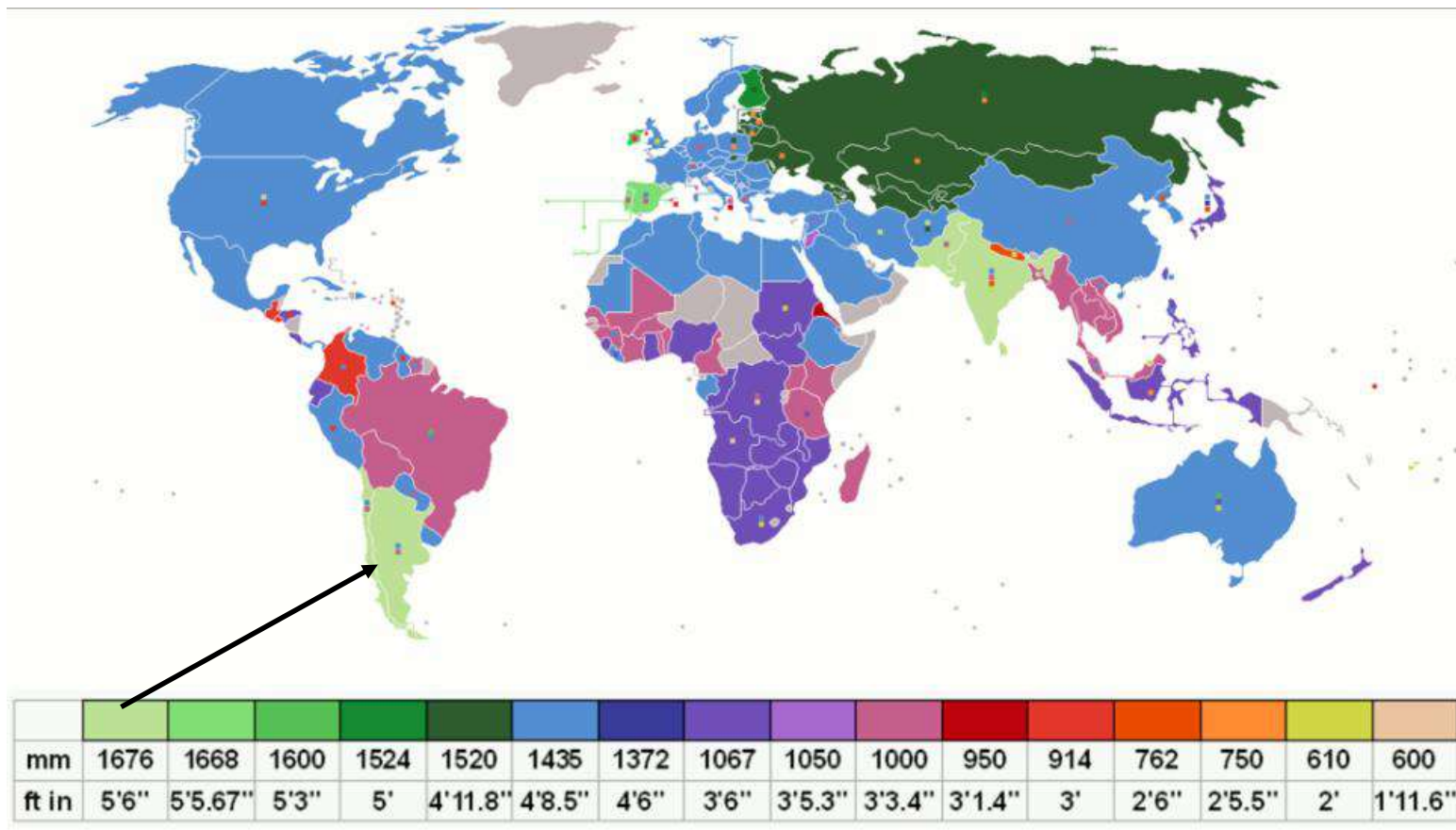
Tres etapas:

- Primera etapa:** Cálculo y verificación de las solicitaciones del durmiente
- Segunda etapa:** Selección de materias primas en laboratorio, dosificación y control de desempeño del hormigón
- Tercera etapa :** Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

Diferentes Anchos de Trocha.



Diferentes Anchos de Trocha.



ETAPA I. Diseño del durmiente

I.a.- Consideraciones de Diseño. Parámetros de Diseño.

Tabla 1: Parámetros de Diseño.

Parámetros		Designación	Magnitud	Unidad
Trocha		"Ancha"	1676	mm
Carga por eje		2P	220	KN
Velocidad		V	160	Km/h
Distancia entre durmientes		a	60	cm
Inclinación del riel		i	2,50 (1/40)	%
RIEL	Ancho de cabeza del riel	a	7	cm
UIC 54	Altura	h	14,5	cm
115 RE	Ancho del patín	A	14	cm

ETAPA I. Diseño del durmiente

I.b.- Cálculo de solicitaciones

Normas de aplicación

IRAM 1609-1. DURMIENTES MONOBLOQUE DE HORMIGÓN

ADP

Reglamento **CIRSOC 201-2005**. (6)

ETAPA I. Diseño del durmiente

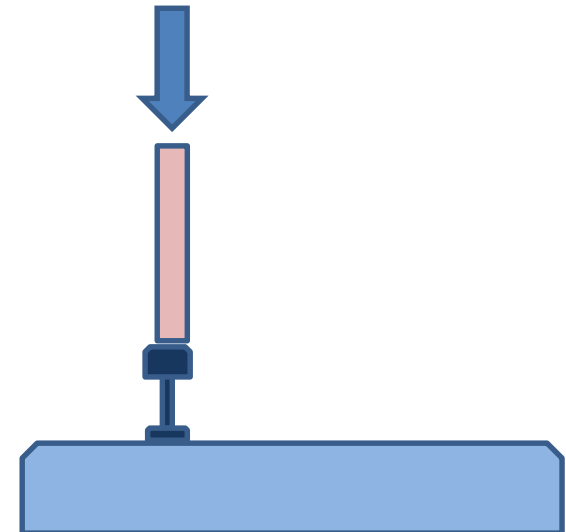
I.b.- Cálculo de solicitaciones

Método de Cálculo. Solicitaciones de Diseño

Esquema Estático

Carga de la rueda “única solicitación”

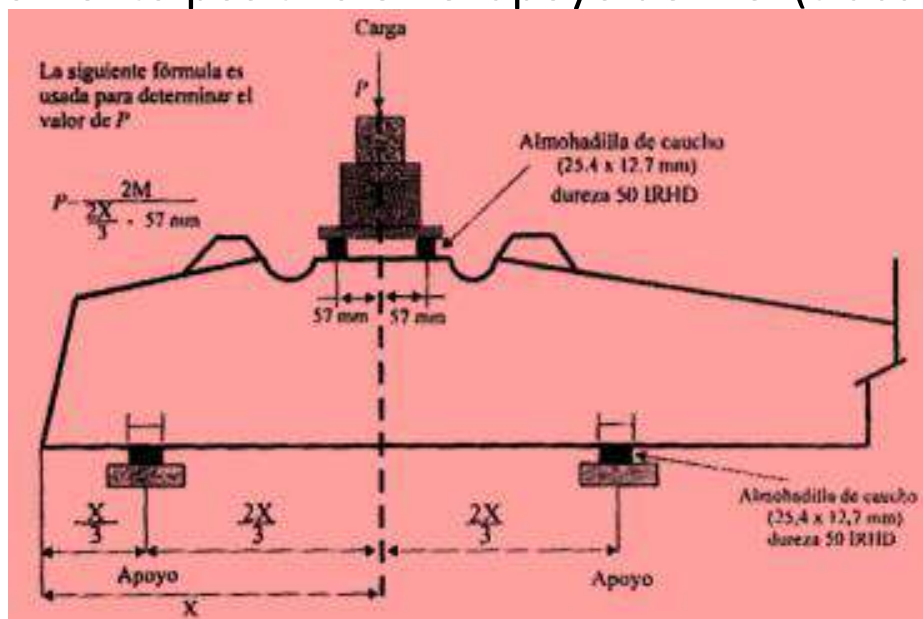
Como reacción a la misma una carga distribuida





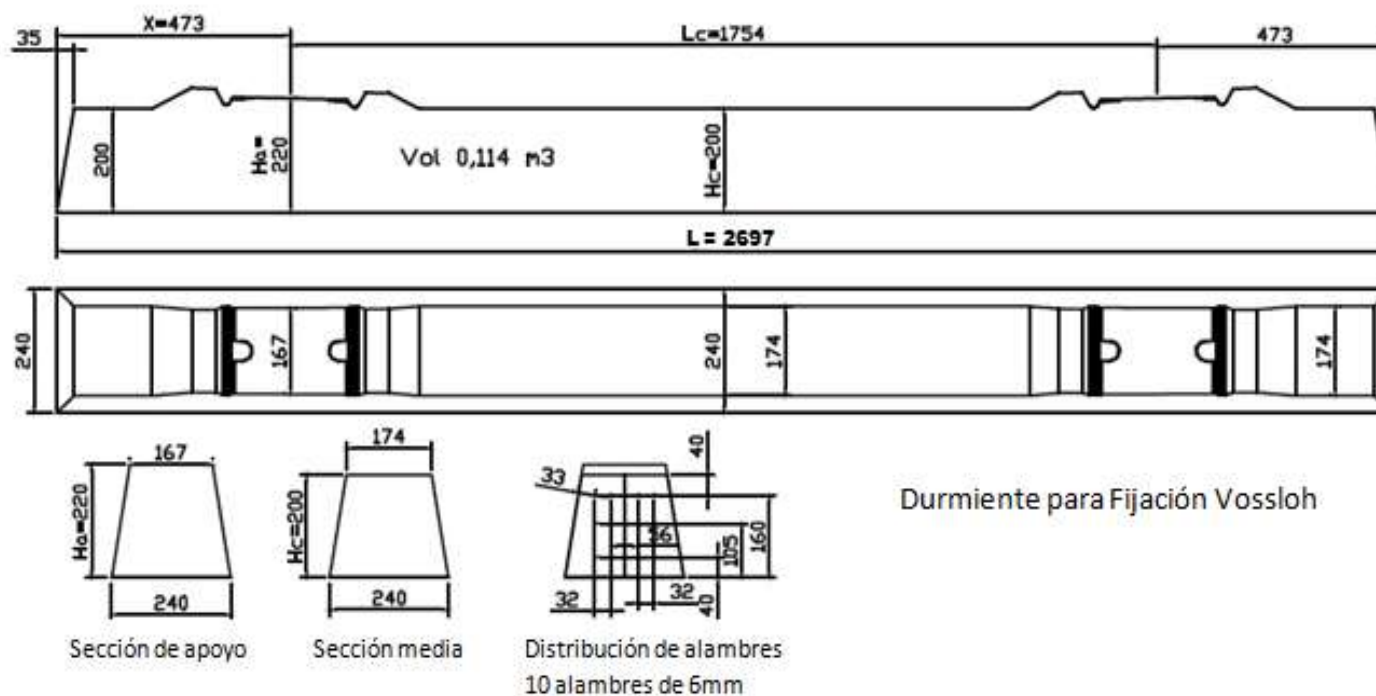
Método según Norma	Un.	Md ⁺ (apoyo)	M2 ⁻ (centro)
ABNT NBR 11709. Método Informativo	KN.m	14.9	16.9
ABNT NBR 11709. Método Normativo		13.3	12.2
UNE-EN-13230. UIC CODE 713		12.8	16.4
AREMA. CHAPTER 30*		19.2	17.0

Md⁺ representa el momento positivo en el apoyo del riel (tracción en fibra inf.)



ETAPA I. Diseño del durmiente

I.c.- Dimensionado del Durmiente Tipo



ETAPA I. Diseño del durmiente

I.c.- Dimensionado del Durmiente Tipo

Parámetro	Desig.	Un.	Mag.
Tensión de Fluencia del Acero	f_{py}	N/mm ²	1550
Tensión de tensado inicial	σ_p	N/mm ²	1320
Fuerza de tensado inicial	N	KN	373
Pérdida por acortamiento elástico de hormigón	Es	%	5,26
Resistencia especificada a la compresión del hormigón en el momento de aplicar el tesado inicial	f'_{ci}	MPa	28
Resistencia característica a la compresión del hormigón	f'_c	MPa	50

ETAPA I. Diseño del durmiente

I.d.- Verificaciones de Tensiones adm. en el acero y el hormigón.

Tensión de tracción en el acero

Después de la transferencia del pretensado al durmiente, la tensión en el acero (σ_t) no debe exceder el siguiente valor: 1271 N/mm², es decir, 0,82.fpy.

$$\sigma_t = (1 - E_s) \cdot \sigma_p = 1251 \text{ N/mm}^2$$

Tensiones en el hormigón

Las verificaciones se realizan en dos secciones definidas:

**el Apoyo del Riel
en el Centro del durmiente**

Los esfuerzos para las fibras:

**Superiores e Inferiores
CON y SIN carga de servicio**

Teniendo en cuenta las pérdidas del pretensado correspondientes **el instante de tiempo cero, estado inicial** cuando se introduce la fuerza, **y un tiempo infinito representativo de su vida útil** (pérdida total)

S	Fibra	Carga	Pérdida	Límite [KN.m]	Valor [KN.m]				
Apoyo	Superior	<p>La siguiente fórmula es usada para determinar el valor de P</p> $P = \frac{2M}{\frac{Lr}{2} - 75 \text{ mm}}$							
	Inferior								
Centro	Superior					M +	Total	-30.0 (b)	-24.85
						M -		4.95 (c)	+4.61
	--	Inicial	-16.8 (a)	-9.47					
		M -		-30.0 (b)	-23.78				

M2⁻ : momento negativo en el centro del durmiente (Tracción en fibra sup)

(a) $0,6 \cdot f'_{ci}$; (b) $0,6 \cdot f'_c$; (c) $0,7 \cdot \sqrt{f'_c}$

ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.a.- Características de los Materiales.

Cemento Portland Normal (CP50-ARI),

Arena fina natural:

Abs= 0,40%; Densidad rel.= 2,59; M. F=1,60,

Arena gruesa natural lavada:

Abs= 0,50%; Densidad rel.= 2,60; M. F= 3,10,

Agregado grueso natural:

Tmax= 19 mm, Abs= 0,90%; Densidad rel.= 2,68; M. F= 6,20,

Aditivos fluidificantes a base de policarboxilatos

ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.a.- Dosificación.

Materiales	Unidad	Cantidad
Cemento	kg/m ³	500
Arena Fina	kg/m ³	305
Arena Gruesa Lavada	kg/m ³	455
Triturado 6-19	kg/m ³	944
Agua	kg/m ³	165
Aditivo	%	0,60
Densidad	Kg/m ³	2369

ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.b.- Curado Vapor

Tres etapas más enfriamiento:

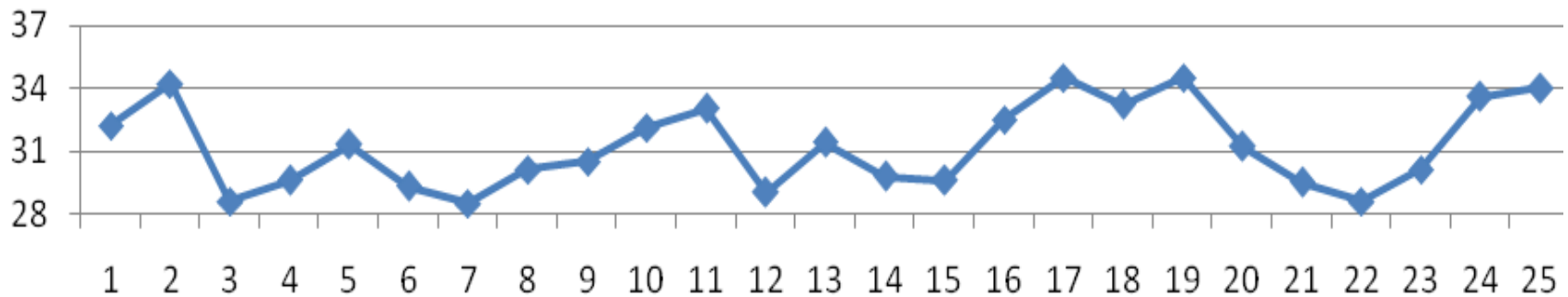
- 1.- Fre-fragüe: **una hora**, entre 25 y 30°C
- 2.- Calentamiento se realiza en **dos horas** con un gradiente de 15°C/h, 60° C
- 3.- Mantenimiento de la temp. a 60°C durante **tres horas**, sin superar los 70°C

Enfriamiento **una hora**

ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.c.- Control del desempeño en hormigón endurecido.

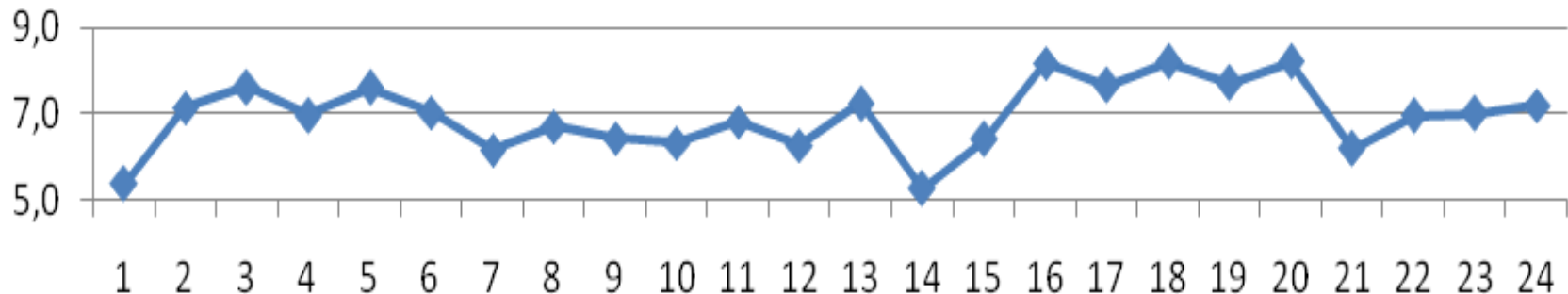
Resistencias al momento inicial. Transferencia del pretensado



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.c.- Control del desempeño en hormigón endurecido.

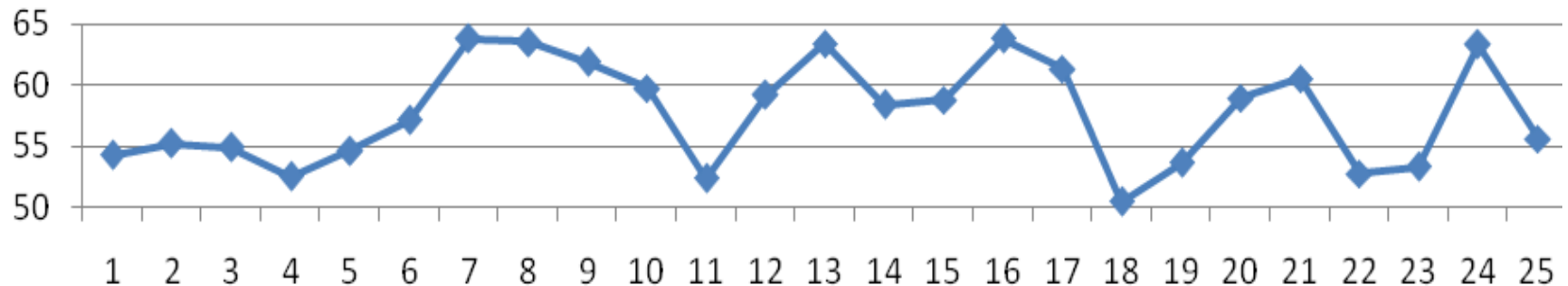
Resultados en MPa a 7 días de ensayos de tracción por flexión.



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.c.- Control del desempeño en hormigón endurecido.

Resultados en MPa a 28 días de ensayos de compresión.



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

II.d.-Proceso Productivo



ETAPA II. Materiales/ Producción del durmiente

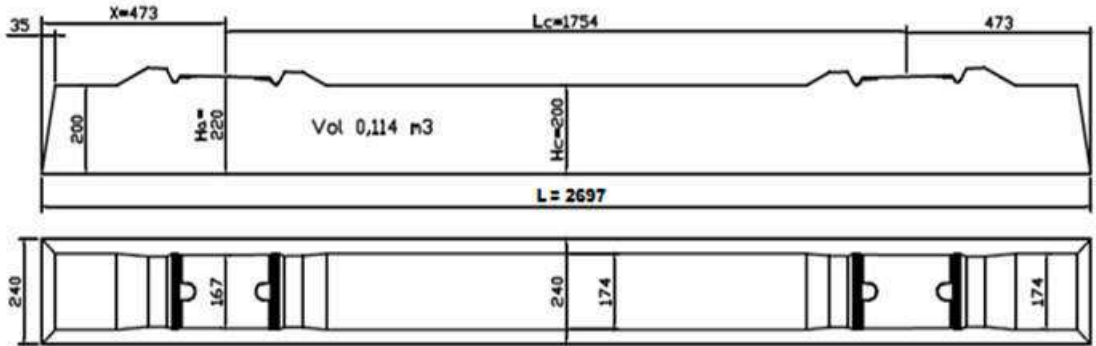
II.d.-Proceso Productivo

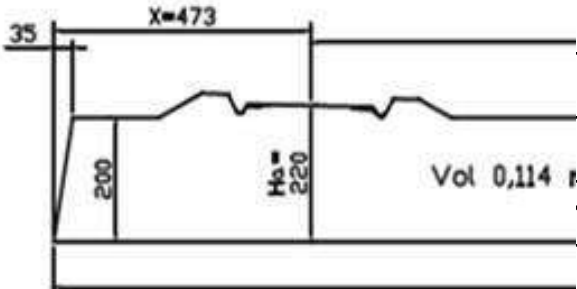
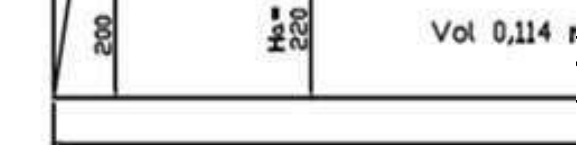
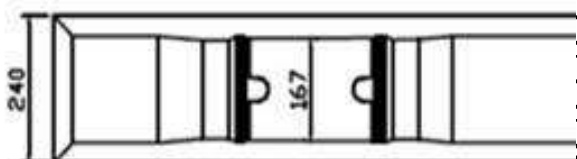
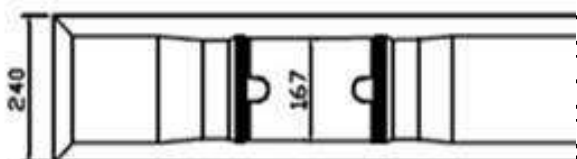
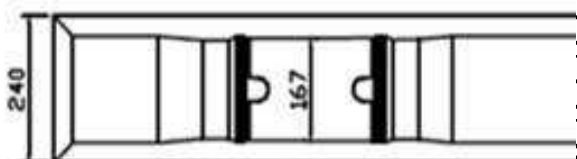
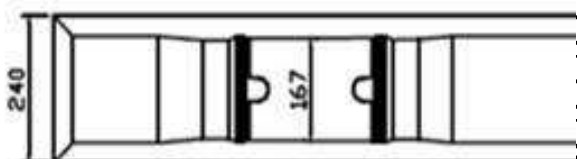


ETAPA III: Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

III.a.- Ensayos sobre el durmiente.

ENSAYO	Cantidad	Momento de Diseño*	Carga de Ensayo**
Momento positivo en el apoyo del riel	6	14,47 kN.m	112,1 kN
Momento negativo en el apoyo del riel	4	10,13 kN.m	84,7 kN
Momento positivo en el centro del durmiente	5	11,45 kN.m	28,6 kN
Momento negativo en el centro del durmiente	5	16,35 kN.m	40,8 kN
Dinámico y de fatiga	1		17,8 kN
Adherencia y carga final	1		168,1 kN
Resistencia del inserto de la fijación al arrancamiento	2		53,4 kN
Resistencia del inserto al Torque	2		339 TN.m

Parámetro	Tolerancia*
Peso	$\pm 1,5 \%$
Longitud	$\pm 6 \text{ mm}$
Ancho en el apoyo del riel	$\pm 3 \text{ mm}$
Altura en el centro del durmiente	$+6/-3 \text{ mm}$
Inclinación	1:35/1:45
Distancia entre los hombros externos	$\pm 1,5 \text{ mm}$
Distancia entre los hombros internos	$+1,5/-0,5 \text{ mm}$
Angulo entre el hombro y el apoyo del riel	$\pm 1^\circ$
	$\pm 0,5 \text{ mm}$
	$\pm 1,5^\circ$
	$\pm 1,5^\circ$
	$+1/-0,5 \text{ mm}$
	$\pm 1\%$
	$\pm 1 \text{ mm}$

Parámetro	Tolerancia*
	$\pm 1,5 \%$
	$\pm 6 \text{ mm}$
	$\pm 3 \text{ mm}$
	+6/-3 mm
	1:35/1:45
	$\pm 1,5 \text{ mm}$
	+1,5/-0,5 mm
	$\pm 1^\circ$
Distancia entre la dovela y el hombro externo	$\pm 0,5 \text{ mm}$
Ángulo de dovela a lo largo del apoyo de riel	$\pm 1,5^\circ$
Ángulo de dovela perpendicular a apoyo de riel	$\pm 1,5^\circ$
Profundidad del hombro	+1/-0,5 mm
Torsión	$\pm 1\%$
Ancho de la vía (entre eje de rieles)	$\pm 1 \text{ mm}$

ETAPA III: Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

III.a.- Ensayos sobre el durmiente.



ETAPA III: Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

III.a.- Ensayos sobre el durmiente.



ETAPA III: Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

III.a.- Ensayos sobre el durmiente.



ETAPA III: Ensayos y controles para la homologación realizados sobre durmientes a escala real.

III.a.- Ensayos sobre el durmiente. CRITERIO DE LA FALLA



CONCLUSIONES

Es posible diseñar durmientes de hormigón bajo normativa internacional y especificaciones técnicas.

El proceso de homologación de durmientes de hormigón resulta complejo, sin embargo es necesario para asegurar una correcta producción en serie.

La producción de durmientes de hormigón demanda un riguroso control de calidad de: materia prima, procesos productivos y ensayos de aceptación.

Se **ENCUENTRA EN ADP** una normativa nacional (IRAM) que contempla el cálculo de sollicitaciones de diseño y ensayos de aceptación del producto.

MUCHAS GRACIAS !!!

